

Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria

William Cetzal-Ix, Fernando Casanova-Lugo
Alfonso J. Chay-Canul, Jesús F. Martínez-Puc



AGROECOSISTEMAS TROPICALES:
CONSERVACIÓN DE RECURSOS
NATURALES Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA

AGROECOSISTEMAS TROPICALES: CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**William Cetzal-Ix, Fernando Casanova-Lugo,
Alfonso J. Chay-Canul, Jesús F. Martínez-Puc**
(editores)

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Chiná
Instituto Tecnológico de la Zona Maya

Campeche, Chiná, 2019

Primera edición: 2019

William Cetzal-Ix,
Fernando Casanova-Lugo
Alfonso J. Chay-Canul
Jesús F. Martínez-Puc
(editores)

Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria / Editores William Cetzal-Ix, Fernando Casanova-Lugo, Alfonso J. Chay-Canul, Jesús F. Martínez-Puc – México: Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná– Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 2019. 533 pp.

D.R. © 2019. **Tecnológico Nacional de México.**

Av. Universidad 1200, col. Xoco,
03330, Alcaldía de Benito Juárez, Cd. de México.

Instituto Tecnológico de Chiná,
Calle 11 entre 22 y 28, Colonia Centro,
24050, Chiná, Campeche, México.

Instituto Tecnológico de la Zona Maya,
Carretera Chetumal-Escárcega km 215, Ejido Juan Sarabia,
77965, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de I.T. Chiná, I.T. Zona Maya y UJAT, juicio alguno sobre la delimitación de fronteras o límites y la mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que estas instituciones aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Aunque las tres instituciones fomentan la reproducción y difusión parcial o total del material contenido, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas.

ISBN: 978-607-96575-8-1

AGROECOSISTEMAS TROPICALES: CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**William Cetzal-Ix, Fernando Casanova-Lugo,
Alfonso J. Chay-Canul, Jesús F. Martínez-Puc**
(editores)

Esta obra es producto de estudios de investigadores de diversas instituciones nacionales e internacionales, los cuales fueron recopilados por miembros de los cuerpos académicos “Agroecosistemas y Conservación de la Biodiversidad” ITCH-CA-4 (WC-I) y “Producción Animal Sustentable” ITZM CA (FC-L) dentro del marco de su fortalecimiento científico.

CONTENIDO

SECCIÓN I: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....	1
Agroecosistemas Manejados como UMAS Extensivas: Un Caso de Éxito en Conservación y Aprovechamiento Cinegético en Campeche, México	2
Análisis de Diferentes Técnicas para la Recolecta de Propóleo Apegándonos a la NOM-003-SAG/GAN-2017	15
Biodiversidad de Vertebrados Terrestres en Plantaciones de Palma de Aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en el Estado de Campeche	24
Códigos de Respuesta Rápida para la Optimización de Lectura en la Industria Agrícola y Floral: Caso Teya	34
Plantas Utilizadas en Terapia Veterinaria en San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua.....	40
Sustentabilidad de las Plantaciones de Palma de Aceite a Pequeña Escala en Campeche, México	48
Diagnóstico por Amplificación Isotérmica Mediada por Horquillas (LAMP) Dirigida al Género de Hongo <i>Colletotrichum spp.</i>.....	55
Caracterización de la Actividad Apícola e Identificación de las Principales Especies Néctar-Poliníferas en Bacalar, Quintana Roo	64
Efecto de la Radiación Solar sobre el Desarrollo Morfo-Fisiológico en Plantas Jóvenes de <i>Cordia dodecandra</i>	72
Eficacia de Extractos Etanólicos de Tres Meliáceas sobre <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) en Condiciones <i>in vitro</i>	78
Comunidad de Ichneumonidae en Cuatro Tipos de Vegetación en un Agroecosistema del Oriente de Yucatán	86
Caracterización de Acciones de Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) en la Península de Yucatán, México	91
Determinación del Color de las Mielres Tabasqueñas	97
Principales Características de los Productores Apícolas de la Localidad de Santo Domingo Keste, Champotón, Campeche, México.....	104
Los Agroecosistemas Tropicales y su Contribución en la Alimentación del Pavo Ocelado (<i>Meleagris ocellata</i> Cuvier).....	113
Situación Actual de una Plantación Combinada de Especies Tropicales en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología el “Tormento” México	120
Rescate de Flora Medicinal en la Comunidad de Saczuquil, Quintana Roo.....	127
Detección de Hongos en Maíces Destinados al Consumo Humano	134
Módulos Agroforestales de Producción Diversificada e Intensiva en Selva Húmeda de México	144

Crecimiento de <i>Diphyssa yucatanensis</i> Hanan-Alipi & M. Sousa en Dos	
Densidades de Plantación en Campeche, México	153
Abundancia y Riqueza de Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) en Agro-	
Ecosistemas Contrastantes en el Sur de Quintana Roo, México	158
Actividad Biológica del Propóleo Rojo del Estado de Campeche, México	167
Diversidad, patrones de distribución y usos potenciales de Convolvulaceae:	
estrategia para mitigar la crisis alimentaria de abejas melíferas en los periodos	
críticos de floración en Campeche, México	176
Lepidópteros Diurnos como Indicadores Ecológicos en Agroecosistemas y	
Ecosistemas en Yaxcaba, Yucatán	183
Gremios Alimenticios de Aves Presentes en un Sistema Agroforestal vs. Sistema	
Tradicional	189
Caracterización de la Fauna de Tardígrados (Ecdysozoa: Tardigrada) de Liquen	
y Musgo en Dos Sitios con Diferente uso de Suelo, en Quintana Roo, México .	193
Diversidad Florística de un Fragmento de Duna Costera en el Sector Sabancuy,	
Campeche, México	201
SECCIÓN II: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	210
Aislamiento de Fitopatógenos en Variedades de Caña de Azúcar y su Biocontrol	
con <i>Trichoderma</i> spp. <i>in vitro</i>	211
Efecto Nematicida de Filtrados Fúngicos (<i>Trichoderma</i> spp.) Contra	
<i>Meloidogyne incognita</i>.....	218
Respuesta del Chile Habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) al Suministro de	
Abono Orgánico en Calkiní, Campeche, México	225
Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> en el Control de <i>Melanaphis sacchari</i> en Chiná,	
Campeche	231
Efecto de <i>Chrysoperla carnea</i> en el Control de <i>Melanaphis sacchari</i> en Chiná,	
Campeche	238
Uso de Residuos Agroindustriales y Pecuarios en la Producción de Plantula de	
Jitomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.)	247
Accesiones de Calabaza Chihua y su Contenido de Proteína bajo Condiciones de	
Temporal en Campeche, México	252
Respuesta Fisiológica de Genotipos de Arroz a Estrés Hídrico.....	258
Descomposición de las Hojas de Cuatro Leguminosas Arbóreas en un Suelo	
Luvisol en Quintana Roo, México	268
Implementación de Sistemas de Alerta para Agricultura en Campeche.....	276
Evaluación Agronómica de Variedades e Híbridos de Higuierilla en un Suelo	
Luvisol Ródico de Yucatán, México	283
Sobrevivencia y Rendimiento de Fruto en 21 Colectas de Limón Persa	289
Impacto de las Enfermedades en el Rendimiento de Genotipos de Maiz	296

Rescate de Chiles Criollos del Sureste de México: Valoración Mediante Análisis de Crecimiento y Colonización de <i>Bemisia tabaci</i>	303
Comportamiento Productivo de Genotipos de Soya en el Estado de Campeche	310
Ácaros Oribátidos de una Selva Secundaria y un Cultivo de Maíz en el Ejido de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México	317
Rescate y Conservación <i>In situ</i> del Tomate Criollo (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) Bajo un Agroecosistema	325
Caracterización Varietal de Dos Ecotipos de Chile Xcat ik (<i>Capsicum annuum</i>) del Estado de Campeche	330
Técnicas de Diagnóstico Participativo para la Caracterización Socioeconómica	338
Desarrollo y Evaluación de un Recubrimiento Antifúngico para el Control Orgánico de la Antracnosis en Diferentes Cultivares de Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	344
Presencia de Aves Silvestres en un Cultivo de Chile Habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Manejado con Tecnología de Bajo Impacto Ambiental en el Estado de Campeche	353
Respuesta de Plántulas de <i>Moringa oleifera</i> a la Inoculación con Hongos Micorrízicos bajo Déficit Hídrico	359
Impacto de Tres Factores del Manejo Tecnológico del Sorgo en Campeche	365
Algunas Especies con Potencial Económico de Zonas Semiáridas de Yucatán, Alternativa Frente al Cambio Climático Futuro	372
Identificación de Genes y Proteínas Involucrados en el Desarrollo Reproductivo en <i>Capsicum annuum</i>	378
Indicadores Básicos para el Análisis de la Producción de Sandía en Campeche	384
SECCIÓN III: PRODUCCIÓN PECUARIA	389
Importancia de los Recursos Genéticos Animales para la Eficiencia de los Sistemas de Producción Bovina en el Trópico Mexicano	390
Las Medidas Biométricas como Herramienta para la Toma de Decisiones en los Sistemas de Producción de Ovinos de Pelo	397
Árboles y Arbustos Tropicales y su Contribución en la Alimentación de Rumiantes	408
Desempeño Reproductivo y Productivo de Ovejas Pelibuey Provenientes de Tres Unidades de Producción del Estado de Yucatán	416
Producción Forrajera de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo Monocultivo y Sistema Silvopastoril	422
¿El ancho de Cadera Puede Estimar el Peso Vivo en Ovejas Pelibuey?	427

Frecuencia e Infestación de Varroa (<i>Varroa jacobsoni</i>) en Apiarios Comerciales (<i>Apis mellifera</i>), en Tabasco, México	432
Cinética de degradación <i>in vitro</i> y digestibilidad de veinte especies arbóreas forrajeras de acahuals de selva baja caducifolia.....	440
Canales de Comercialización de la Actividad Apícola en el Municipio de Bacalar, Quintana Roo	447
Desarrollo Poblacional de Abejas (<i>Apis mellifera</i> L.) en Respuesta a la Dieta Alimenticia.....	455
Consumo Voluntario en Ovinos de Pelo Alimentados con <i>Piscidia piscipula</i>, <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Brosimum alicastrum</i>: Resultados Preliminares	464
Actividad Ovárica Puberal de Corderas F1 Pelibuey × Katahdin Alimentadas con Forraje y Alimento Concentrado	470
Digestibilidad <i>in vitro</i> y Producción de Metano de Silos Mixtos de Maíz y Arbóreas Tropicales	475
Condición Corporal y Producción de Leche de Vacas Doble Propósito en Condiciones Trópico Húmedo en Chiapas	483
Rendimiento y calidad de <i>Cynodon plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilg. y <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza en sistemas silvopastoriles bajo dos frecuencias de aprovechamiento en condiciones tropicales	490
Digestibilidad Aparente y Balance de Nitrógeno de Dietas con <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>Manihot esculenta</i> en Ovinos de Pelo.....	497
Rentabilidad de Establecimiento de Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz.....	504
Eficacia de Extractos de <i>Leucaena</i> spp. (Fabaceae) sobre Larvas de <i>Rhipicephalus microplus</i> (Acari: Ixodidae).....	509
Características Físicas de la Carne de Corderos Katahdin con Pelibuey Alimentados con Dietas a Base de Concentrado y Forraje.....	516
Rendimiento y Concentración de Nitrógeno de Cinco Variedades de Pastos del Género <i>Pennisetum</i> en la Región Central del Estado de Campeche	521
Elaboración de un Alimento Energético-Proteico a Base de Malanga Utilizando Levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i> para Alimentación Bovina.....	528

SECCIÓN I: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Agroecosistemas Manejados como UMAS Extensivas: Un Caso de Éxito en Conservación y Aprovechamiento Cinegético en Campeche, México

O.G. Retana-Guiascón^{1*}, A. Sánchez-Hernández²

Resumen. El sistema UMAS se estableció con la finalidad de compatibilizar la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo comunitario. A partir de ello en el sureste de México diversos agroecosistemas se han manejado bajo este modelo implementando alternativas productivas complementarias a las actividades económicas convencionales. El objetivo general del estudio consistió en evaluar si los agroecosistemas manejados bajo el esquema de UMA favorecen el aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre y contribuyen a fortalecer las capacidades locales. De 2013 a 2015 se trabajó en el ejido Carlo Cano Cruz, cuyos habitantes son originarios del estado de Tlaxcala y sus actividades económicas principales son la agricultura de soya, sorgo y maíz. Durante el trabajo de campo se efectuaron estudios sobre la caracterización ambiental del territorio, monitoreo y aprovechamiento cienegético. Se obtuvo que el esquema de UMA ha favorecido el manejo sustentable de la fauna, registrando un incremento poblacional de diversas especies animales consideradas prioritarias como el pavo ocelado (*Melagris ocellata*) y el venado temazate (*Mazama pandora*), lo cual esta correlacionado a la disponibilidad de alimento, agua, y cobertura vegetal debido a la heterogeneidad agroecológica del territorio caracterizado por cuatro unidades de paisaje: 1) aguadas, 2) lomeríos, 3) comunidades vegetales y 4) mecanizados. Asimismo, la comprensión local respecto a que el aprovechamiento cinegético es una actividad agraria productiva que genera beneficios económicos, sociales y ambientales ha sido un elemento fundamental para que la UMA Cano Cruz se reconozca como un caso de éxito en conservación de vida silvestre y alternativa para el fortalecimiento del desarrollo comunitario.

Palabras clave: Caza, mecanizados, UMAS.

¹Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma de Campeche.

²Unidad de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre “Carlos Cano Cruz”.

*Autor para la correspondencia: ogretana@uacam.mx

Introducción

En el nuevo milenio, la preocupación internacional por la conservación del capital natural se ha incrementado considerablemente; esto debido a las consecuencias de los modelos de desarrollo del siglo XX, los cuales se construyeron sobre paradigmas que no tomaron en cuenta al medio ambiente. Generando, graves problemas de orden mundial como la deforestación, el efecto invernadero, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. Ante esta problemática en 1992 se instauró el modelo de desarrollo sustentable, el cual fue ampliamente difundido a partir de la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, a partir de la cual se firmaron la convención del cambio climático y el convenio sobre diversidad biológica. Este manifiesto quedó asentado recientemente en el informe ecosistemas y bienestar del hombre: síntesis de biodiversidad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), que forma parte del programa evaluación de ecosistemas del milenio, en cuyo informe se destaca que los recursos naturales presentes en un territorio o región constituyen la base para asegurar el desarrollo de las sociedades rurales y urbanas, siempre y cuando se promuevan prácticas productivas sustentables. Reconociendo el papel que juegan las comunidades campesinas, ya que estas son las que interactúan primariamente en la dinámica de los territorios y con las funciones ambientales en donde se asientan.

Bajo la perspectiva anterior, a nivel nacional se reconoció la trascendencia de implementar estrategias de conservación complementarias al de las áreas naturales protegidas que promovieran el manejo integral de los recursos presentes en los territorios indígenas y campesino, ya que más del 70 % del territorio mexicano se encuentra bajo algún tipo de manejo por parte de este sector. Asimismo, una porción importante de la biodiversidad presente en las selvas húmedas, bosques mesófilos y bosques templados se ubica en los territorios comunales (Sarukhán *et al.*, 2009). Por lo cual en 1997 se constituyó el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 (SEMARNAP, 1997), apuntalándose como una de las primeras iniciativas que trataron de compatibilizar la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de nuestro país. Uno de los instrumentos torales del programa fue la creación de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs), a partir de las cuales se legaliza, ordena y planifica el aprovechamiento de los recursos naturales renovables presentes en un predio comunal, privado, estatal o federal. El instrumento UMAs ha permitido que diversos agroecosistemas del sureste de México se manejen como UMAs extensivas ofreciendo servicios de turismo cinegético, a partir del cual se ordena e incentiva favorecer el aprovechamiento sustentablemente de la Fauna Silvestre presente en estos territorios comunales. Paulatinamente se ha favorecido una nueva percepción por parte

de los propietarios en cuanto a los beneficios que pueden obtener si aprovechan sustentablemente sus territorios mediante la instrumentación de alternativas productivas complementarias a las actividades económicas convencionales (INE, 2000; Retana, 2006).

Actualmente se reporta un padrón de 13,027 UMA (2,784 de manejo intensivo y 10,243 de manejo en vida libre), que suman una superficie conjunta de 38.9 millones de hectáreas (ha), superando los 25.4 millones de há que comprenden las 176 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, esto significa que aproximadamente el 19.8% del territorio nacional está siendo administrado bajo el esquema UMA (SEMARNAT, 2018). En este sentido, el presente estudio se condujo con el objetivo general de evaluar si un agroecosistema tropical manejado bajo el esquema de UMA extensiva favorece el aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre y puede consolidarse como una alternativa productiva que contribuya al desarrollo local.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Se trabajó en el ejido Carlos Cano Cruz, que se localiza al sureste del municipio de Campeche, México, entre las coordenadas 19° 22' 17.9'' N y 89° 52' 56'' W (figura 1). El clima es cálido subhúmedo, con presencia de humedad de suelo, que se presenta por cinco meses anuales, con precipitación media anual de 1100 mm. Para el municipio en general, las temperaturas son normalmente estables y elevadas, siendo los meses más calurosos mayo y junio, y los más frescos diciembre y enero. La temperatura media anual es de 26.8 grados centígrados; el promedio más alto es de 29.6°C y el más bajo de 23.2°C (INEGI, 2010). Con respecto al tipo de suelos, se encuentran los litosoles (*tsek'el* en maya) compuestos por tierra y piedra; luvisoles y redzinas (*ka'kab*) caracterizados por su color rojizo y vertisoles (*ya'axhom*), con tierra parda o negra, este último presenta las condiciones más favorables para la producción agrícola. (INEGI, 2010).

El 28 de enero de 1993 se constituyó como centro de población ejidal, mediante sentencia emitida por el Tribunal Superior Agrario. La gran mayoría de los pobladores llegó al estado por un convenio entre el gobierno de Tlaxcala y Campeche en noviembre de 1989, actualmente cuenta con una población de 280 habitantes, el régimen de propiedad es el parcelario. Las actividades económicas primarias son la agricultura de soya, sorgo y maíz; así como la ganadería de borregos y la apicultura, un grupo reducido de habitantes son asalariados de la empresa agropecuaria Santa Genoveva (INEGI, 2010). En el año de 1998 la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT le otorga el registro de UMA con la clave CR-EX-1610-CAM, contando con 30 socios y una extensión de 9 mil hectáreas (há) que corresponden al

90% del territorio comunal. A partir del año 2000 inician formalmente las actividades de cacería deportiva en los terrenos forestales y mecanizados del ejido.

Trabajo de campo

Durante 2013 a 2015, como parte del proyecto de investigación: “Aprovechamiento Integral bajo el Esquema de UMAs Comunitarias, como estrategia de Conservación de la Fauna Silvestre y Fortalecimiento de las Capacidades Locales de Desarrollo-FOMIX-CAMP-2010-C01-146243”, se trabajó en la caracterización ambiental del territorio considerando el sistema de unidades de paisaje para referir aquellas porciones del agroecosistema que se pueden diferenciar claramente debido a sus características ecológicas como resultado de los procesos naturales o antrópicos (Council of Europe, 2009). Paralelamente se realizó el monitoreo de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), empleando los métodos convencionales de campo para el registro directo e indirecto.

Para la evaluación sobre el aprovechamiento de las especies de importancia cinegética se consultaron los expedientes relativos a 12 temporadas de caza (2000-2012) en la SEMARNAT-Delegación Campeche, obteniendo los datos de conteo de individuos, tasa de aprovechamiento solicitada y tasa autorizada por especie.

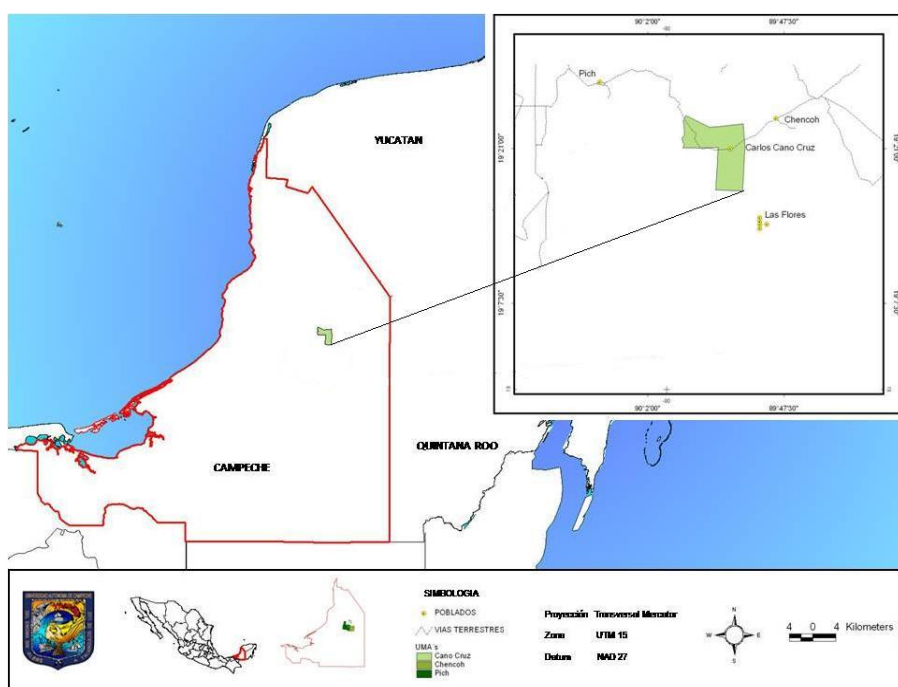


Figura 1. Localización del área de estudio, Ejido Carlos Cano Cruz, Campeche.

Resultados y discusión

Caracterización del Agroecosistema en unidades de paisaje

Se reconocieron cuatro unidades de paisaje; 1) Mecanizados, 2) Aguadas, 3) Lomeríos y 4) Comunidades vegetales. Estas unidades son determinantes en la estructura y dinámica del agroecosistema que es manejo bajo el esquema de UMA extensiva.

Mecanizados. De las 9650 ha que integran el ejido Cano Cruz, aproximadamente 3500 ha corresponden a los mecanizados (figura 2), por lo que constituyen una de las cuatro unidades del paisaje que caracterizan este territorio comunitario manejado bajo el sistema de UMA. La mecanización en Cano Cruz se inició en el año de 1995 cuando el gobierno estatal les desmonto tres mil ha para cultivo, sin embargo, fue con la llegada de las colonias menonitas en el año 2000 que se inició formalmente la mecanización ya que rentaron sus tractores o tierras para cultivar maíz y sorgo. Dejando a atrás el sistema de siembra de maíz indio de a tres matitas por metro cuadrado mediante el sistema de roza, tumba y quema, pues lo más que se podía sembrar era una hectárea (Villegas y Solís, 2013).

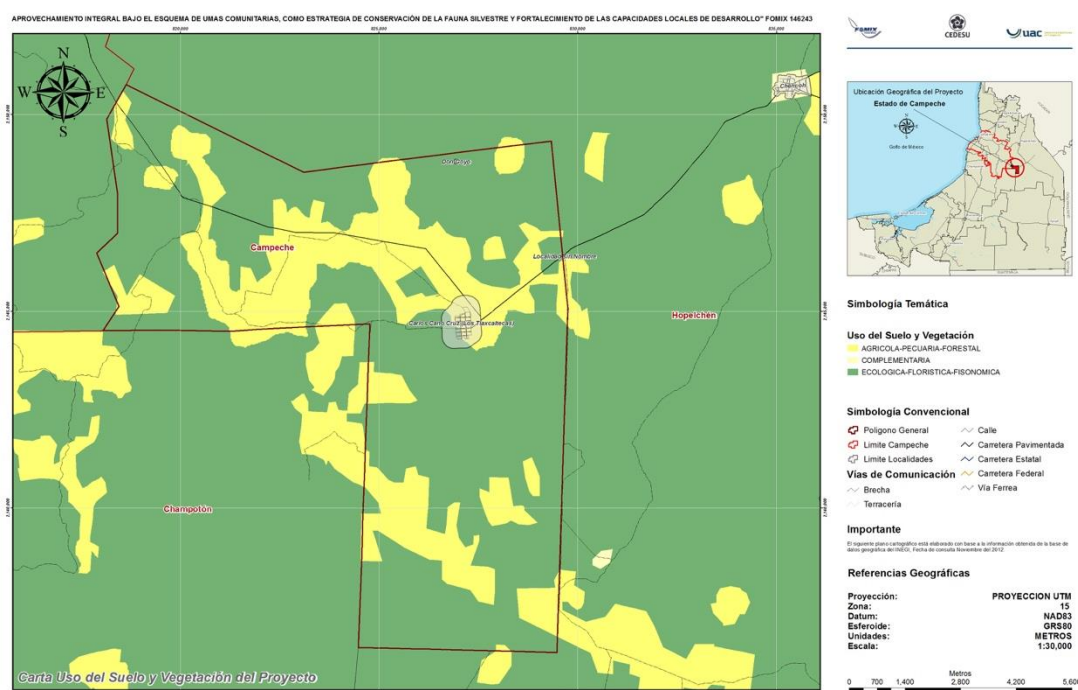


Figura 2. Superficie y distribución de los mecanizados (áreas claras) y comunidades vegetales en el territorio del ejido y/o UMA Cano Cruz.

Los mecanizados se ubican en las planicies no indudables en las que se ha desmotando la vegetación original para ser utilizadas en labores agrícolas. En la UMA de Cano Cruz pueden encontrarse mecanizados de un par de hectáreas hasta más de 30 hectáreas, esta variación se debe principalmente a los lomeríos circundantes de la planicie y a las condiciones de pedregosidad. El tipo de suelo dominante en los mecanizados es el tipo vertisoles, que corresponde a las planicies kársticas y acumulativas, la cubierta vegetal que originalmente se presentaba era la selva mediana subperennifolia. A pesar de ser suelos con alto contenido de materia orgánica se considera un tipo de suelo pesado para la agricultura por ser arcillosos, lo que los torna muy pegajosos cuando se humedecen y muy duros durante la temporada de secas, por lo que únicamente son labrados al comienzo de la temporada de lluvias (Bautista *et al.*, 2011). En Cano Cruz se han manejado cultivos rotativos, que consiste en sembrar cada año diferentes tipos de semillas, ya que esta sucesión y en especial la variación de residuos orgánicos en el suelo evita la proliferación de plagas y favorece una mayor heterogeneidad de la materia orgánica en el suelo, ya que los residuos de cada tipo de cultivo varían química y biológicamente (Flores, 2010). Actualmente se cultiva soya, sorgo y maíz (figura 3), y se tienen destinadas pequeñas áreas para el cultivo de calabaza y frijol.



Figura 3. Mecanizado con cultivo de sorgo y parte de la comunidad vegetal circundante correspondiente a la Selva Mediana Subperennifolia. (Foto: Oscar Retana, 2014).

Comunidades vegetales. En Cano Cruz se presentan tres tipos de comunidades vegetales (Flores y Espejel, 1994).

a) Selva baja perennifolia (inundable). Este tipo de vegetación abarca una amplia extensión de la región, se caracteriza por desarrollarse en suelos de tipo akalché que se caracterizan por inundarse durante la temporada de lluvias. El estrato arbóreo de esta selva está constituido por individuos con altura promedio de siete metros, registrándose con mayor frecuencia asociaciones de tintal (*Haematoxylum campechianum*), sakpaj (*Byrsonima bucidaefolia*) y jícaro (*Crescentia cujete*).

b) Selva mediana subcaducifolia. Esta comunidad vegetal predomina en la zona de lomeríos y se desarrolla en suelos pedregosos, pero con una pequeña capa de materia orgánica, posee afloramiento de rocas calcáreas. Está constituida por árboles cuya altura promedio oscila entre 10 a 20 metros y se caracteriza porque el 50% de las especies pierden sus hojas en la temporada de secas. Como especies dominantes se encuentran el Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), Sak pixoy (*Trema micrantra*), Jabin (*Piscidia piscipula*), Chaká (*Bursera simaruba*) y Puckte (*Bucida buceras*).

c) Selva mediana subperennifolia. Aunque es la comunidad vegetal más extendida del paisaje también ha sido la más impactada. Se asocia a pendientes moderadas donde el escurrimiento superficial es rápido. El 25% de los árboles se quedan sin hojas durante la temporada de secas y tienen una altura media de 25 a 35 m, las palmas son un elemento importante en este tipo de selva, aunque las especies dominantes son el chicozapote (*Manilkara zapota*), el ramón (*Brosimum alicastrum*) y el Guayacan (*Guaiacum sanctum*).

Aguadas. En la zona de estudio se registraron 10 aguadas, que es el nombre local para referir a un sistema de cuerpos de agua superficiales que se forman principalmente en los bajos inundables llamados en maya “akalchés”. Las aguadas son una unidad de paisaje fundamental en el agroecosistema ya que constituyen la única fuente superficial del recurso hídrico durante la temporada de secas, conformando un tipo de oasis para diversas especies animales que encuentran refugio en estos sistemas, así como espacios para alimentación y reproducción a lo largo del año. La forma y estructura de las aguadas es usualmente circular u ovalada, aunque pueden variar en tamaño y profundidad conforme a las características bióticas y abióticas de cada aguada, así como a la época del año pues durante la temporada de lluvias se cargan de agua y pueden inclusive desbordarse y tener un impacto local de 200 metros cuadrados. Por el contrario, durante el periodo de secas ciertas aguadas se ven comprometidas, según la duración anual de la sequía, ya que su espejo de agua puede reducirse a menos de 10 metros cuadrados.

Lomeríos. Constituyen un elemento importante en la estructura geomorfológica del territorio de Cano Cruz, se compone de un conjunto de lomas con diferentes niveles altitudinales con respecto a su nivel base oscilando entre los 20 a 100 metros. Se clasifican como un ambiente morfogenético de tipo disolutivo y residual, desde el punto de vista geomorfológico se consideran lomeríos karstificados ya que se desarrollan sobre rocas calizas y sus cimas con redondeadas. Los lomeríos que cruzan el área de la a UMA de Cano Cruz pertenecen a la subprovincia fisiográfica del centro y sur del estado denominada región de los Chenes y Meseta de Zoh Laguna. (Palacio et al., 2011).

Monitoreo de la Fauna Silvestre

Un componente integral de las comunidades vegetales y del agroecosistema lo constituyen las comunidades faunísticas, en el territorio de Cano Cruz se registró una composición de 12 especies de anfibios, lo que corresponde al 57 de la riqueza de especies reportadas para el estado Campeche. Siendo las más comunes la rana leopardo (*Lithobates brownorum*), el sapo gigante (*Chaunus marinus*) y el sapo común (*Ollotis valliceps*). En cuanto al grupo de los reptiles se reportan 42 especies (47% de la riqueza de especies reportadas para Campeche), entre las que destacan por ser común observar como parte del paisaje; la iguana gris (*Ctenosaura similis*), así como las serpientes conocidas en maya como Och-can (*Boa constrictor*) y Tzabcan (*Crotalus tzabcan*). (Lee, 1996). En lo que respecta al grupo de las aves, se tuvo un monitoreo de 123 especies de las 489 reportadas para el Estado de Campeche, destacando la presencia del pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), la paloma aliblanca (*Zenaida asiatica*), el chel (Cyanocorax yucatanicus) (Howell y Webb, 1995). El grupo de los mamíferos está representado en la región por 81 especies lo que representa el 77% de la mastofauna reportada a nivel estatal (Reid, 2005), siendo común observar en el territorio y en particular en los mecanizados al pecarí de collar (*Pecari tajacu*); el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el temazate (*Mazama pandora*) y el tejón (*Nasua narica*).

Aprovechamiento cinegético

La iniciativa de constituir el ejido Carlos Cano, en especial los mecanizados, como UMA se genera como consecuencia del constante deterioro a los cultivos causado por los cazadores ilegales que entraban a los mecanizados con vehículos cuatro por cuatro dejando restos de los animales matados. En el año de 1998 la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT le otorga el registro de UMA con la clave CR-EX-1610-CAM. Con esta acción se colocan letreros como UMA y se inicia un proceso local de vigilancia y denuncia a PROFEPA con lo cual se logra controlar la caza furtiva. No obstante, el deterioro de los cultivos continuo por los animales silvestres que entraban a alimentarse, lo cual condiciono se trabajará en solicitar tasas de

aprovechamiento cinegético a partir del año de 1999, formando un contrato con un prestador de servicios encargado de traer al grupo de cazadores nacionales y extranjeros.

En la UMA de Carlos Cano Cruz se han aprovechado bajo la modalidad de cacería deportiva un total de 12 especies de fauna silvestre, de estas siete son aves (58.3%) y cinco mamíferos (41.7%). Las aves con importancia cinegética son: el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), la chachalaca (*Ortalis vetula*), la codorniz (*Colinus nigrogularis*), el tinamú canelo (*Crypturellus cinamomeus*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), la paloma huilota (*Z. macroura*), y la paloma morada (*Patagioneas flavirostris*). Pertenecen a tres órdenes (galliformes, columbiformes y tinamiformes) y cuatro familias (Phasiandae, Cracidae, Columbidae y Adontophoridae). Los mamíferos aprovechados en la UMA son el conejo cola de algodón (*Sylvilagus floridanus*), el tejón (*Nasua narica*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el venado temazate (*Mazama americana*).

Durante las 12 temporadas de caza (2000-2001 a 2011-2012) que se evaluaron, en la UMA de Carlos Cano Cruz se ha tenido un aprovechamiento cinegético de 1,568 individuos pertenecientes a 12 especies de fauna silvestre (siete aves y cinco mamíferos). El 99.43% de los organismos cazados corresponde al grupo de las aves, siendo los valores más altos para el pavo ocelado con 401(26%) individuos aprovechados; así como las palomas de alas blancas, huilota y paloma morada, con 590, 270 y 180 individuos cazados respectivamente. Estas cuatro especies de aves representan conjuntamente el 66.33% de los animales cazados durante las 12 temporadas. En lo que respecta a los cinco mamíferos, el temazate es la especie que ha tenido un mayor aprovechamiento cinegético en la UMA, reportando 64 individuos cazados que representan el 62% del total de mamíferos cazados. En lo que respecta al venado cola blanca, pecarí de collar, tejón y conejo, solo registran aprovechamientos parciales en ciertas temporadas y conjuntamente representan el 38% de los mamíferos aprovechados durante las 12 temporadas de caza.

El aprovechamiento cinegético en la UMA de Cano Cruz ha pasado por proceso de apropiación y comprensión local en torno a los beneficios económicos y de conservación que representa el manejar su territorio bajo el esquema de UMA. Asimismo, tras 12 años de experiencia se ha logrado posicionar al pavo ocelado y venado temazate como dos especies con alta importancia cinegética a nivel internacional y nacional, esto debido a que durante los últimos 10 años se ha registrado un incremento poblacional de diversas especies faunísticas, entre estas el pavo ocelado y el temazate. Este incremento de individuos de fauna silvestre, se debe en parte a la heterogeneidad del agroecosistema, dada por las unidades del paisaje (agroforestales) y en especial la disponibilidad de agua y alimento a partir de los mecanizados (áreas de cultivos), ya que los pobladores han comprendido que la pérdida de una porción de

sus cultivos realmente representa una ganancia, ya que esto se reditúa con el beneficio económico que reciben por la temporada de caza, aunado a que pueden recibir un bono extra si en su parcela se caza un pavo ocelado o un temazate. Lo cual ha favorecido que los pobladores y socios de la UMA cuiden el monte (selva), las aguadas y además dejen parte de sus cosechas de maíz, frijol, sorgo y soya para que distintas especies de la fauna silvestre lo aprovechen. Otros factores que han sido determinantes son la conservación del hábitat natural como zonas de refugio, descanso y reproducción, así como la participación constante de los pobladores del ejido en el control de la cacería furtiva.

Esto ha llevado a la UMA Cano Cruz se ubique como una experiencia exitosa en el manejo y aprovechamiento cinegético, en especial de pecarí de collar, temazate y pavo ocelado, obteniendo la distinción como uno de los 100 casos de éxito en conservación del Patrimonio Natural de México (Carabias *et al.*, 2010). Asimismo, a nivel internacional se reconoce como uno de los destinos clave en turismo cinegético del circuito Gran Slam de Pavos Mexicanos, avalado por la National Wild Turkey Federation. En este sentido, la UMA Cano Cruz junto con la UMA Las Flores (Colonias menonitas), son los sitios de referencia para la cacería del pavo el ocelado (figura 4), que es endémica de la Península de Yucatán, y cuyos conteos actuales de sus poblaciones reportan parvadas de más de 400 individuos en los territorios contiguos de ambas UMAs, las cuales se han logrado mantener por la disponibilidad de alimento que generan los mecanizados, aunado a la heterogeneidad de hábitat que se ha conservado y el recurso hídrico existente en las aguadas (Figura 5).



Figura 4. Muestra del aprovechamiento cinegético de pavo ocelado en la UMA Cano Cruz. (Foto: Aurelio Sánchez, 2018).



Figura 5. Muestra de un grupo de aproximadamente 70 individuos de pavo Ocelado alimentándose en un mecanizado. (Foto: Aurelio Sánchez, 2018).

Conclusiones

El manejo de agroecosistemas tropicales bajo el esquema de UMA puede generar beneficios económicos, sociales y ambientales, si se asegura la capacitación local para la apropiación de un plan de manejo integral del territorio que facilite la implementación de alternativas productivas no convencionales complementarias al aprovechamiento cinegético, con lo cual se favorezca e incremente el aprovechamiento sustentable y conservación de los recursos presentes en los territorios comunitarios manejados como UMAs.

El reconocimiento que posee a nivel estatal e internacional la UMA Cano Cruz se debe en primer término al proceso de valorización local en torno a ubicar el aprovechamiento cinegético como una alternativa productiva que está contribuyendo a la economía familiar, así como a la participación activa y capacitación técnica del representante de la UMA para comprender y dar continuidad al proceso de manejo y conservación de la fauna silvestre presente en este territorio comunitario por más de 17 años.

Agradecimientos

Se agradece al fondo mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Campeche el apoyo otorgado para la realización del proyecto de investigación: Aprovechamiento Integral bajo el Esquema de Umas Comunitarias, como estrategia de Conservación de la Fauna Silvestre y Fortalecimiento de las Capacidades Locales de Desarrollo-Fomix-CAMP-2010-C01-146243.

Referencias

- Bautista F et al. 2011. Suelos. Pp. 20–26 in *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado* (G. Villalobos y J. Mendoza, Coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Carabias J, Sarukhán J, De La Maza J, Galindo C. 2010. *Patrimonio Natural de México. Cien casos de éxito*. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México
- Council of Europe. 2009. *European landscape convention. 5th conference of the council of Europe on the European landscape convention. Document of the Secretariat General Cultural heritage, landscape and spatial planning*. Strasbourg, France.
- Flores S Espejel I. 1994. *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3*. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Flores JS, Sánchez MC. 2010. *Diversidad florística*. Pp. 201–213. En: *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. (G. Villalobos y J. Mendoza, Coords.). CONABIO-Gobierno del Estado de Campeche- Universidad Autónoma de Campeche-El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Campeche, México.
- Howell G, Webb S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. New York. Oxford University Press.
- INE. 2000. *Estrategia Nacional para la Vida Silvestre. Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000*. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F.
- INEGI. 2010. *Prontuario de información geográfica del municipio de Campeche*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Campeche, México.
- Lee JC. 1996. *The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula*. Comstock Publishing Associates Cornell University Press. New York, U. S.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems And Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, D. C. 86 p.
- Palacio AG, Bautista F, Ortiz M. 2011. *Relieve*. Pp. 8–15 in *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado* (G. Villalobos y J. Mendoza, Coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Reid F. 1997. *A Field guide to the Mammals of Central America and Southeast México*. New York. Oxford University Press.

- Retana GO. 2006. Fauna Silvestre de México. Aspectos Históricos de su Gestión y Conservación. Fondo de Cultura Económica-Universidad Autónoma de Campeche. México, D.F.
- Sarukhán J, Koleff P, Carabias J, Soberón J, Dirzo R, Llorente-Bousquets J et al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SEMARNAP. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. México.
- SEMARNAT. 2018. Sistema de unidades de manejo. [www.semarnat.gob.mx: 20 de septiembre de 2018].
- Villegas SJ, Solís A. 2013. Historias compartidas: Ejido Carlos Cano Cruz. Plaza y Valdés S. A. de C. V. México, D. F.

Análisis de Diferentes Técnicas para la Recolecta de Propóleo Apegándonos a la NOM-003-SAG/GAN-2017

L. R. Martínez-Pérez de Ayala¹, J.R. Tucuch-Tun¹, T.A. Cruz-Sánchez², M.M. Canales-Martínez³, J.G. Penieres-Castillo², B. Rodríguez-Pérez²

Resumen. En el presente trabajo se analizan los distintos métodos publicados en la literatura para la recolección de propóleo empleados en diferentes partes del mundo, realizando una valoración de las ventajas y desventajas de su aplicación, e incluyendo el rendimiento de propóleo obtenido con cada uno de ellos, apoyándonos en las experiencias adquiridas durante los últimos años en el estado de Campeche.

Palabras clave: *Apis mellifera*, colecta, propóleo, trampas.

Introducción

El cuidado y aprovechamiento de los productos de las abejas en México, se remonta a épocas prehispánicas, donde las diferentes culturas existentes tales como las Mayas, Tarascos, Lacandones, Olmecas y Populucas cultivaban a las abejas sin aguijón (Meliponinos), con fines alimenticios, medicinales y religiosos (Echazarreta *et al.*, 2002).

La apicultura tecnificada se inició aproximadamente en el año 1920, basándose principalmente en el uso de cubos de madera, marcos móviles, cera estampada, técnicas de manejo estacional, industrialización de los productos de la colmena, así como la introducción de otras razas de abejas más productivas, lo cual volvió más rentable esta actividad (Coronado, 1996). La apicultura moderna se desarrolla a partir de las primeras exportaciones de miel alrededor de 1950. Para esta fecha se establecen dos regiones productivas en México, una en el altiplano donde se instaló la empresa Miel Carlota y la otra en la Península de Yucatán, (Empresa Miel Yucatán, S.A.), aunada a otras empresas familiares (Echazarreta *et al.*, 2002).

¹Dirección General de Postgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Campeche.

²FES Cuautitlán-Universidad Nacional Autónoma de México

³FES Iztacala- Universidad Nacional Autónoma de México

*Autor para la correspondencia: lrmartin@uacam.mx

Por otro lado, hay que recordar que la apicultura aporta el 40% de la producción nacional de miel y del inventario apícola, representando la miel para la península de Yucatán, al producto agropecuario que genera más divisas, para la región.

La gran fluctuación en los costos en los que se ha estado cotizando la miel de abeja en los últimos años, ha hecho que los apicultores le presten más atención a los otros productos de la colmena, como son el polen, la jalea real, la cera, el veneno y el propóleo. De este último la demanda en el mercado mundial, se ha incrementado (Breyer, 1994), por sus múltiples características como son: la actividad antibacteriana, antioxidante, antiinflamatoria y cicatrizante, así como por sus acciones antiparasitaria, inmunoestimulante y antiséptica, entre otras, (Asís, 1989). Diversos investigadores y apicultores se han dedicado a la tarea de estudiar y validar el propóleo para la producción de fórmulas medicamentosas, nutritivas y cosméticas, necesitando para ello contar con preparados de dosificación precisa como lo son: tinturas, extractos, soluciones inyectables, cremas, ungüentos y cápsulas, entre otras formas de productos terminados (González – Guerra y Bernal-Méndez, 1997).

Los principales países productores de propóleo en el mundo son: China, Brasil, Argentina, Cuba, Chile, Uruguay y Canadá, así como, los países importadores que captan dicha producción son: Japón, Dinamarca, Francia, Alemania, Hungría, Ucrania y Estados Unidos de Norte América, entre otros (Groppa, 1998). Cabe señalar que el número de países consumidores de propóleo va en aumento.

La extracción y procesamiento del propóleo en México se ha estado realizando en forma aislada por parte de algunos apicultores e industriales, los cuales lo han empleado en la elaboración de jarabes y tinciones principalmente, los cuales se pueden observar en los anaqueles de algunas tiendas naturistas y en forma rara en farmacias.

La limitada producción de propóleo se debe también al tipo de apicultura practicado en nuestro país, la cual se enfoca principalmente a la extracción de miel. Paralelamente, el desconocimiento por parte de los apicultores de la técnica de extracción de este producto apícola o en algunos casos la ignorancia acerca del valor de dicha resina y por otro lado la falta de empresas que demanden la compra, contribuyendo al lento desarrollo de su producción y uso.

Antecedentes

El término propóleo es derivado de dos palabras griegas, *Pro*, que significa antes y *Polis*, ciudad, y es empleado en el sentido de defensa de la colmena “ciudad de las abejas” (Rosa-Agostinho, 1996; Hoffmann *et al.*, 1998).

El propóleo es una mezcla de sustancias resinosas, gomosas y balsámicas, cuyo color varía del pardo-rojizo al amarillo-verdoso, de sabor amargo y consiste básicamente de exudados de diferentes plantas que las abejas combinan con secreciones mandibulares

y cera (Malaspina y Palma, 1998). Esto último es soportado por recientes descubrimientos, en cuanto al contenido de ácidos grasos de origen animal, en muestras de propóleo fresco (Palma y Malaspina, 1999).

El conocimiento del propóleo por el hombre es más reciente que el de la miel, sin embargo, su uso se remonta a varios milenios antes de nuestra Era (Donadieu, 1980). En el Egipto antiguo (algunos milenios antes de Cristo), el propóleo era bien conocido por los sacerdotes en cuyas manos se hallaba la técnica de la momificación de cadáveres (Makashvili, 1975).

Las abejas utilizan el propóleo dentro de la colonia con diversos fines, como el embalsamado de los intrusos muertos dentro de la colmena, tapar grietas o hendiduras de la colonia, disminuir el acceso de la piquera, alisar asperezas, esterilización de la colmena y las celdas donde la reina pondrá los huevos, aislante térmico, fijar los panales a los cuadros o ramas de los árboles, evitar la vibración de los panales e impermeabilidad (Negri *et al.*, 1998).

Producción de propóleo.

Existen tres de factores que influyen en la producción y calidad del propóleo:

- Los inherentes a las abejas (la raza y características genéticas de las abejas, la conducta propolizadora de la colonia)
- El medio ambiente en el cual se encuentra ubicada la colmena (incluyendo la flora circundante al apiario).
- La técnica de recolección utilizada por el apicultor.

De este último grupo de factores es de los que nos ocuparemos en particular a continuación.

Técnicas de recolección del propóleo

Actualmente existen diferentes técnicas de recolección de propóleos, las cuales influyen en los rendimientos obtenidos de este producto apícola por colmena e incluyen desde las rejillas o mallas plásticas hasta los métodos promotores de cortinas de propóleo (SAGARPA, 2017; Figura, 1), las cuales se describen a continuación:

Fundamento

Estos métodos aprovechan la tendencia de las abejas a cubrir grietas, orificios o cualquier material extraño a la colmena con propóleo.

Rejillas y mallas plásticas

El uso de esta técnica conlleva la aplicación de más esfuerzos por parte del apicultor, debido a que las rejillas o mallas plásticas deben tener 41 cm de ancho por 51 cm de largo, y se colocan entre la caja y la tapa de la colmena dejándola por un período de uno a dos meses, efectuando inspecciones periódicas con el fin de verificar el proceso

de propolización de la misma. Cuando se encuentra completamente propolizada es retirada, enrollándose y amarrándose con una liga de hule o un hilo de algodón, guardándola en una bolsa de plástico de color oscuro para evitar la contaminación de la resina y su deterioro por influencia de la luz del sol. Posteriormente, se deposita en un congelador a -20°C de temperatura por un período de 24 horas. Al término de este tiempo, la rejilla o malla se retira y en una mesa limpia, cubierta con papel estraza, se desenrolla y se procede a la extracción del propóleo mediante la fricción de esta. Cada dispositivo puede llegar a coleccionar hasta 100 g de propóleo, llegando a acumular por temporada hasta 500g a 1000g (Machado de Morales *et al.*, 1995).

Cabe señalar que las rejillas o mallas utilizadas no deben de presentar orificios mayores de dos milímetros (Machado de Morales *et al.*, 1995). Crane (1990), menciona que las redes plásticas con orificios de tres milímetros son ampliamente usadas en Hungría. Del mismo modo cita a Ochi (1981), quien recomienda las redes de nylon con orificios de 1.6 a 2.4 mm, reportando una producción de 50g por colmena entre los meses de junio a noviembre. También menciona que Andrich y colaboradores (1987) señalan una producción por colonia que va desde los 10g hasta 158g durante el verano.

Métodos promotores de cortinas de propóleos

Estos métodos se basan en crear hendiduras de uno o dos centímetros de abertura en las cajas de las abejas o en las uniones de estas.

Colmena propolizadora inteligente (CPI)

Esta técnica constituye una respuesta efectiva que revoluciona la producción de propóleo, de ahí que alcanzara el primer lugar en el concurso de Innovaciones Tecnológicas durante el Congreso Brasileño de Apicultura celebrado en Teresina, Piauí, en 1996.

La CPI es una colmena Langstroth o Jumbo adaptada especialmente para estimular el instinto propolizador de las abejas a través de aberturas regulares en los laterales del sistema. El principio del funcionamiento de la CPI es muy simple, pero demanda una asistencia intensiva y regular a las colmenas. En condiciones óptimas una buena colmena puede producir hasta 1000g de propóleo por mes (González – Guerra y Bernal-Méndez, 1997).

Colmena pirassununga

Este tipo de colmena fue inventado por el brasileño Carlos Eduardo Conceição (2000). Tiene la forma de un estuche que va acoplado a las cajas de la colmena. El objetivo de este tipo de colmena es el de incitar a las abejas a producir propóleo. Tiene una abertura inicial de dos centímetros ubicada en el centro de ambas caras laterales de la caja. Esta abertura estará propolizada aproximadamente en una semana. Cada semana se deberá

cortar la barra propolizada sin desprenderla, esto con la finalidad de ampliar nuevamente la abertura dos centímetros más por lado para alcanzar cuatro centímetros. Y en un plazo de 26 a 30 días dependiendo de las condiciones climáticas se tendrá una barra totalmente propolizada con un peso aproximado de 100 g que puede ser retirada de la colmena. Puede llegar a producir hasta 1200 gr. por año.

Cuadros

Este sistema está constituido por dos tablas en tiras del largo de los laterales de la colmena y dos cuadros de madera de entre uno ó dos centímetros de grosor, los cuales se insertan en los laterales de las alzas melarías, para que las abejas cierren con propóleo las hendiduras. Para la recolecta de la resina se quitan de las cajas y se les retira el propóleo, procediendo a colocarlas de nuevo. Se tienen reportes de producciones hasta por 6300g por colmena año.

Marcos

Son marcos de madera con hendiduras de uno ó dos centímetros de abertura a lo largo de ellos que las abejas llenan de propóleo, se colocan preferentemente entre la tapa y el alza. Para la recolecta de las resinas se retiran de la colmena y se coloca otro, los marcos con propóleo se colocan en bolsas de color oscuro y se trasladan al centro de acopio para su extracción, donde se congela por 24 horas para facilitar su recolecta. Se considera un rendimiento de 900g por colonia año.



Figura 1. Diversos métodos de colecta de propóleos contemplados en la NOM-003-SAG/GAN-2018: A). Rejillas plásticas, B). Colmena Propolizadorá Inteligente “CPI”, C). Colmena Pirassununga, D). Marco Propolizador, E). Cuadro Propolizador y F). Método Propolizador Campechano.

Método propolizador campechano

Es un método simple que consiste en la colocación de dos tablillas de madera de 2 X 3 X 45 cm de alto, ancho y largo respectivamente, mismas que se colocan entre la cámara de cría y el alza (Martínez *et al.*, 2005) La colecta se efectúa semanalmente utilizando un cuchillo de acero inoxidable para cortar el propóleo y un recipiente de plástico de boca ancha con tapa de capacidad de un litro para depositar el propóleo colectado. Producción aproximada 960 g.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los métodos utilizados para la recolecta de propóleo.

Método	Ventajas	Desventajas
Rejillas Plásticas	Costo moderado. Fácil colocación. No permite el Pillaje. No requiere mover la colonia hasta que esté llena.	Propóleo con alto contenido de cera. En climas tropicales se dificulta la extracción del Propóleo. Se requiere de congeladores de gran capacidad.
Colector Propolizador Inteligente	Propóleo de buena calidad. Fácil cosecha. Alta producción.	Colector artesanal alto costo. Colmena debilitada. Riesgo de perder el propóleo almacenado por derretimiento. Riesgo de pillaje. La cara de los panales expuestos los propólizan.
Colector de Propóleo Pirassununga	Propóleo de buena calidad. Fácil cosecha. Alta producción.	Colector artesanal alto costo. Colmena debilitada. Riesgo de perder el propóleo almacenado por derretimiento. Riesgo de pillaje. La cara de los panales expuestos los propólizan.
Cuadros Colectores de Propóleo	Bajo costo. Propóleo de buena calidad. Fácil cosecha. Alta producción.	Tienes que dañar las cajas haciéndoles hendiduras. Riesgo de pillaje. La cara de los panales expuestos los propólizan.
Marco Colector de Propóleo	Costo moderado. Propóleo de buena calidad. Fácil cosecha. Buena producción.	Tienes que abrir las colonias cada que vas a retirar los marcos. Riesgo de pillaje. Si quisieras poner marcos entre la cámara de cría y la alza tendrías que abrir toda la colonia.

Método Campechano	Propolizador	Bajo costo. Propóleo de buena calidad. Fácil cosecha. Alta producción.	Riesgo de pillaje. Para colocar las tablitas tienes que abrir la colonia.

Conclusiones

Con base en los métodos anteriormente descritos podemos concluir lo siguiente:

1. La técnica que presenta mayores ventajas en cuanto a la producción, calidad y menor infraestructura requerida es la trampa propolizadora Campechana.
2. En segundo lugar, ubicaríamos el Marco colector de propóleo, seguido de los cuadros colectores de propóleo.
3. Seguidamente las Rejillas Plásticas por el alto costo de la infraestructura, elevado número de horas de mano de obra requerida para su extracción y una mediana producción de resinas.
4. Por último, la Pirassununga por el costo de la trampa y el que dañe las caras de los panales expuestos, junto con la trampa CPI, ya que conlleva un mayor costo y cuidado por el número de tabillas que la componen.

Referencias

- Asís M. 1989. *Propóleo: El oro púrpura de las abejas*, Centro de Información y Documentación Agropecuaria, Habana, Cuba. p. 253
- Breyer HFE. 1994. Producao, coleta, limpeza, acondicionamento e comercializaçao de própolis bruta de abelhas *Apis mellifera* L., En: Anais do X Congresso Brasileiro de Apicultura, Egea-Soares A. E. y De Jong D. (eds.), Pousada do Rio Quente-Goiás. :108-111.
- Conceicao C. 2000. Coletor de Propolis Pirassununga en Tecnología Apícola, Mensagem Doce –49– Propolis. Brasil, en línea: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/49/propolis.htm>.
- Coronado E. 1996. Historia de la Apicultura en México. Apitec. (1): 8-9.
- Crane E. 1990. Propolis, En: Bees and Beekeeping: Science, practice and world resouces; Comstock Publishing Associates, a Division of Cornell University Press, Ithaca, New York. : 458-461
- Donadieu Y. 1980. *La Propolis: Therapeutica Natural*, Maloine, S. A. Editeur, París. p.46
- Echazarreta, C, Arellano Rodríguez, J. A. y Pech Moo, C. (2002). *Apicultura en Mesoamérica*; Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán; Mérida. :47-54.
- González-Guerra A, Bernal-Méndez R. 1997. Propóleos, actualidad y perspectivas de su uso en apiterapia, *Memorias del 4^{to}. Congreso Internacional de Actualización Apícola*; Morelia, Mich.
- Groppa VH. 1998. Propóleos en el mundo: Situación de propóleos en Japón y su relación con Brasil, En: Primera Jornada Internacional Sobre Propóleos, Buenos Aires, Argentina. <http://www.oocities.org/sitioapicola/notas/propoleosenelmundo-groppa.htm>
- Hoffmann FL, García-Cruz CH, Carmello MT, Dutra AL, Vinturim TM. 1998. Determinação da actividade antimicrobiana “in vitro” de três productos farmacêuticos a base de própolis. Hig. Alim. 12 :57-60

- Machado de Morales R, Marques F, Alves MLT, Pessotti O. 1995. *Propolis*: Composicao, propriedades e usos, 3^{ra}. edicao, Associacao Modelo de Apicultura, Brasil. p. :22
- Makashvili ZA. 1975. De la historia de la utilización del propóleo, *En*: Harnaj V., Serban M., Graceanu R., Fernandes Arroyo M. P. y Aguar Monterde O. (eds.), *Propóleos: Investigaciones científicas y opiniones acerca de su composición, caracterización y utilización con fines terapéuticos*. Apimondia -:7-8
- Malaspina O, Palma MS. 1998. Propolis: Qualidade da producao ao consumidor. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Apicultura*, Bahia. :137-139
- Martínez LR, Delgado-Herrera MA, Rojas N, Casillas-Peñuelas R. 2005. Características Organolépticas y Rendimiento del Propóleo del Estado de Campeche, *En*: *Memorias del XIX Seminario Americano de Apicultura*, Campeche, Campeche. :143-151
- Negri G, Marcucci MC, Salatino A, Faria Salatino ML. 1998. Hydrocarbons and monoesters of propolis waxes from Brasil. *Apidologie* 29: 305-314
- Palma MS, Malaspina O. 1999. El propóleo, *Apitec*. 17: 6-10
- SAGARPA. 2017. NOM-003-SAG/GAN-2017, propóleos, producción y especificaciones para su procesamiento, *Diario Oficial de la Federación*. Tomo DCCLXIX No. 6 :27-35.

Biodiversidad de Vertebrados Terrestres en Plantaciones de Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Estado de Campeche

S.M.A. Mejenes-López^{1*}, C. Chávez-Chablé¹, J. Uco-Polanco¹, Q. Gramajo-Oahaca¹ y A. Vallarino-Moncada²

Resumen. Este trabajo aporta los primeros estudios sobre la diversidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) de tres empresas (Toka S.A. de C.V.; Oleopalma, Palmicultores La Sombra S.P.R. de R.L. y Palmas de Candelaria, SA. de CV.) ubicadas al sur-oeste del estado de Campeche. Durante los meses de agosto a noviembre del 2017 se realizó el muestreo con seis salidas de 15 días de duración cada una. Se clasificaron seis distintos tipos de ambientes (palma chica, mediana y alta, vegetación ruderal, vegetación riparia, pastizal y vegetación conservada) en cada predio para realizar intensivamente la búsqueda de las especies. La riqueza de especies es de 94 vertebrados con un total de 1371 individuos observados, distribuidos en 46 aves, seguido de mamíferos con 22 especies, 20 de reptiles y finalmente siete de anfibios, siendo la representación porcentual en relación con la del estado, de 9%, 18%, 20% y 33% respectivamente. La plantación con mayor diversidad considerando los cuatro grupos, es el rancho “Tres Cruces” con el 70%, rancho “Oxcan” con el 53% y la de menor los ranchos “El Profeta” y “Santa Petronila” con el 50%. Solo el 20% de las especies se comparten en los tres sitios. Se registran 20 especies en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y tres por UICN, lo que enriquece este trabajo. Como conclusión, es evidente que la expansión de las plantaciones de palma pone en riesgo la biodiversidad y el valor educativo de la naturaleza lo que se refleja en este trabajo en una baja diversidad de vertebrados terrestres.

Palabras clave: Anfibios, aves, mamíferos, palma africana, reptiles.

¹Laboratorio y Colecciones Biológicas de Vertebrados Terrestres del Instituto Tecnológico de Chiná, TecNM. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche, C.P. 24520, Chiná, Campeche, México.

²AVM Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Km. 6 Antigua Carretera a Progreso S/N, Mérida, Yucatán, México avallarinom@gmail.com

*Autor para la correspondencia: solmejenes@hotmail.com

Introducción

El cultivo de plantación más valioso del trópico desde el punto de vista económico (Henderson y Osborne, 2000) es el de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). esta plana es originaria del Golfo de Guinea en África Occidental. Este cultivo presenta mayor crecimiento en el aspecto territorial a nivel mundial (Tilman, 2001; Fitzherbert *et al.*, 2008) así como en lo económico principalmente para las comunidades rurales (Horton 2009), y en el aspecto ambiental, refleja una de las mayores amenazas a la biodiversidad en los trópicos, ya sea por pérdida de hábitats o uso de químicos peligrosos (Aratrakorn *et al.*, 2006; Koh y Wilcove, 2008). En el estado de Campeche la expansión de la palma de aceite es motivo de controversia por sus impactos ambientales y sociales (Isaac-Márquez *et al.*, 2016). Es importante señalar los orígenes de las plantaciones de palma en el estado de Campeche, tomando una reseña (Inédita) expuesta por el Ing. Rubén Escalante en el Diplomado Internacional de Palma Africana, llevado a cabo en el ITChiná (Diciembre 2016-abril 2017)...<< La inquietud por el cultivo de la palma de aceite en México es a partir de 1942, entrando al estado de Campeche en 1946 y cobra realmente importancia en 1996 bajo el Gobierno del Ing. Jorge S. Azar García, cuando se diseña el programa de plantaciones para la región sur y sureste en los estados de Chiapas, Campeche, y luego en Tabasco y Veracruz, lográndose plantar un total de 36,874 hectáreas, de las cuales en Campeche se establece el 16.2%.

La biodiversidad de vertebrados en México es muy amplia: la riqueza para la clase de anfibios cuenta con 375 especies entre ranas, sapos y salamandras terrestres y acuáticas (Flores y Canseco 2004; Frost 2008), los reptiles cuentan con 852 taxa entre los que se encuentran las tortugas, cocodrilos, serpientes, lagartijas y anfisbaenidos (Liner 2007), en el país existen 1070-1123 especies de aves acuáticas y terrestres (Gill y Donsker 2013) y 496 especies de mamíferos terrestres (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014) y 47 especies marinas, con lo cual la riqueza oscila entre 519, 525 y hasta 543 especies (Sánchez -Cordero *et al.*, 2014) por los reacomodos taxonómicos. Es de resaltar que los reptiles y anfibios tienen una proporción de especies endémicas de 57% y 65%, respectivamente y los mamíferos (terrestres y marinos) de 32%. Para el estado de Campeche se reportan 125 especies de mamíferos, de las cuales 110 son terrestres y 15 de afinidad acuática (Vargas-Contreras *et al.*, 2014; Vargas-Contreras *et al.*, 2015), 489 especies entre aves marinas y terrestres (Escalona-Segura *et al.*, 2010), 95 especies de reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2013) y 21 de anfibios (Campbell, 1998, Cerdeño *et al.*, 2006, 2010).

Ante la inevitable expansión de la palma de aceite, surgen las preguntas ¿Cuántas y qué grupos de vertebrados coexisten en las plantaciones de palma? ¿Cómo se ha visto afectada esta biodiversidad?, Estas preguntas deben considerarse prioritarias para

investigación, ante estos cuestionamientos, el presente estudio tiene como objetivos el desarrollar el primer acercamiento para conocer la diversidad alfa de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos, así como la abundancia relativa en tres plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en el suroeste del estado.

Material y métodos

Área de estudio

El estado de Campeche se encuentra en el sureste de la República Mexicana. La entidad representa el 2.8% de la superficie del territorio nacional, con una extensión de 56,859 km² (INEGI 2011), de ésta, el 39.7% se encuentra declarada como área natural protegida (cuatro de régimen federal y dos estatales), y poco más del 70% de la entidad se encuentra cubierta por importantes macizos forestales en diferentes grados de conservación, mientras que la superficie dedicada a actividades agropecuarias representa solamente una cuarta parte (Villalobos-Zapata y Mendoza 2010).

Las plantaciones donde se desarrollaron los inventarios del presente estudio pertenecen a tres empresas: Toka S.A. de C.V., Oleopalma, Palmicultores La sombra S.P.R. de R.L. y Palmas de candelaria, SA. de CV (Cuadro 1, Figura 1).

Cuadro 1. Descripción de los tres sitios de estudio y nombre de las empresas a las que pertenecen.

Nombre de la Plantación	Empresa	Ubicación	Coordenadas geográficas/Altitud	Área (has)
“Rancho Oxcan” (RO)	Toka S.A. de C.V.	Km 159 del tramo Villahermosa-Escárcega, a 3 kilómetros al suroeste del entronque rumbo a Palizada, municipio El Carmen, Campeche, México.	17°57'23.08"N-91°43'14.88"O, 17°59'1.61"N-91°41'51.53"O, 17°56'31.77"N-91°38'11.76"O 17°55'42.74"N-91°38'34.59"O entre 5 a 11 msnm.	3200 Muestreo de 1700 hectáreas con una plantación de palma de 2 a 6 años de edad y 50 Ha con una altura de 10 metros y una edad de 20 años.
“Rancho El Profeta” y “Santa Petronila” (PSP)	Oleopalma, Palmicultores La Sombra S.P.R. de R.L.	Carretera La Soledad- El Zapote a 18 kilómetros al suroeste del entronque Santa Adelaida carretera Jonuta-Palizada, Municipio de Palizada	18° 5'1.98"N-91°48'34.42"O, 18° 4'31.35"N-91°47'53.50"O, 18° 6'46.60"N-91°47'42.72"O 18° 6'46.71"N-91°48'14.40"O entre 3 a 6 msnm.	1700 distribuidas en cuatro polígonos diferentes, la mayor parte del cultivo tiene una edad de 5 años con 3 mts. de altura, un cultivo joven de 2 años y de 1 m. de altura. La finca cuenta con canales artificiales de agua.

“Rancho Tres Cruces” (TC)	Palmas de Candelaria, SA. de CV.	Carretera Federal 186 que va de Chetumal-Villahermosa en el tramo carretero Escárcega-Villahermosa a 15 kilómetros al NO del poblado Aguacatal. El Carmen,	18°20'29.14"N-91°24'17.70"O, 18°19'22.75"N-91°20'41.67"O, 18°14'22.21"N-91°22'57.03"O, 18°16'21.23"N-91°19'19.67"O entre 7 a 13 msnm	3200 distribuidas en dos fincas: una de 2100 Ha de cultivo bajo de tamaño no mayor a 2 mts. de altura de 2 a 3 años y 200 ha de selva no perturbada y otra finca de 1200 Ha de cultivo de 1 mts. de altura de 1 a 2 años, con un arroyo que guarda una vegetación riparia.

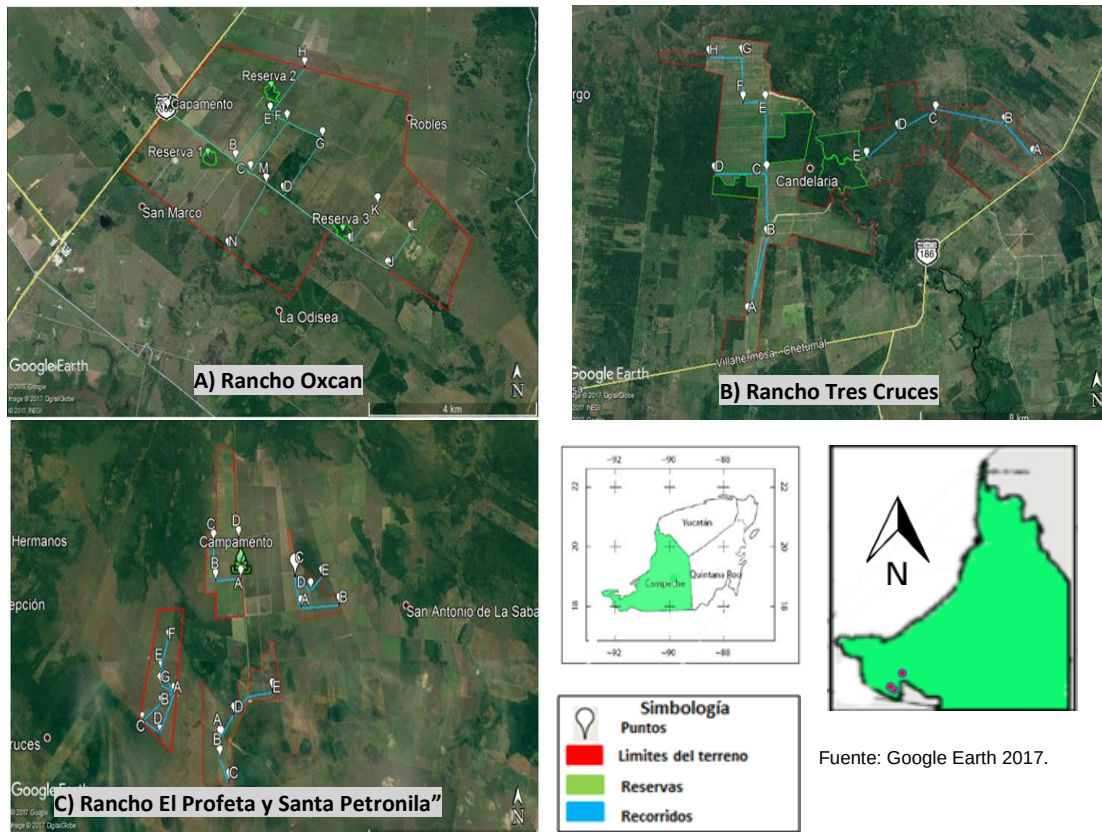


Figura 1. Delimitación y ubicación de las tres plantaciones de estudio.

Muestreo, técnicas de colecta y observación

Durante los meses de agosto a noviembre del 2017 se realizó el muestreo durante 6 períodos de 15 días cada uno. Se clasificaron seis distintos tipos de ambientes para cada predio y así realizar intensivamente la búsqueda de especies. Los ambientes son:

1. Palma chica: aquellos sitios en donde la palma es de reciente siembra, por lo que no supera los dos metros de altura y tienen entre uno a dos años de edad.
2. Palma mediana: en este tipo de ambiente, las palmas miden de cuatro a seis metros de altura, con una edad de tres a seis años y por lo general ya producen frutos.
3. Palma alta: ambiente que presenta palmas con una altura superior a los 10 metros y con aproximadamente 20 años de edad.
4. Vegetación ruderal: se describe como aquella vegetación que crece a orillas de caminos, ya sean de terracería o pavimentados.
5. Vegetación riparia: es aquella que se desarrolla a orillas de los cuerpos de agua, tales como ríos, lagos, canales artificiales o reservorios de agua.
6. Pastizal: sitios, por lo general abiertos, sin dosel de Palma alta al arbóreo, en donde se observa una gran abundancia y dominio de gramíneas
7. Vegetación conservada: la vegetación aún presenta las características de una selva, pues se pueden encontrar diversas especies vegetales.

Asimismo, en cada zona se establecieron puntos de referencias distribuidos dentro de los polígonos, para establecer transectos y realizar los recorridos para los muestreos por avistamiento en el caso de aves, aunque también se usaron los mismos puntos distribuidos para colocar trampas para mamíferos; entre ellas las cámaras trampa, redes de niebla y las trampas Tomahawk. De la misma manera se realizó la búsqueda de rastros indirectos y directos tales como huellas, excretas, pelo o restos óseos y para registros directos la observación de los animales. Para conocer la diversidad de anfibios y reptiles, se realizó un trayecto en línea por diferentes ambientes (plantaciones de diferentes edades) mediante observaciones directas. Todos los individuos se capturaron de forma manual y se les tomó registro fotográfico. Hubo casos de especies que se encontraron muertas o partes de ellas que inmediatamente se identificaron, se fijaron en formol y se trasladaron a las Colecciones Biológicas del ITChiná.

Las determinaciones a nivel de especie se llevaron a cabo con las guías ilustradas Lee (1996), Campbell (1998) y Calderón-Mandujano (2005) para anfibios y reptiles; para aves se utilizó MacKinnon (2013) y para mamíferos Reid (1997), Ceballos y Oliva (2005), Aranda (2012) y Ramírez-Pulido *et al.* (2014).

El análisis de datos está basado en la diversidad alfa por sitios, las categorías de riesgo por grupo de vertebrado y se analiza la similitud de sitios con el programa NTSYS 2.02 calculando la matriz de similitud (SM). Por defecto se considera que se situarán las Unidades Básicas de Caracterización (UBC) en columnas y los caracteres en filas.

Resultados

La riqueza de especies es de 94 vertebrados con un total de 1371 individuos observados (Cuadro 2), distribuidos en 46 especies de aves, seguido de mamíferos con 22 especies,

20 de reptiles y finalmente siete de anfibios, siendo la representación porcentual en relación con la del estado de 9%, 18%, 20% y 33% respectivamente (f. La plantación con mayor diversidad considerando los cuatro grupos, es el rancho “Tres Cruces” (TC) con el 70%, rancho “Oxcan” (RO) con el 53% y la de menor los ranchos “El Profeta-Santa Petronila” (PSP) con el 50%. La riqueza-diversidad de especies por sitio la presenta TC seguido de RO” y finalmente PSP (Figura 2), mientras que solo el 20% de las especies se comparten en los tres sitios, TC presentó la mayor riqueza, seguida de RO y finalmente PSS (Figura 3). El rancho TC es disímil en cuanto a RO y PSP que son símiles (54UBC; Figura 4).

Finalmente se registran 20 especies en una categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las cuales en Peligro están los mamíferos *Eira barbara*, *Alouatta villosa*, *Ateles geoffroyi*; Amenazada el mamífero *Coendou mexicanus*, las serpientes *Boa constrictor*, *Lampropeltis triangulum*, *Botrops asper*; Sujetas a protección especial a las aves *Ardea herodias*, *Cathartes burruvianus*, *Eupsittula nana*, *Falco peregrinus*, *Mycteria americana*, *Tigrisoma mexicanum*, la rana *Litobates brownorum*, la tortuga *Kinosternos scorpioides*, el cocodrilo *Crocodylus moreletii*, y las iguanas *Ctenosaura similis*, *Iguana iguana*, la nauyaca *Agkistrodon bilineatus* y cascabel *Crotalus simus*.

Cuadro 2. Distribución de la riqueza y abundancia de las especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos por plantación de estudio. SP=ESPECIES, REG=REGISTROS, ORD= ÓRDENES, FAM=FAMILIAS, SP=ESPECIES, RAP=ESPECIES EN CATEGORIAS DE RIESGO, SP-CL=TOTAL DE ESPECIES POR CLASE, SP-CAM/MEX=ESPECIES EN CAMPECHE Y MÉXICO.

SITIOS	TOTAL, SP (%)	REG.	ÓRD.	FAM.	SP*	RAP**	% de la clase	SP- CAM***/MEX
MAMIFEROS								
“Rancho Oxcan”	21 (33%)	24	4	7	8 (6% / 1.5%)	0	31%	117-121/529 (22.1)
“Rancho El Profeta Santa”		12	4	5	7 (6% / 1.3%)	0	33%	
“Rancho Tres Cruces”		23	5	7	13 (11% / 5%)	2 Pr	62%	
AVES								
“Rancho Oxcan”	46 (49%)	339	12	18	37 (7.6% / 3.4%)	5 Pr	60%	489/ 1070 (46%)
“Rancho El Profeta Santa”		323	10	19	33 (6.7% / 3%)	4 Pr	48%	

"Rancho Tres Cruces"		192	10	17	27 (5.5% 2.5%)	2 Pr /	54%	
REPTILES								
"Rancho Oxcan"		66	3	7	9 (9%/1%)	5 Pr	45%	
"Rancho El Profeta Santa"	El y	20 (21%)	150	3	8 (13%/1.5%)	0	65%	99/864 (11.4%)
"Rancho Tres Cruces"		92	3	10	17 (17%/2%)	6 Pr 3 A	100%	
ANFIBIOS								
"Rancho Oxcan"		58	1	3	4 (19%/1.1%)	0	60%	21/361 (5.8%)
"Rancho El Profeta Santa"	El y	7 (7%)	33	1	4 (24%/1.4%)	1 Pr	71%	
"Rancho Tres Cruces"		59	1	5	7 (33%/2%)	1 Pr	100%	
TOTALES		94 (100)	1371	57	110	181	29	

* Se muestran los porcentajes con relación a la riqueza del estado y de México.

** Especies en alguna categoría de riesgo: Pr=Protección especial, A=Amenazada.
NOM-059-SEMARNAT-2010

*** Porcentaje en relación con la riqueza nacional.

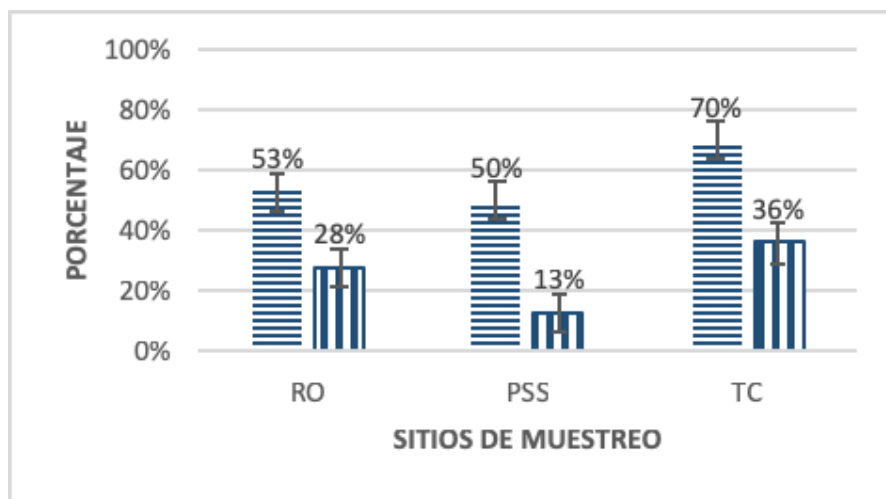


Figura 2. Distribución porcentual de la riqueza de especies (rayas horizontales) y las exclusivas (rayas verticales).

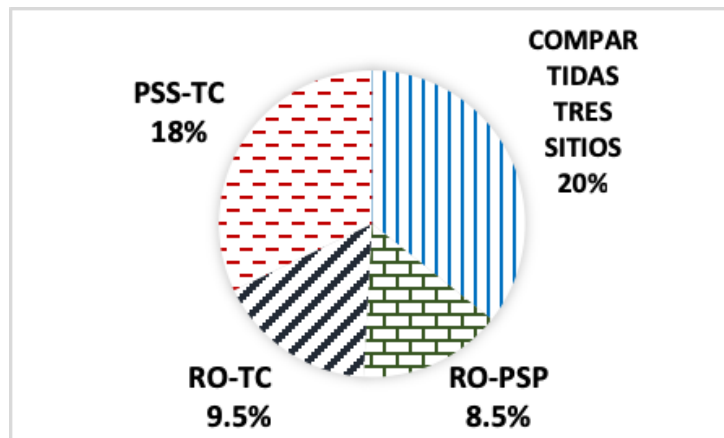


Figura 3. Distribución de las especies compartidas entre sitios.

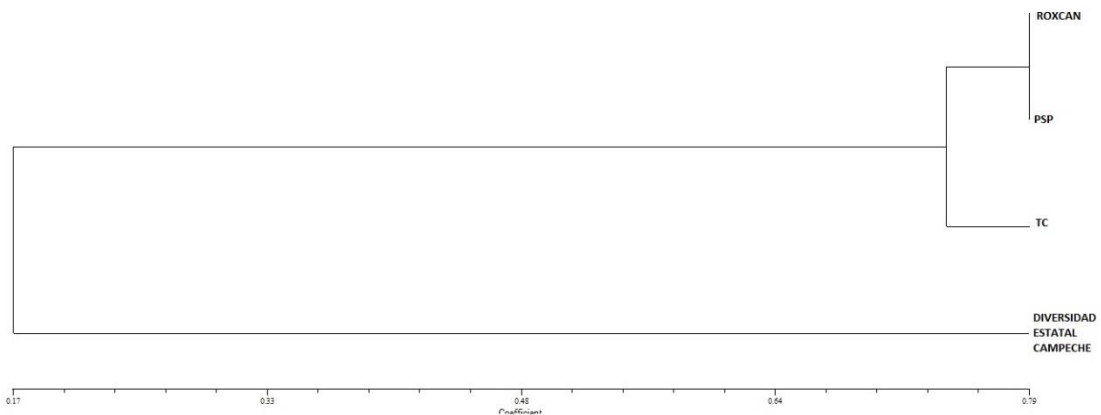


Figura 4. Diagrama de similitud (SM, Ntsys 2,02) Delimitación y ubicación de las tres plantaciones de estudio.

Conclusiones

Los resultados presentados en este trabajo deben ser tomados como preliminares, pues las temporadas del año en la que se trabajó podrían hacer variar la diversidad de especies en los cultivos de palma, ya que las bajas y altas temperaturas, la sequía y la lluvia, tiempos de producción de frutos así como los la edad y altura de la planta, son factores que tienen la capacidad de influir en la presencia o ausencia de las especies, por lo que es necesario desarrollar el muestreo durante un año cubriendo las cuatro estaciones. A pesar de ser de los primeros inventarios que se realizan en el estado de Campeche, y en relación a la riqueza de especies encontrada con la estatal puede establecer el impacto de este cultivo en la biodiversidad. A partir de estos datos

exhortamos a las empresas a permitir que se lleven a cabo más estudios en relación con la diversidad biológica y conjuntar información que permita conocer el impacto ambiental, así como la adaptación de las especies a estos tipos de ambientes. Es necesaria la educación ambiental dirigida al personal de las plantaciones, pues esto haría que los trabajadores valoren y conozcan más la diversidad de vertebrados presentes en los cultivos. Consideramos que el personal que debe ser contratado sea originario de la región pues los conocimientos que tienen sobre la biodiversidad de la zona podrían ayudar a conservarla.

Agradecimientos

De manera especial a los miembros del Laboratorio y Colecciones Biológicas del Instituto Tecnológico de Chiná (Abraham Hernández, Andrea Vázquez, Frida Santos, Viviana Miss, Rubén Cab) por su ayuda en el trabajo de determinaciones y campo. A la Secretaría de Desarrollo Rural por el apoyo económico para la realización de este trabajo, a los responsables y personal de cada empresa por las facilidades otorgadas para el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- Aranda OJM. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México, D.F.
- Aratrakorn S, Thunhikorn S, Donald PF. 2006. Changes in bird communities following conversion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand. *Bird Conservation International* 16: 71-82
- Calderón-Mandujano R, Bahena-Basave H, Calmé S. 2005. Guía de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y zonas aledañas. Grupo Editorial Keer. Quintana Roo, México
- Campbell JA. 1998. Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán and Belize. Univ. Oklahoma Press, Norman.
- Ceballos G, Oliva G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/ Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México. MacKinnon H. Barbara (2013) Sal a pajarear Yucatán [Guía de aves]. La vaca Independiente S.A de C. V. Ciudad de México
- Cedeño-Vázquez JR, Calderón-Mandujano R, Pozo C. 2006. Anfibios de la Región de Calakmul, Campeche, México. CONABIO/ECOSUR/CONAP/PNUD-GEF/SHM A.C. Quintana Roo, México. 104 pp.
- Cedeño-Vázquez JR, Calderón Mandujano RR, Perera Trejo EE, Retana Guiascón OG. 2010. Anfibios. Pp- 326-336. In Villalobos-Zapata GJ, Mendoza Vega J. (Coord.), La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.
- Escalona-Segura G, Salgado-Ortiz J, Vargas-Soriano J, Vargas-Contreras JA. 2010. Aves. In Villalobos-Zapata GJ, Mendoza Vega J. (Coord.), La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado.

- CONABIO, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. p. 350-357.
- Fitzherbert EB et al. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* vol 23: 538–545.
- Flores VO, Canseco L. 2004. Nuevas especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2): 115-144.
- Flores-Villela O, García-Vázquez UO. 2013. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84
- Frost DR. 2008. Amphibian Species of the World. Disponible en: <http://research.amnh.org/> (consultado el de 15 mayo 2008). [herpetology/amphibia/index.php](http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php).
- Gill F, Donsker D. (eds.). 2013. IOC World Bird Names. <http://www.worldbirdnames.org> AOU (2013).
- Horton LR. 2009. Buying Up Nature: Economic and Social Impacts of Costa Rica's Ecotourism Boom. *Latin American Perspectives* 36: 93–107
- INEGI. 2011. Perspectiva estadística de Campeche. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: México
- Isaac-Márquez R et al. 2016. Impactos sociales y ambientales de la palma de aceite: perspectiva de los campesinos en Campeche, México. *Journal of Latin American Geography*, 15 (2).
- Koh LP, Wilcove DS. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters* vol 1: 60–64.
- Lee JC. 1996. *The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula*. Cornell University Press. Ithaca and London. 500 p.
- MacKinnon HB. 2013. Sal a pajarear Yucatán [GUIA DE AVES]. La vaca Independiente. México. 287 p.
- Navarro-Sigüenza A et al. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S476-S495, 2014 DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Ramírez-Pulido J, González-Ruiz N, Gardner AL, Arroyo-Cabrales J. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*. 63:1-70.
- Reid AF. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. New York, E.E.U.U.
- Salgado-Ortiz, J, Figueroa-Esquivel EM, Vargas-Soriano J. 2001. Avifauna del estado de Campeche, Contribuciones al conocimiento y manejo de los recursos naturales del estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. p. 1-27.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial*, 56, 2ª. Sección: 1-85.
- Tilman D et al. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281–284.
- UICN. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species(tm). <http://www.iucnredlist.org/>
- Vargas-Contreras JA et al. 2015. Conservación de los mamíferos de Campeche. In: Briones-Salas et al. eds., *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, México. Pp. 133-156
- Vargas-Contreras JA, G. Escalona Segura, D. Guzmán Soriano, O. G. Retana Guíascon, H. Zarza y G. Ceballos. 2014. Los Mamíferos del Estado de Campeche. *Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva época* Año 7, No. 2:60-74.

Códigos de Respuesta Rápida para la Optimización de Lectura en la Industria Agrícola y Floral: Caso Teya

M. Méndez-Moreno*, G.M. Quetz-Aguirre, M.B. Chuc-Armendáriz, A.F. Can-Cabrera, I.U. González-Uscanga

Resumen. Los códigos QR buscan agilizar la forma en que se accede a la información, pretendiendo hacer que las personas tengan una mejor experiencia al momento de obtenerla. Un código QR es bidireccional, puede ser leído mediante la cámara de un dispositivo móvil y una aplicación lectora y almacenar hasta 4,296 caracteres, datos alfanuméricos, símbolos, códigos binarios y más, es decir, puede almacenar desde un texto simple hasta elementos multimedia como fotos y videos. Al realizar el escaneo del código se muestra en la pantalla la información que previamente ha sido almacenada o en su caso se redirige al usuario a un sitio en específico, las opciones son muchas. La facilidad con la que se puede adquirir un dispositivo móvil en nuestros días, convierte a la tecnología QR en un medio viable para hacer que los usuarios accedan a información de forma más ágil y segura, por lo que han sido utilizados en distintas áreas como la educación y la industria, incluyendo a la industria agrícola y floral. El presente trabajo describe la adquisición de requerimientos en la implementación de tecnología QR para acceder a información de las orquídeas del museo viviente de las orquídeas en el estado de Yucatán. Entre los resultados destacados se encuentra la falta de una red de comunicación en el sitio, limitaciones debidas a la abundante flora y la definición de información pertinente de cada variedad.

Palabras clave: código QR; sistemas de información, tecnologías, Agricultura.

Introducción

Desde hace más de 50 años se ha buscado mejorar los métodos de reconocimiento de productos para que el proceso sea más efectivo, se reduzca el tiempo de acceso a la información y sea lo más inmediato posible. Con el avance exponencial de la tecnología, hemos llegado a un punto que la identificación de productos ya forma parte de situaciones cotidianas.

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el estado de Campeche. Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal. C.P. 24900, Calkiní, Campeche.

**Autor de correspondencia: mmendez@itescam.edu.mx*

Una de esas tecnologías de reconocimiento y lectura son los códigos QR (Quick Response), un estándar internacional ISO/IEC 18004:2015, por lo que en este artículo se pretende describir los beneficios del uso de esta tecnología, como se ha implementado en distintos ámbitos, cual ha sido su evolución y como puede ser un elemento importante en las empresas, para este caso, las relacionadas con la industria agrícola y/o floral.

Las necesidades de la industria agrícola relacionadas con el acceso oportuno a la información, en recientes años se vieron incrementadas con los requerimientos de la agricultura de precisión, en la que el almacenamiento, manejo, análisis y consulta de datos es fundamental.

La agricultura de precisión funciona como un esquema de administración que hace uso de múltiples tecnologías, con el objetivo de recolectar datos útiles que permitan favorecer a la producción a través de la comparación de diferentes fuentes; no obstante, ayuda a recopilar, interpretar y aplicar la información obtenida con el fin de impulsar y avanzar hacia una mejora que beneficie a la agricultura en distintas escalas. Gracias a las características que tiene la agricultura de precisión se pueden ahorrar los recursos como el agua, los nutrientes y la energía; además es posible disminuir el impacto al medio ambiente y obtener productos más nutritivos; Este tipo de agricultura ayuda a la reducción en los costos de producción y mayores rendimientos con el mismo nivel de productos. (Hydro Environment, 2018)

Materiales y métodos

Un código QR es un código de respuesta rápida bidimensional para almacenar información de cualquier clase que se desee. Estos códigos QR son comunes para aplicaciones de celulares que tienen la posibilidad de descifrar la información que estos almacenan al escanear el código con un lector (Casanova Pastor & Molina Jordá, 2013; Chatzi & Molina Muñoz, 2014; Leiva-Aguilera, 2012). Creado por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994; se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas que permite detectar la posición del código al lector. La sigla "QR" se derivó de la frase inglesa "Quick Response" pues el creador aspiraba a que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad. Los códigos QR son muy comunes en Japón y de hecho son el código bidimensional más popular en ese país (UNIVERSIDAD ESAN, 2012).

Por lo tanto, el código QR es en realidad una matriz de datos que almacena información para leerse a alta velocidad. La diferencia principal respecto a otro tipo de códigos es la capacidad de adaptación que han presentado respecto a los dispositivos móviles de hoy en día. Tal y como se puede observar en la Figura 1, existen cuatro aspectos claramente diferenciados en los códigos QR:

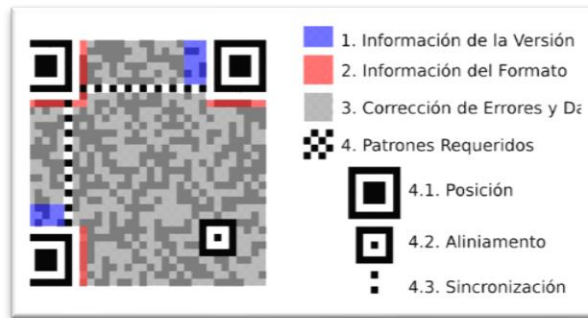


Figura 1. Elementos diferenciadores del código QR.

- *Información de la versión (1).* El tamaño de código QR viene definido en la versión. Existen versiones desde la 1 a la 40. Por ejemplo, la versión 1 consta de una matriz de 21x21. Al incrementarse una versión, se le añaden cuatro módulos.
- *Información del formato (2).* Describe el nivel de corrección de errores, patrón de máscara y capacidad de almacenamiento.
- *Corrección de errores y datos (3).* Se incluye en esta región los datos en sí que se desean almacenar incluyendo la información referente al control y corrección de errores.
- *Patrones requeridos (4).* Se dividen en los patrones de posición (4.1) que sirven para ayudar a la detección del código QR por parte del lector, los patrones de alineamiento (4.2) usados para la corrección de errores por parte del lector y los patrones de sincronismo (4.3) que sirven para determinar la coordenada del símbolo que se esté decodificando dentro de la matriz de datos.

Cualquier dispositivo con acceso a internet y que tenga una cámara de fotos puede leer un código QR, como se muestra en la Figura 2. Cuando un usuario escanea una etiqueta móvil, se mostrará información sobre el elemento seleccionado. En la actualidad las empresas usan esta tecnología para ofrecer una visión distinta de un producto o servicio, aunque también lo están usando en las actualizaciones de software.



Figura 2. Lectura de código QR desde cámara de teléfono inteligente

Dadas las condiciones que anteceden, el Código QR brinda diversas ventajas dependiendo del uso que se le dé, algunos casos de su implementación son los siguientes: En el programa Master Fisherman, que es financiado con la Corporación para el Desarrollo y la Investigación Pesquera (FRDC), este código ofrece toda la información al cliente mayorista de dónde, cómo y por quién fue realizada la captura de cada ejemplar. Para este caso el código QR ofrece verdadera transparencia en torno a la procedencia de los productos pesqueros. (AgroMeat, 2016). Para poder usar uno de estos códigos, es necesario contar con algún software o un App especial en el teléfono móvil.

Otro caso de su aplicación, es el relacionado al seguimiento de los eslabones de la cadena productiva de la Palma Africana en la localidad de Casanare, Colombia, con el fin de agregar valor al producto mediante la supervisión controlada de sus actores y acciones a realizar. Para el logro del proyecto primeramente se analizaron los datos o información que sería mostrada al realizar la lectura, destacando:

- Variedad
- Año de siembra
- Plateo
- Abono
- Poda (encallada)
- Polinización (según variedad)
- Cosecha
- Producción por lote
- Recolección y transporte .

La propuesta de implementación de códigos QR que faciliten el acceso a información pertinente, se realizó en el museo viviente de las orquídeas, considerado patrimonio nacional y ubicado en Teya, una pequeña localidad del municipio de Kanasín, en el

estado de Yucatán. El museo representa la zona de estudio con 3600m² de superficie y conformado por alrededor de 200 especies en peligro de extinción.

Se realizó una visita al sitio para conocer sus características y determinar los requerimientos del proyecto. Las instalaciones que albergan al museo cuentan con servicio de internet, pero en zonas muy específicas debido a que la flora del sitio, notoriamente abundante, interfiere en la distribución de la señal. Solo en el área perimetral de la oficina principal fue captada la señal de Internet.

Se evidenció la necesidad de implementar una red de datos local desde la cual se pueda extraer la información, pues provee la posibilidad de compartir periféricos costosos y compartir grandes cantidades de información a través de distintos programas, entre ellos bases de datos, de manera que sea más fácil su uso y actualización. Basándose en la idea de una red local se instaló un punto de acceso temporal para evaluar la calidad de señal dentro del sitio. Fueron conectados a ese punto 4 dispositivos móviles de marcas diferentes y se recorrió la zona marcando los puntos donde la señal alcanzaba los picos tanto inferior como superior.

Previo a la visita, fue desarrollada una aplicación móvil generadora de códigos QR y se generó un código como se muestra en la Figura 3, que enlace a una página web ejemplo. La prueba consistió en conectarse al punto de acceso y realizar la lectura del código QR generado, para acceder a la página web ejemplo, como se muestra en la Figura 4.



Figura 3. Código QR generado con la aplicación desarrollada.



Figura 4. Lectura del código QR con un dispositivo móvil.

Resultados y discusión

Se propuso la instalación de una red local a la que los visitantes puedan conectarse por un tiempo limitado, de tal forma que durante el recorrido puedan realizar lectura de los códigos distribuidos por todo el museo. Cada código mostrará información de la orquídea correspondiente, cuyos datos principales después del estudio de requerimientos son: Nombre científico, sinónimo, distribución y descripción.

Conclusiones

La instalación de una red local es viable ya que no será necesario el servicio de internet para acceder a la información de las orquídeas, basta con conectarse a la red para poder realizar la lectura de los códigos y obtener la información relacionada. Para ello es necesario instalar un servidor que almacene la base de datos y permitir a los visitantes conexiones temporales dentro del museo. Cabe señalar que los datos no se encontrarán disponibles en internet, solo podrán ser visitados si se obtiene la conexión en el sitio. Para generar los códigos y administrar la información de la base de datos, se desarrollará un software de escritorio de tal forma, que el usuario administrador pueda dar de alta un nuevo ejemplar, agregar la información adecuada e imprimir el código QR de enlace, para que sea colocado en el sitio donde se encuentra ese ejemplar.

Referencias

- AgroMeat. 2016. Códigos QR ayudan a mejorar trazabilidad de productos pesqueros. Recuperado de: <http://www.agromeat.com/158464/codigos-qr-ayudan-amejorar-trazabilidad-de-productos-pesqueros>
- Casanova G, Molina J. 2013. Implementación de códigos QR en materiales docentes. España: Universidad de Alicante
- Hydro Environment (2018). Que es la agricultura de precisión. Recuperado el 11 de julio de 2018 de: <http://hidroponia.mx/que-es-la-agricultura-de-precision/> el
- López Morales J. 2008. Estudio de la tecnología de códigos bidimensionales y desarrollo de aplicaciones. Recuperado de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11681/>
- Vargas J, González V. 2016. Uso del código QR para el seguimiento de la información del eslabón de producción de palma africana en el departamento del Casanare municipio de Villanueva mediante una prueba piloto en la finca Malybu, Bogotá: Universidad de la Salle.

Plantas Utilizadas en Terapia Veterinaria en San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua

K.A. González-Castillo¹, R.J. Chavarría-Rodríguez¹, M.I. Iglesias-Olivas¹, O.R. Rodríguez-Flores², E. Arcocha-Gómez³, N.A. González-Valdivia^{3*}

Resumen. La investigación se realizó en las diez comunidades del municipio de San Rafael del Norte departamento de Jinotega, Nicaragua, de julio a noviembre del 2004. Se entrevistaron 82 productores, aplicando un cuestionario semiestructurado, con el objetivo de identificar plantas que utilizaran en el tratamiento de nosologías veterinarias. Las plantas fueron determinadas taxonómicamente a partir de muestras botánicas, elaborando fichas etnobotánicas sobre la información de su empleo en el tratamiento de enfermedades en animales domésticos, aproximando la frecuencia de utilización, así como de las diferentes partes utilizadas, animales tratados y formas de utilización de las plantas. Los resultados reflejan que en esa zona hasta 60 especies de plantas se utilizan en etnoveterinaria en animales domésticos, por el 80% de los productores mientras el 20% no las utiliza. El 35.4% hace uso de la Manzanilla (*Matricaria chamomilla*), el 23.2% hacen uso del Zopilote (*Piscidia grandifolia*), el 20.73% usa Madero negro (*Gliricidia sepium*), el 18.2% Escoba lisa (*Sida acuta*) y el 14.63% hace uso del Mozote cadillo (*Triunfetta lappula*). Se detectaron 19 nosologías tratadas con plantas, siendo las más frecuentes el cólico equino, sarna sarcoptica, newcastle, coccidiosis y retención placentaria.

Palabras clave: Etnobotanica, Nosología veterinaria, Flora tropical, Mesoamérica, Nicaragua

¹Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua.

²Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua

³Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Campeche, México

*Autor para la correspondencia: siankaan2003@gmail.com

Introducción

La producción pecuaria en Nicaragua genera ingresos importantes para muchos productores, sin embargo; como país tropical presenta las condiciones climáticas propicias para el desarrollo de enfermedades las cuales atacan a los animales domésticos criados en él. Esto obliga a los productores a gastar mucho dinero en la compra de fármacos para mantener la sanidad de sus animales, elevando así los costos de producción.

En Nicaragua, la compilación etnoveterinaria ha sido impulsada desde inicios de los años 90, destacando las actividades realizadas por la Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí “Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda” hoy conocida como Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, que han logrado generar un acervo de resultados de investigación sobre el empleo de plantas en la cura o tratamiento de padecimientos animales (Ballina-Bencomo *et al.*, 1993; Cruz y Mendoza, 2002; Ordoñez-Pérez *et al.*, 2004, Sevilla-Alfaro *et al.*, 2004, Sevilla-Fajardo, 2004, Rodríguez-Flores *et al.*, 2005, Blandón-Guerrero *et al.*, 2017), algunos de ellos llevados a la etapa de ensayos experimentales (Gaitán *et al.*, 1994; Herrera *et al.*, 1994; Canales y Rodríguez, 1992; Zeledón y Pérez, 1996). No obstante, la mayor parte de la información recabada se ha concentrado en pocas áreas de estudio, lo que obliga a la realización de mayores esfuerzos en la búsqueda de esta valiosa información en el país.

Esta investigación tuvo como propósito conocer el uso que los productores dan a las plantas en la sanidad animal, lo cual minimiza los costos de producción mediante el empleo de recursos naturales disponibles. Al mismo tiempo se rescatan las prácticas y conocimientos que se han empleado por siglos por los pobladores rurales, transmitiéndose de generación en generación y que han sido una alternativa de solución.

La razón por lo que se realizó este estudio es porque tiene como objetivo principal encontrar alternativas locales de solución y de fácil acceso para el tratamiento de los padecimientos veterinarios más comunes o de otra índole en la sanidad animal, permitiendo disminuir el uso de medicinas importadas y a la vez promover la protección del medio ambiente utilizando técnicas adecuada en el uso de plantas medicinales como un plan alternativo a la producción.

Materiales y métodos

Entrevistas etnoveterinarias

Para la compilación del conocimiento tradicional etnoveterinario se aplicó la metodología propuesta por Ordóñez *et al.* (2004), Sevilla (2004) y Sevilla *et al.* (2004), y que se basa en la entrevista a cada productor seleccionado de una muestra obtenida mediante la inclusión del 20% de la totalidad de casas de cada comunidad, de las 10 del municipio en donde se llevó a cabo el estudio, que se consideró como representativa. La entrevista se dio aplicando como instrumento un cuestionario semiestructurado (preguntas cerradas y abiertas). Los entrevistados seleccionados debieron cumplir con los tres criterios siguientes: a) Ser mayores de 25 años de edad, b) Más de 10 años de residir en la zona y c) Tener o haber tenido ganado mayor o menor. En el campo, para cada comunidad seleccionada dentro de cada conglomerado, se visitaron sistemáticamente todas las casas, solicitando bajo confidencialidad que se respondiera a preguntas referidas a los tres criterios de selección previamente descritos. Si una de las personas encuestadas cumplió con los tres criterios anteriores y aunque no conociera de plantas se incluyó dentro del total de encuestas y contabilizada en los análisis de la información lo mismo ocurrió con aquellas que se negaron a dar información. Todas las personas que cumplieron con los criterios, fueron entrevistadas hasta completar el número de encuesta seleccionado por comunidad.

Inventario Botánico

Se realizó un breve recorrido con el productor entrevistado, con el objeto de que mostrara las plantas que mencionó en la entrevista y utilizadas como medicina para sus animales. Durante este recorrido se colectó muestras del material botánico que posteriormente se identificaron con apoyo en literatura especializada y por comparación con material del Herbario Nacional de Nicaragua.

Variables estudiadas

- a) Plantas utilizadas en terapia animal: Se tomó la información brindada por los productores(as) de San Rafael del Norte obtenida a través de las entrevistas y paralelamente se tomaron las muestras colectadas, las que luego fueron determinadas taxonómicamente a nivel de especie. De esta manera se pudo establecer con certidumbre cuáles fueron las especies de plantas medicinales utilizadas para tratar enfermedades en animales domésticos en la zona de estudio.
- b) Productores que utilizaron las plantas: Esta variable nos mostró en porcentaje el nivel o proporción de utilización de cada una de las plantas reportada por los productores de San Rafael del Norte.
- c) Utilización por comunidad: Se mostró por cada comunidad los reportes o menciones para una especie de planta utilizada, considerando las 10 comunidades de San Rafael

del Norte, Jinotega, como una medida de la importancia de la planta en la etnoveterinaria local.

d) Utilización por sexo: Se consideró el número total y promedio de plantas reportadas por hombres y mujeres.

e) Usos de las plantas en terapéutica animal: Se refiere a la cantidad de reportes de utilización para cada planta por comunidad y tomando en cuenta las distintas nosologías atendidas en las 10 comunidades de San Rafael del Norte.

f) Nosologías tratadas: Esta variable refleja las enfermedades que afectan a los animales domésticos en el municipio de San Rafael del Norte, que son atendidas con plantas.

Análisis de datos

La información obtenida fue organizada por cada pregunta en cuadros de síntesis, a partir de los cuales se hicieron estimaciones descriptivas de la proporción o porcentaje de usos que cada planta tenía dentro del total reportado de plantas y usos, así como de nosologías tratados con ellas, mediante Excel (Microsoft®).

Resultados y discusión

Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en animales domésticos: Se identificaron 59 plantas (Cuadro 1) utilizadas en etnoveterinaria, por los productores de San Rafael del Norte, dichas plantas están agrupadas en 33 familias botánicas, siendo las familias Asteraceae y Fabaceae las que presentaron mayor cantidad de especies; manzanilla, murupo y altamiz, para Asteraceae, coralito, elequeme y madero negro, para Fabaceae.

Cuadro 1. Plantas utilizadas en el tratamiento de enfermedades en animales domésticos, por productores de San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Familia
1	Achiote, achote	<i>Bixa arellana</i> L.	Bixaceae
2	Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	Amarilidaceae
3	Anona	<i>Annona glabra</i> L.	Annonaceae
4	Apazote	<i>Chenopodium ambrisiodes</i> L.	Chenopodiaceae
5	Altamiz	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd	Asteraceae
6	Alcotán	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Menispermaceae
7	Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae
8	Ciguapate	<i>Pluchea symphytifolia</i> (Miller) Gillis	Asteraceae
9	Coralito	<i>Erithrina poeppigiana</i> (Walp.) D.F. Cook	Fabaceae
10	Cuajiniquill	<i>Inga vera</i> Willd	Fabaceae
11	Chile	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanaceae
12	Chilillo de perro	<i>Polygonum punctatum</i> Ell.	Polygoniaceae
13	Elequeme	<i>Erithrina fusca</i> Lour.	Fabaceae

14	Escoba lisa	<i>Sida acuta</i> Burm	Malvaceae
15	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	Myrtaceae
16	Flor de avispa	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
17	Fríjol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae
18	Guayaba	<i>Pisidium guayaba</i> L.	Myrtaceae
19	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae
20	Guittiti	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltdl.	Euphorbiaceae
21	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae
22	Higuera	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
23	Hierba de araña	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae
24	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> L.	Simaraubaceae
25	Jamastren	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	Lamiaceae
26	lavaplate	<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	Solanaceae
27	Limón	<i>Citrus x limón</i> (L.) Burm.f.	Rutaceae
28	Limonaria	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	Rutaceae
29	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Hamamelidaceae
30	Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Asteraceae
31	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae
32	Mozote	<i>Triunfetta lappula</i> L.	Tiliaceae
33	Mal humor	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Lamiaceae
34	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
35	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae
36	Mastuerce	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae
37	Murupo	<i>Calea urticifolia</i> (Mill.) DC. var. <i>urticifolia</i>	Asteraceae
38	Naranja agria	<i>Citrus x aurantium</i> L.	Rutaceae
39	Nogal	<i>Juglans olanchana</i> Standl. & L.O. Williams.	Juglandáceas
40	Pavana	<i>Begonia glabra</i> Aubl.	Begoniaceae
41	Penca	<i>Agave americana</i> L.	Agavaceae
42	Paste de montaña	<i>Tillandsia usneoides</i> L.	Bromeliaceae
43	Pica mano	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Vitaceae
44	Pepermin	<i>Mentha x piperita</i> L.	Lamiaceae
45	Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haworth) D.R. Hunt	Cactaceae
46	Quesillo	<i>Malvaviscus arborum</i> Cav.	Malvaceae
47	Ruda	<i>Ruta chalapense</i> L.	Rutaceae
48	Salvia	<i>Buddleja americana</i> L.	Buddlejaceae
49	Sangre grado	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae
50	Sábila	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Liliaceae
51	Santa María	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae
52	Suelda con suelda	<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F.Gaertn.	Basellaceae
53	Tanda	<i>Phoradendrum piperoides</i> (Kunth) Trel.	Viscaceae
54	Tálamo	No determinado	
55	Tatascane	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M. Becker	Asteraceae
56	Uva silvestre	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb & Bonpl.	Vitaceae
57	Vitamo	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L.) Poit.	Euphorbiaceae
58	Verbena	<i>Verbena officinalis</i> L.	Lamiaceae

Utilización de las plantas reportadas: Las plantas más frecuentemente mencionadas para el tratamiento de las diferentes nosologías fueron en primer lugar la manzanilla (*Matricaria chamomilla*), con un porcentaje de 35.36%, el zopilote (*Piscidia grandifolia*), con un porcentaje de 23.1%, madero negro (*Gliricidia sepium*), 20.7%, escoba lisa (*Sida acuta*) 18.2% y el 14.63% hace uso del mozote (*Triumfetta lappula*). El cuadro 2 resume la información obtenida en el estudio.

Cuadro 2. Frecuencia de uso y porcentaje relativo de reporte de utilización de las plantas en veterinaria por productores de San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua.

Planta	FU	PRU	Planta	FU	PRU
Manzanilla	29	35.3	Ajo, Guarumo, Higuera, Jiñocuabo,	2	2.4
Madero negro	17	20.7	Limonaria, Liquidámbar, Mango,		
Escoba lisa	15	18.2	Mastuerce, Ruda, Tanda, Verbena		
Salvia	13	15.8			
Mozote de cadillo	12	14.6			
Paste de montaña	10	12.1			
Limón, Nogal, Vitamo	9	10.9			
Apazote, Guácimo	7	8.5	Achiote, Alcotán, Altamiz, Café,	1	1.2
Anona, Suelta con	6	7.3	Cuajiniquil, Elequeme, Eucalipto, Frijol,		
suelta,			Guapinol, Guineo, Jamastrén, Marañón,		
Mal humor, Pitahaya	5	6	Morupo, Ocote (brea de), Paste de Montaña,		
Pavana	4	4.8	Penca, Pepermin, Sábila, Santa María,		
Chile, Chilillo de perro	3	3.6	Tálamo, Tatascane, Uva		
Coralito, Guayaba,					
Hierba de araña,					
Lavaplato, Naranja					
agria					

FU: Frecuencia de uso, PRU: Porcentaje relativo de uso

Los datos de conocimiento etnoveterinario por comunidad muestran que Sabana Grande obtuvo el mayor número de plantas reportadas, mientras en el otro extremo, La Estación y Santa Isabel obtuvieron el menor número. No obstante, puede verificarse que comunidades con menos entrevistados pudieron presentar mayor conocimiento. Por lo que aparentemente no hay una relación lineal entre ambas variables (Figura 1, izq.). De las 19 nosologías tratadas con plantas, cinco fueron las más frecuentes (Figura 1, der.).

Conclusiones

El conocimiento etnoveterinario en San Rafael del Norte, Jinotega, Nicaragua alcanza un conjunto de 60 especies vegetales, que sirven para tratar 19 nosologías en animales domésticos, lo que significa un importante recurso etnobotánico, que puede ser base para el desarrollo de una línea de investigación que bioprospecte el uso veterinario de estas especies y permita el avance de la ganadería de menores insumos o certificable como orgánica en el país, Mesoamerica o el mundo.

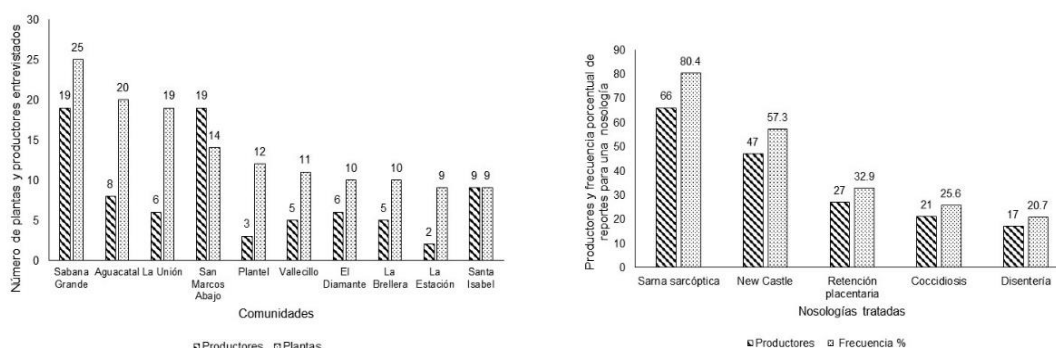


Figura 1. Número de productores entrevistados y de plantas reportadas por comunidad (Izquierda) y número de productores que reportan una nosología y frecuencia con que esta es tratada con plantas en San Rafael del Norte, Jinotea, Nicaragua.

Referencias

- Ballina Bencomo A, Cruz F, Trinidad Bardoza E, Sotomayor U. 1993. I informe de conocimientos y prácticas populares y tradicionales en el uso de plantas medicinales y remedios caseros en animales domésticos, región I, FCNMPT, Nicaragua. Estelí, Nicaragua. 38 p.
- Blandón-Guerrero AM, Arcocha-Gómez E, González-Valdivia NA. 2017. Fitoterapia de nosologías veterinarias en una zona del norte de Nicaragua. Memoria del I Seminario de Investigación en Agroecosistemas Sostenibles. Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. 22-23 de noviembre.
- Canales JR, Rodríguez J. 1992. Evaluación de la efectividad del Apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) como desparasitante interno en cerdos jóvenes. Tesis Técnico Superior Agropecuario, Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Estelí, Nicaragua. 29 p.
- Cruz EB, Mendoza YC. 2002. Diagnóstico sobre el uso de plantas medicinales para ganado bovino en 11 comunidades de la Reserva Natural Mirafior, Moropotente, departamento de Estelí. Trabajo de Diploma Técnico Superior Agropecuario, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. 87 p.
- Gaitán SA, Ordóñez RI, Rodríguez FV. 1994. Efectividad de la solución acuosa de harina de Nim (*Azadirachta indica*) y el paraíso (*Melia azedirach*) como garrapaticida. Tesis Técnico Superior Agropecuario, Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Estelí, Nicaragua. 45 p.

- Herrera GC, García BB, Méndez AI. 1994. Infusión de la corteza de Tigüilote (*Cordia dentata* Poir) como desparasitante interno de bovinos jóvenes. Tesis Técnico Superior Agropecuario, Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Estelí, Nicaragua. 23 p.
- Ordóñez-Pérez FA, Ordóñez-Pérez LD, Vindell-Betanco ED. 2004. Identificación de plantas medicinales utilizadas en fitoterapia de animales domésticos en el municipio de San Juan de Limay. Trabajo de Diploma Técnico Superior Agropecuario, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. 129 p.
- Rodríguez-Flores OR, Tórrez-Centeno EA, Valenzuela-Betanco RA. 2005. Plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales domésticos, Reserva Natural El Tisey, Estelí. Trabajo de Diploma Técnico Superior Agropecuario, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. 152 p.
- Sevilla-Alfaro PE, Calero-Acuña VM, Umanzor-Espinoza DJ. 2004. Caracterización de plantas medicinales utilizadas en fitoterapia en catorce comunidades de Pueblo Nuevo, Estelí. Trabajo de Diploma Técnico Superior Agropecuario, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. 83 p.
- Sevilla-Fajardo LE. 2004. Diagnóstico de plantas medicinales utilizadas por productores del sureste del municipio de Condega para controlar enfermedades en animales. Trabajo de Diploma Técnico Superior Agropecuario, Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco, Estelí, Nicaragua. 77 p.
- Zeledón AM, Pérez JS. 1996. Evaluación de la efectividad de la solución acuosa de harina de frutos de Paraíso (*Melia azedirach*) como piojicida en aves (*Gallus domesticus*). Tesis Técnico Superior Agropecuario, Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Estelí, Nicaragua. 29 p.

Sustentabilidad de las Plantaciones de Palma de Aceite a Pequeña Escala en Campeche, México

R.I. Márquez^{1*}, M.E. Ayala-Arcipreste¹, J.L. Sandoval-Valladares¹, M.C. Sánchez-González², A.P. Isaac-Márquez³

Resumen. El cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una alternativa productiva con perspectivas favorables para superar las condiciones de pobreza y de marginación de las regiones tropicales debido a que produce un rendimiento superior al de otras oleaginosas y su uso se ha incrementado en diversas actividades económicas. La palma de aceite se ha convertido en la fuente más importante de aceite vegetal del mundo, mientras que la producción de México es insuficiente para satisfacer la demanda del país. La expansión de la palma de aceite y la sustentabilidad de sus plantaciones es motivo de controversia por los impactos ambientales y sociales que ha generado. Se presenta el estudio de caso del estado de Campeche, donde la palma de aceite se ha convertido en un cultivo estratégico para impulsar el desarrollo agroindustrial y promover el desarrollo rural mediante un modelo de plantaciones campesinas a pequeña escala. De manera general, los campesinos tienen una visión positiva sobre la palma de aceite como fuente de ingresos y empleo para los palmicultores, pero no perciben que haya mejorado las condiciones de vida de las comunidades. Los campesinos reconocen beneficios ambientales asociados a las plantaciones de palma de aceite, pero su sustentabilidad sigue siendo incierta. Los resultados indican que hay ventanas de oportunidad para incrementar la productividad de las plantaciones campesinas a niveles que dinamicen la economía local, e impulse el desarrollo de las comunidades en un marco de sustentabilidad.

Palabras clave: Desarrollo rural, palma de aceite, campesinos, sustentabilidad.

¹Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre.

²Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Investigaciones Históricas y Sociales.

³Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Investigaciones Biomédicas

*Autor para la correspondencia: ricisac@uacam.mx

Introducción

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es originaria del Golfo de Guinea en África Occidental y actualmente es un cultivo oleaginoso de alto valor productivo y económico (Henderson y Osborne, 2000). El aceite de palma es la fuente de aceite vegetal más importante del mundo en términos de producción y volúmenes de comercio de productos oleicos (USDA, 2016). Las expectativas futuras de su cultivo son muy promisorias. Se calcula que será necesario incorporar 12 millones de hectáreas de nuevas plantaciones de palma de aceite para satisfacer la demanda mundial de aceite vegetal, que se espera se duplique antes de la primera mitad del presente siglo (Corley, 2009). Por su elevada productividad y bajos costos de producción, el cultivo de palma de aceite es una alternativa productiva con perspectivas favorables para superar las condiciones de pobreza y marginación características de las regiones tropicales y elevar la calidad de vida de sus pobladores. Por ello, su cultivo resulta relevante en el trópico del país, donde persiste el estancamiento productivo, baja competitividad y rentabilidad. La expansión de la palma de aceite es motivo de controversia en el mundo y ha dado lugar a opiniones contrastantes (Rival y Levang 2014). Mientras que para unos es una amenaza al ambiente y un peligro para el bienestar de las comunidades locales, para otros es sinónimo de desarrollo económico y social en el medio rural.

A través del Proyecto Transversal Trópico Húmedo (Santacruz *et al.*, 2012), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno Federal (SAGARPA), el gobierno mexicano decidió impulsar a la palma de aceite como un monocultivo estratégico en los estados de Chipas y Campeche, y luego en Tabasco y Veracruz, debido al déficit en la producción nacional de aceite vegetal que en el año de 1996 alcanzaba 97% con relación a la demanda interna del país (Castro, 2009).

En 1998 se sembraron las primeras plantaciones de palma de aceite en Campeche en una superficie de 2,893 ha y en el año 2002 se logró alcanzar un máximo de 6,000 mil ha (SIAP, 2014). Sin embargo, los resultados no fueron los esperados y la mayor parte de las plantaciones establecidas fueron abandonadas por los ejidatarios debido a la baja productividad y la escasa rentabilidad económica, lo que significó una reducción de la mitad de la superficie sembrada en el año 2006. La superficie sembrada se mantuvo sin cambio significativo hasta el año 2016 cuando el Gobierno del Estado retoma el programa de reconversión productiva con el objetivo de impulsar el desarrollo agroindustrial, modernizar el sector rural y mejorar la calidad de vida de los campesinos de la entidad.

Dentro de este contexto, el presente estudio tiene como finalidad analizar el impacto a escala comunitaria del cultivo de la palma de aceite en Campeche desde la perspectiva de los pobladores locales, mediante el estudio de caso de la comunidad ejidal Independencia, una de las primeras donde se introdujo su cultivo. El estudio se dirige

a describir la manera como el cultivo de la palma de aceite ha modificado sus condiciones de vida. De manera particular, se aborda el papel que ha desempeñado la palma de aceite como fuente de empleo y de ingresos para la población, además de describir el proceso de reconversión productiva que se ha llevado a cabo en la comunidad.

Materiales y métodos

El área de estudio se limita a la comunidad ejidal Independencia localizada en el municipio de Carmen, Campeche sobre la carretera Escárcega-Sabancuy. Cuenta con una población de 381 habitantes y una superficie de 880 hectáreas. El ejido fue establecido por decreto presidencial el 13 de junio de 1980 y tiene un padrón de 52 ejidatarios con derechos de uso de la tierra. El cultivo de la palma de aceite inició en 1998 y fue una de las primeras comunidades beneficiadas por el Programa Nacional de Palma de Aceite en el estado de Campeche.

La investigación se realizó mediante el enfoque metodológico de estudio de caso, para lo cual se utilizaron técnicas cuantitativas (encuesta) y cualitativas (entrevistas semiestructuradas y grupo focal). Se aplicó una encuesta a los pobladores de la comunidad de Independencia respecto a las condiciones de vida de la unidad familiar, que incluye información sobre su composición, características socioeconómicas, estrategias productivas, participación en el cultivo de palma de aceite y su perspectiva sobre esta actividad. Para la aplicación de las encuestas se realizó el cálculo de una muestra representativa de la población, tomando como unidad de análisis al hogar con base en la información obtenida del Censo de Población y Vivienda 2010. Los hogares encuestados (n= 36) fueron seleccionados de manera aleatoria y se aplicó la encuesta al jefe de cada hogar o la persona responsable del mismo al momento de la visita.

Para conocer el proceso de reconversión productiva hacia la palma de aceite en el ejido Independencia se realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave y se organizó un grupo focal. El grupo focal se integró con ocho palmicultores de la comunidad seleccionados, de acuerdo a su experiencia en el cultivo y a su disponibilidad para participar. Se realizaron tres sesiones con una duración aproximada de dos horas donde se analizó la historia y la situación del cultivo en la comunidad.

Resultados y discusión

La palma de aceite se cultiva en el ejido Independencia desde 1998. Previo a la introducción del cultivo, los productores dedicaban principalmente a la ganadería bovina extensiva y en menor medida a las actividades agrícolas. Durante los primeros

años las condiciones para el desarrollo de las plantaciones de palma de aceite no fueron favorables. La incipiente producción de racimo de fruto fresco (RFF) de alrededor de una tonelada por hectárea, enfrentó problemas para su comercialización debido a que los ejidatarios no contaban con información sobre el mercado, lo que aunado a los bajos precios (\$300 a \$500 por tonelada) motivó que la mayor parte de los ejidatarios abandonaran las plantaciones ante la falta de rentabilidad.

La rentabilidad del cultivo mejoró significativamente cuando los productores del estado se organizaron para integrar Unión de Palmicultores del Milenio (UPM), ya que a través de esta organización la producción total de RFF del sector social del estado comenzó a comercializarse de manera colectiva, logrando de esta manera mayores márgenes de ganancia. La SPR Independencia se mantuvo funcionando con ocho socios quienes en conjunto tienen actualmente una superficie de 82 hectáreas y han aprendido el manejo del cultivo sobre la marcha. Se trata de plantaciones maduras que se encuentran en el pico de su vida productiva, con un rendimiento promedio de 4.2 toneladas de RFF por hectárea y un rendimiento anual de 40 toneladas de RFF por productor. Durante los últimos años se ha incrementado el número de nuevos palmicultores, principalmente foráneos y algunos pobladores que han comprado plantaciones o áreas de potreros para establecerlas, así como ejidatarios que se han interesado nuevamente por el cultivo. Actualmente la superficie de palma de aceite en el ejido es de aproximadamente 200 hectáreas.

En la comunidad encuestó a un total de 36 hogares en la comunidad Independencia. Los hogares encuestados están integrados en promedio por 3.9 miembros. La edad promedio de los entrevistados es de 45.1 años y 63% son hombres y 37% mujeres. La mayoría (78%) son migrantes con promedio de residencia de 24 años y provenientes principalmente del estado de Veracruz, quienes llegaron buscando tierras para cultivar. La mayor parte (88%) son pobladores, es decir personas que viven en la comunidad, pero no tienen derecho a usufructuar las tierras del ejido y el resto son ejidatarios.

Cerca de la quinta parte (19%) de los encuestados tienen plantaciones de palma de aceite. Aquellos que no participan del cultivo se debe a que no tienen tierras (54%), desconocen el cultivo (12%) y carecen recursos económicos para establecer las plantaciones (8%) principalmente. En 10% de los casos no existe interés por parte de los entrevistados en la palma de aceite. Del total de los encuestados que no tienen plantaciones, en 17% de los casos hay al menos un miembro de la unidad familiar que trabaja como jornalero en la palma de aceite. El ingreso mensual promedio de los hogares en el último año sin contabilizar los apoyos gubernamentales es de \$ 4 214, con una mediana de \$ 3 600. La principal fuente de ingresos económicos de los hogares es el jornaleo (46%) y en menor medida el trabajo formal sin base agropecuaria o los oficios (19%) y el cultivo de la palma de aceite (11%).

La mayoría de los ejidatarios encuestados (87%) tiene plantaciones de palma de aceite que ocupan en promedio cerca de la mitad (40%) de su dotación ejidal. Las plantaciones de palma de aceite tienen una edad promedio de diez años y una superficie media de ocho hectáreas.

El 75% de la superficie de palma de aceite fue establecida en áreas de potreros y el restante 25% en áreas de vegetación de selva en diferentes grados de conservación. Durante el último año recibieron un ingreso promedio de las plantaciones de palma de aceite de \$29 166.7 (mediana de \$ 27 500). Estos recursos se utilizaron principalmente para la compra de insumos agrícolas (28%), mecanización de la tierra (21%) y la compra de artículos de consumo para la familia (21%). Sólo en 37% de los casos alguno de los hijos se dedica también a la actividad, ya sea como jornalero y/o palmicultor independiente. La mitad (62%) reconoce que el cultivo de la palma de aceite ha permitido mejorar las condiciones de vida material de la unidad familiar (adquisición de bienes, condiciones del hogar, alimentación, acceso a los servicios de salud), debido a mayores ingresos económicos (50%) y oportunidades de empleo (38%). En menor medida los palmicultores reportan beneficios adicionales tales como la oportunidad de que los hijos continúen estudiando y alcancen mayores niveles de escolaridad. La mitad (55%) de los que cultivan palma de aceite tiene planeado incrementar a corto plazo su área de plantaciones a través de la compra de tierras en el ejido o en comunidades aledañas.

A escala de la comunidad el principal beneficio mencionado por los encuestados es la generación de empleos (50%) y la disminución en los niveles de pobreza y de marginación (20%) de la población. En contrasentido, 6% de los encuestados no identificaron beneficio alguno derivado del cultivo de la palma de aceite para la comunidad.

Los palmicultores del ejido coinciden en que el cultivo de la palma de aceite es una actividad rentable y con alto potencial para mejorar la condición económica de las familias. En comparación con la cría de ganado bovino, la palma de aceite tiene mayores beneficios económicos ya que genera recursos todo el año y en menor tiempo. Mientras que un becerro tarda entre ocho a nueve meses para su venta en un precio máximo de seis mil pesos, la palma puede generar el mismo ingreso cada quince días si se tiene una extensión mínima de diez hectáreas y un manejo apropiado de las plantaciones. El cultivo de la palma de aceite ofrece además un mayor margen de seguridad que la ganadería bovina, la cual se ha visto aquejada en los últimos años por una alta incidencia de enfermedades en los animales y por un grave problema de robo de ganado en el ejido, lo que ha disminuido su rentabilidad e incrementado el riesgo de perder la inversión. Por otra parte, la palma incrementa el valor comercial de la tierra, ya que una hectárea plantada con palma de aceite puede duplicar el valor de una hectárea de pastizal en la comunidad.

Todos los miembros de las familias que tienen plantaciones participan en las labores del cultivo, mientras que los pobladores que no tienen tierras se han beneficiado con los jornales que contratan los palmicultores. Algunos pobladores han hecho del jornaleo en las plantaciones de palma su medio de vida, trabajando básicamente en la recolecta del fruto con un pago de \$200 por tonelada de fruto cosechada, lo que a juicio de los palmicultores representa un ingreso suficiente para el sostenimiento de sus familias sin necesidad de dedicarse a otras actividades.

De acuerdo a los palmicultores el principal problema que enfrenta el cultivo son los altos costos de inversión para su establecimiento y manejo, especialmente en cuanto a las necesidades de fertilización. Estiman costos de establecimiento de al menos seis mil pesos por hectárea en el primer año de la plantación sin contabilizar la mano de obra familiar, de los cuales la cuarta parte corresponde a la inversión en la compra de fertilizantes. Por esta razón, la productividad de las plantaciones es relativamente baja, ya que la mayoría no puede aplicar el esquema de fertilización recomendado dado que carecen de recursos económicos y desconocen las condiciones de fertilidad de sus tierras.

Los palmicultores consideran que los beneficios de la palma de aceite no se limitan a los económicos. Aprecian que las plantaciones atraen fauna silvestre para alimentarse de los residuos de las cosechas. Animales tales como venado (*Odocoileus virginianus*), sereque (*Dasyprocta* sp) y aves han vuelto a habitar las tierras ejidales como resultado del cultivo de la palma de aceite. Asimismo, tienen la convicción de que las plantaciones son una manera de reforestar las tierras, las cuales fueron deforestadas con fines agropecuarios desde antes de la creación del ejido. Esperan que la cubierta vegetal de las plantaciones permita crear condiciones climáticas que favorezca un temporal más regular en cuanto a la cantidad de lluvia que se registra y su distribución estacional. Por otra parte, resaltan que la palma ha limitado la práctica de las quemas agrícolas en el ejido, pues su siembra es garantía de que en esa superficie no se realizarán quemas por un periodo prolongado de tiempo.

Conclusiones

Los resultados demuestran que la palma de aceite es rentable e impacta de manera positiva la economía y las condiciones de vida material de las familias de los palmicultores. Los resultados parecen indicar que los palmicultores carecen recursos para el mantenimiento adecuado de las plantaciones. Los productores no tienen las herramientas adecuadas, y en la mayor parte de los casos no cuentan con capacitación ni asesoría técnica para el manejo integral de las plantaciones. Desde el punto de vista ambiental la sustentabilidad de las plantaciones campesinas sigue siendo incierta. Para el caso del ejido Independencia los impactos ambientales por el cultivo de la palma de

aceite parecen no ser relevantes y no han sido percibidos por los pobladores en virtud de la escala pequeña de las plantaciones, su carácter de cultivo de temporal, y a que la mayor parte de las mismas fueron establecidas en áreas previamente deforestadas y dedicadas a la ganadería extensiva.

Las limitaciones técnicas y económicas de los palmicultores no han permitido que las plantaciones alcancen niveles de productividad que detonen la economía local. La palma de aceite es un cultivo que demanda un uso intensivo de capital y de tecnología que superan las capacidades y los recursos de los campesinos. En este sentido hay una ventana de oportunidad muy importante en materia de crédito, capacitación y asesoría técnica para hacer más productivas las plantaciones a niveles que dinamicen la economía local e impulse el desarrollo de las comunidades.

Referencias

- Castro G. 2009. "La palma africana en México. Los monocultivos desastrosos" Sitio Web [Revista Electrónica] México, consultada en Internet el 23 de septiembre de 2010. Dirección de Internet: http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Biodiversidad/la_palma_africana_en_mexico_los_monocultivos_desastrosos
- Corley RHV. 2009. How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy* 12: 134-139
- Henderson J, Osborne DJ. 2000. The oil palm in all our lives: how this came about. *Endeavour* 24(2):63-68
- Rival A, Levang P. 2014. La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Santacruz E, Morales S, Palacio VH. 2012. Políticas gubernamentales y reconversión productiva: el caso de la palma de aceite en México. Sitio Web [Portal], México, consultada por Internet el 23 de febrero de 2013. Dirección de Internet: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2012/lgm.html>
- SIAP. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Sitio Web [Portal], México, consultada el 10 de agosto de 2018. Dirección de Internet: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- USDA. 2016. Major Vegetable Oils: World Supply and Distribution. Sitio Web [Portal], Estados Unidos, consultada por Internet el 9 de mayo de 2016. Dirección de internet: [http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+03%3a+Major+Vegetable+Oils%3a+World+Supply+and+Distribution+\(Commodity+View\)&hidReportRetrievalID=533&hidReportRetrievalTemplateID=5](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+03%3a+Major+Vegetable+Oils%3a+World+Supply+and+Distribution+(Commodity+View)&hidReportRetrievalID=533&hidReportRetrievalTemplateID=5)

Diagnóstico por Amplificación Isotérmica Mediada por Horquillas (LAMP) Dirigida al Género de Hongo *Colletotrichum* spp.

G. I. Trejo-Gamboa¹, J. E. Ramírez-Benítez², N. L. Rodríguez-Ávila¹

Resumen. La antracnosis es una de las enfermedades de gran importancia en plantas y hortalizas, causada por hongos del género *Colletotrichum* spp., debido a las pérdidas económicas generadas en los cultivos alrededor del mundo y en la región. El diagnóstico por pruebas convencionales de la antracnosis se ha basado en caracteres morfológicos y análisis de patogenicidad; donde las pruebas son tardadas y de poca confiabilidad. Las pruebas de diagnóstico basadas en la detección de ADN brindan una alta sensibilidad y especificidad. Una nueva técnica, denominada Amplificación Isotérmica Mediada por Horquillas (LAMP), permite la detección acelerada de elementos genéticos en una muestra, con un nivel de detección de 10 a 100 veces mayor que la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Además, la reacción química sucede en condiciones isotérmicas, por lo que no requiere de equipamiento especializado de termociclador. En el presente estudio, se presentan los resultados de la estandarización de la prueba LAMP y PCR para la detección de *Colletotrichum* spp. Se diseñaron cebadores LAMP dirigidos a la región intergénica ITS1-ITS4 a partir de secuencias de ADN de *Colletotrichum* spp. reportadas en el Gen Bank. Con el objetivo de optimizar las condiciones de amplificación, se realizaron amplificaciones LAMP y PCR en muestras de ADN de aislados fúngicos identificados por microscopía como *Colletotrichum* spp. Posteriormente, se ensayó la técnica LAMP en muestras de ADN de aislados de *Fusarium oxysporum* y *Botrytis cinérea* para comprobar la especificidad de los cebadores. Los resultados indicaron que los cebadores diseñados amplificaron específicamente al gen diana en *Colletotrichum* spp.

Palabras clave: *Colletotrichum*, Amplificación Isotérmica, antracnosis, LAMP

¹Instituto Tecnológico de Chiná, calle 11 entre 22 y 28, colonia Centro Chiná CP 24050, Chiná, Campeche, México.

²Av. Agustín Melgar S/N entre Calle 20 y Juan de la Barrera. Col. Buenavista. CP 24039. Campeche, México.

*Autor para la correspondencia: norma_rgzavila@yahoo.com.mx

Introducción

La antracnosis es una de las enfermedades más comunes y de gran importancia en plantas y vegetales, producida por hongos del género *Colletotrichum* spp., y bajo condiciones de humedad relativa superior al 90% y temperaturas óptimas de 17-20°C (Tucuch, 2005). La antracnosis es de gran importancia debido a las pérdidas económicas que se generan en los cultivos alrededor del mundo y en la región. Produce la desintegración de los tejidos observándose manchas negras y hundidas en forma de lesión que aparece sobre las hojas, tallos, flores y frutos. Además, es un factor principal de las pérdidas de pos-cosecha. El análisis para el diagnóstico de la antracnosis se ha basado en técnicas morfológicas y de patogenicidad, que son muy tardadas y no permiten obtener un resultado certero. Estos criterios no son suficientes ni adecuados para la identificación de especies debido al sobrelape o coincidencia en los caracteres morfológicos y variación entre las especies bajo diferentes condiciones ambientales (Than *et al.*, 2008).

Recientemente, se han desarrollado técnicas moleculares más específicas, basadas en la presencia de secuencias de ADN únicas para cada microorganismo. Entre ellas, la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés) ha sido utilizada ampliamente para la identificación rápida y efectiva de hongos fitopatógenos, incluidas varias especies de *Colletotrichum* (Afanador-Kafuri *et al.*, 2003). Esta técnica es de alta sensibilidad y especificidad, además que su identificación es rápida y efectiva. La PCR, consta de varias etapas que son completadas a diferentes temperaturas, de 2 a 3 horas, lo cual hace necesario el uso de equipos termocicladores programables que son costosos, limitando la aplicación de esta tecnología (Espinosa, 2007). Por otra parte, existen amplificaciones de ADN llevadas a cabo en condiciones isotérmicas. Entre ellas, la amplificación isotérmica mediada por horquillas (Loop-mediated isothermal amplification, LAMP por sus siglas en inglés) resulta ser una prueba rápida y, una vez que se ha estandarizado, no necesita de equipamiento especializado (un baño maría es suficiente o bloques de calentamiento), además de ser altamente sensible y específica, que es suele ser de 10 a 100 veces más sensible que la PCR. (Mori y Notomi, 2009; Notomi *et al.*, 2000). El rendimiento de LAMP se basa principalmente en la elaboración de seis cebadores (incluidos 2 cebadores de Loops), lo que finalmente acelera la reacción, suele ser completa en 1 hora y en el proceso se forman pirofosfatos que causan turbidez que facilita la visualización. Es por ello que el objetivo de este estudio fue estandarizar la técnica de Amplificación Isotérmica mediada por Horquillas (LAMP), dirigida a las secuencias ITS1 e ITS4, para el diagnóstico de *Colletotrichum* spp.

Material y métodos

Diseño de cebadores

Se realizó la búsqueda de secuencias de la región intergénica ITS-1 e ITS-4 de hongos del género *Colletotrichum* en la base de datos Genbank. Las secuencias de nucleótidos seleccionadas se alinearon usando la plataforma MUSCLE (Comparación de Secuencia Múltiple por Log-Expectation). El primer diseño para LAMP fue mediante el software Primer Explorer V5 (<http://primerexplorer.jp/e/>). Para este ensayo no se necesitaron cebadores de bucle para la amplificación de LAMP.

Extracción de ADN y electroforesis

Se realizó la extracción con el Kit comercial de extracción de ADN Qiam (QIAGEN, Cat No./ID: 51306) y se hizo el análisis espectrofotométrico A260 / 280 nm. Se preparó un gel de agarosa al 1% para realizar la electroforesis y visualizar que se haya obtenido el ADN integro.

Estandarización de pruebas moleculares

Se realizaron ensayos para la optimización de Betaína y diferentes concentraciones de BST III polimerasa, pruebas de sensibilidad y especificidad de amplificación por LAMP para la detección de *Colletotrichum spp.*

Resultados y discusión

El diseño de los cebadores ITS-4 de LAMP se presenta en la Figura 1.

Cebadores LAMP generados ITS4:	
• F3Co2:	5'-GAGCGTCATTTC AACCTC-3'
• B3Co2:	5'-TCCGAGGTCAACCTTTGGAA-3'
• FIPC02:	5'-GGTCCGCCACTACCTTTGAGGAAGCTCTGCTTGGTGTGG-3'
• BIPC02:	5'-CGGAGCCTCCTTTGCGTAGTAATTTACGGCAAGAGTCCCTC-3'

Figura 1. Cebadores diseñados para LAMP con base en la región ITS-1-ITS-4 de *Colletotrichum spp.*

Con base a estos cebadores diseñados se determinó un tamaño esperado para los productos de amplificación de 220 pb para la secuencia ITS4. En la extracción de ADN se obtuvo templado de alta calidad e integridad, observándose los ácidos nucleicos obtenidos como bandas íntegras en la parte superior de los geles de agarosa (Figura 2).

Por tanto, se determinó que el ADN aislado fue íntegro e idóneo para utilizarse en las pruebas de PCR y LAMP.

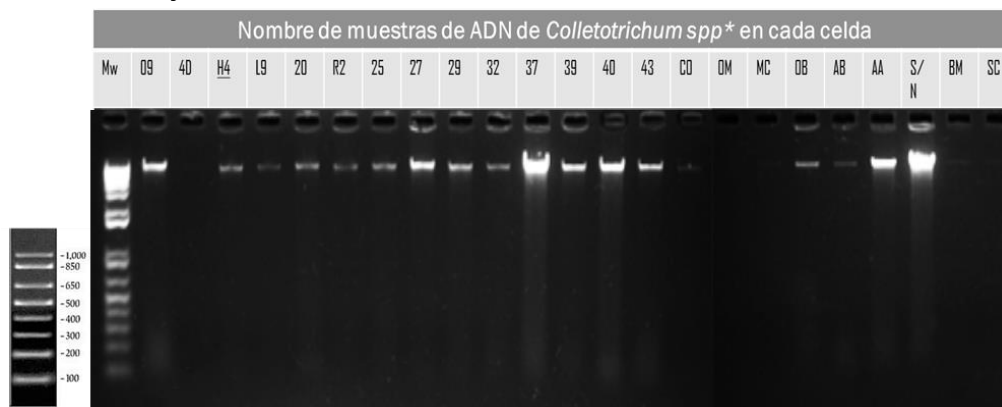


Figura 2. ADN genómico aislado a partir de cepas de hongos de *Colletotrichum* spp cultivados en PDA, de la colección biológica del Laboratorio de Biotecnología Vegetal (Instituto Tecnológico de Chiná).

El ensayo con las diferentes concentraciones de betaína (Figura 3) fue realizado para determinar la concentración óptima que previniera la generación de artefactos de amplificación que se pudieran interpretar como falsos positivos ya que, como se ha mencionado con anterioridad, la betaína mejora los resultados de la PCR aumentando la especificidad de la formación de los productos de PCR (Frackman *et al.*, 1988).

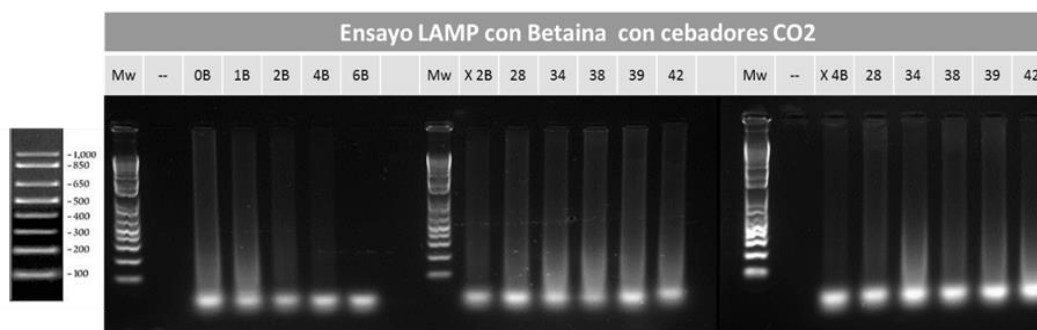


Figura 3. Electroforesis en gel de agarosa al 2% de los productos de amplificación LAMP obtenidos aplicando 2 concentraciones diferentes de Betaína a una temperatura de 65 ° C, utilizando los cebadores CO2 y las muestras TSPH 28, 34, 38, 39, 42 de *Colletotrichum* spp. Los primeros carriles corresponden a controles negativos (-); (0B) sin betaína; (1B) con un microlitro de betaína; (2B) con 2 μ l de betaína; (4B) con 4 μ l de betaína y (6B) con 6 μ l de betaína. Mw: Marcador de molecular de 1 Kb.

En cuanto a la concentración de BST III polimerasa, se realizó con el objetivo de obtener un patrón nítido de las bandas de amplificación en las pruebas LAMP, se realizaron ensayos utilizando menores concentraciones de BST III polimerasa.



Figura 4. Electroforesis en gel de agarosa al 2% mostrando los productos de amplificación LAMP obtenidos con diferentes concentraciones de BST III polimerasa a una temperatura de 65°C. Mw: marcador de peso molecular de 1 Kb; (X 1u) control negativo con 1 unidad de BST polimerasa; (40, 39 y 32) productos de amplificación LAMP obtenidos usando como templado ADN_g de la cepa TSPH de *Colletotrichum* spp.; (X 2u) control negativo con 2 unidades de BST III polimerasa; (X 4u) control negativo con 4 unidades de BST III polimerasa.

El patrón de bandeo obtenido fue el característico de los productos de amplificación LAMP, los cuales corresponden a concatámeros de la secuencia precursora de ITS4 delimitada por los cebadores F3 y B3 (Notomi *et al.*, 2000; Parida *et al.*, 2008). Además, la adición de BST III polimerasa a las reacciones de LAMP resulta ser indispensable para que se logre amplificar el ADN ya que además de participar en la elongación, desempeñan una función correctora y reparadora gracias a su actividad exonucleasa 3', que les confiere la capacidad de degradar el ADN partiendo de un extremo de éste. Para la prueba de sensibilidad de amplificación mediante LAMP, se usó una muestra de 150 ng/μL de ADN positivo para *Colletotrichum* spp. En este ensayo, se realizaron diluciones 1:10 hasta la dilución de 10⁻⁵ obteniendo resultados exitosos con tan poco como 0,15 pg / μL como se muestra en la figura 5.

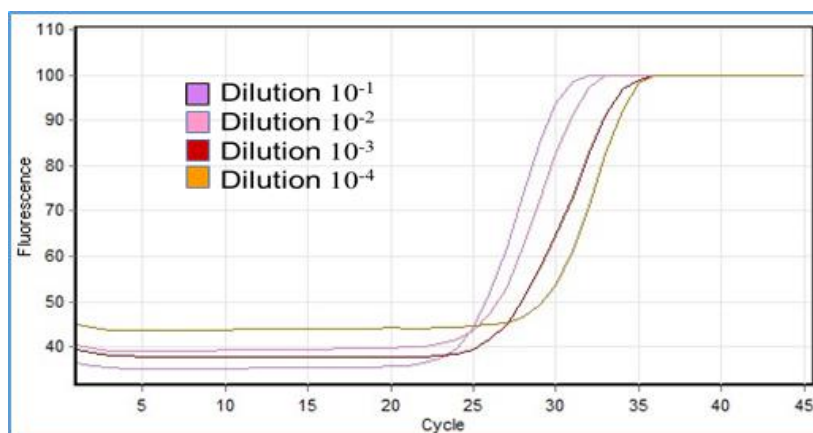


Figura 5. Ensayo de sensibilidad en tiempo real. Curva de amplificación obtenidas en tiempo real de las diluciones evaluadas de la muestra TSPH 42, dichas diluciones de hicieron de 1:10 hasta la dilución 10^{-4} (0.150 ng/ μ L). El color púrpura corresponde a la dilución 10^{-1} , el rosa a la dilución 10^{-2} , el rojo a la dilución 10^{-3} , el naranja a la dilución 10^{-4} .

Para el ensayo de especificidad de la técnica LAMP para la detección de *Colletotrichum spp*, se utilizaron hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, el cual causa la marchitez vascular en el cultivo de tomate, siendo esta una de las enfermedades que más afecta a dicho cultivo (Ploetz y Churcill, 2011) y *Botrytis cinérea*, que causa la podredumbre gris en las uvas. Este hongo es el resultado de una infección en plantas empapadas o en condiciones de mucha humedad (Choquer *et al.*, 2007). Dichas especies tiene algunas características poco similares a las del hongo *Colletotrichum*, por lo que resultaron ser muestras ideales para llevar a cabo los ensayos. Al realizar la PCR con los cebadores universales del genero *Colletotrichum spp*. ITS1 e ITS4 se obtuvo un producto de amplificación a partir de las muestras cuya amplificación por LAMP había sido previamente verificado. Sin embargo, se observaron diferencia en el número y tamaño de las bandas obtenidas. Lo anterior puede deberse a diferencias en la secuencia de dicha región, propias de cada especie de *Colletotrichum* como puede observarse en las Figuras 6 y 7.

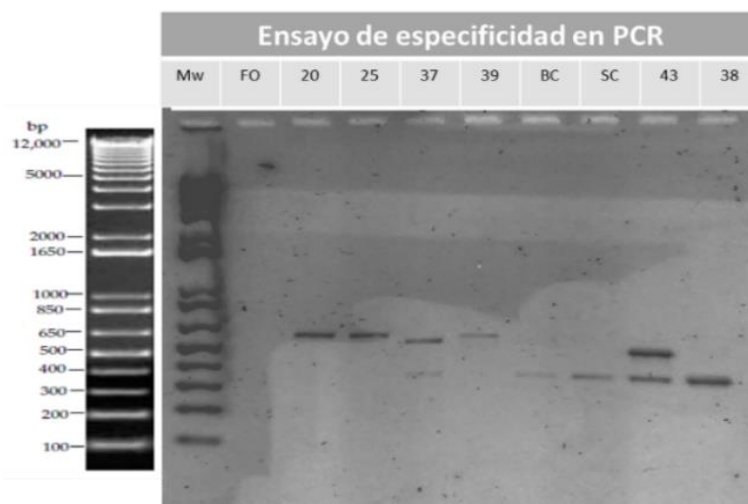


Figura 6. Electroforesis en gel de agarosa al 1% de productos de PCR obtenidos con cebadores específicos para *Colletotrichum gloeosporioides*. Mw: marcador de peso molecular de 1 Kb. Carriles 20, 25, 37, 39: Productos de PCR de aislados fúngicos obtenidos de tejidos infectados por antracnosis de 4 cultivares de *Manguifera indica*; carril 43: Producto de PCR obtenido de un aislamiento de *Colletotrichum* sp. de *Carica papaya* y (38) *Phaseolus vulgaris* SC: Templado: ADNg de *Seiridium cardinale*. (FO) Templado: ADNg de *Fusarium oxysporum*; (BC) Templado: ADNg de *Botrytis cinérea*.

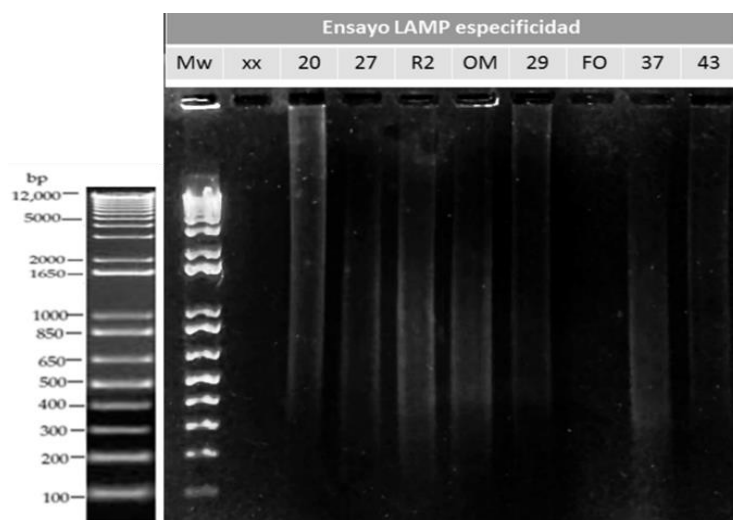


Figura 7. Electroforesis en gel de agarosa al 1% del ensayo LAMP para demostrar la especificidad de la prueba. Carriles 20, 27, 29, 37 y 43: productos LAMP de aislados fúngicos de *Colletotrichum* spp. obtenidos de tejidos infectados de diferentes cultivares

de *Manguifera indica*; (R2) amplificación LAMP del aislado de *Colletotrichum* spp. obtenido de *Carica papaya* y (OM) *Phaseolus vulgaris*. (FO) Resulta de la amplificación usando como templado ADN de *Fusarium oxysporum*

Conclusión

La adición de betaína y la reducción de la concentración de la BST III polimerasa producen una mejor estabilidad de las reacciones de amplificación, además del uso de solo 4 cebadores para los ensayos de LAMP, obteniéndose los resultados deseables. También se observó que la sensibilidad del método LAMP es diez veces mayor que la de la PCR convencional. En este estudio, se realizaron 10 diluciones del extracto de ADN original (150 ng/μL), lográndose obtener productos de amplificación hasta la dilución de 10^{-5} (0,15 pg/μL). No se observó amplificación cuando se usaron extractos de ADN de otra especie de hongo como molde, por lo que la metodología estandarizada en este estudio es de alta especificidad. De la misma manera, con el empleo de PCR en tiempo real en la metodología de LAMP, que permite monitorear el ciclo de reacción tal como se produce, es posible obtener resultados en muy corto tiempo y confiables.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Tecnológico Nacional de México con el proyecto número 254.15-PD.

Referencias

- Afanador-Kafuri L, Minz D, Maymon M, Freeman S. 2003. Characterization of *Colletotrichum* isolates from tamarillo, passiflora, and mango in Colombia and identification of a unique species from the genus. *Phytopathology*, 93(5), 579-587
- BaMori Y, Notomi T. 2009. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP): a rapid, accurate, and cost-effective diagnostic method for infectious diseases. *Journal of infection and chemotherapy*, 15(2), 62-69.
- Choquer M, Fournier E, Kunz C, Levis C, Pradier JM, Simon A, Viaud M. 2007. *Botrytis cinerea* virulence factors: new insights into a necrotrophic and polyphageous pathogen. *FEMS Microbiol Lett*. 277:1-10. Review
- Espinosa L. 2007. Guía práctica sobre la técnica de PCR. Eguiarte L., V. Souza y X. Aguirre (comps.). Ecología molecular. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, DF, México. Pp. 517-526.
- Frackman S, Kobs G, Simpson D, Storts D. 1998. Betaine and DMSO: enhancing agents for PCR. *Promega notes*, 65(27-29): 27-29.

- Notomi T, Okayama H, Masubuchi H, Yonekawa T, Watanabe K, Amino N, Hase T. 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic acids research* 28(12), e63-e63.
- Parida M, Sannarangaiah S, Dash PK, Rao P, Morita K. 2008. Loop mediated isothermal amplification (LAMP): a new generation of innovative gene amplification technique; perspectives in clinical diagnosis of infectious diseases. *Reviews in medical virology* 18(6), 407-421
- Ploetz RC, Churchill ACL. 2011. Fusarium wilt: the banana disease that refuses to go away. Pp. 519-526. In: Van den Bergh, I., Smith, M., Swennen, R. and Hermanto, C. (eds.). *Proceedings of International ISHS-ProMusa Symposium on Global Perspectives on Asian Challenges*, Guangzhou, China, 14-18/09/2009. *Acta Horticulturae* 897. ISHS, Leuven, Belgium
- Than PP, Prihastuti H, Phoulivong S, Taylor PW, Hyde KD. 2008. Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *Journal of Zhejiang University Science B*, 9(10), 764.
- Tucuch-Cauich FM, Palacios-Pérez A, Ku-Naal R, Guzmán-Estrada C. 2005. Manejo del cultivo de mango en el Estado de Campeche. En: R Ku-Naal (Ed.), *Folleto Técnico INIFAP* (pp. 1-45). Campeche, MEX: Centro de Investigación Regional del Sureste.

Caracterización de la Actividad Apícola e Identificación de las Principales Especies Néctar-Poliníferas en Bacalar, Quintana Roo

J.A. Aguilar-Hernández¹, J.I. Tucuch-Haas^{2*}, F. Casanova-Lugo¹, J.F. Martínez-Puc³, C. Kim-Barrera¹, E.C. Yam-Chalé¹, W. Cetzal-Ix³

Resumen. La apicultura en el estado de Quintana Roo es una actividad con bajos índices de rentabilidad, ya que actualmente el incremento de la superficie agrícola ha sido la causa principal de la baja producción debido a la reducción los recursos florísticos de la zona. Por lo anterior es necesario realizar estudios que permitan tomar decisiones y proponer alternativas de mejora en base al manejo actual del sistema. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el sistema de producción apícola e identificar las especies néctar-poliníferas presentes en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo. Para ello se realizó un inventario de productores en las siguientes comunidades: El Paraíso, San Fernando, David Gustavo y Huatusco de los cuales se seleccionó una muestra de 28 apicultores de un total de 44, para aplicarles encuestas (más del 63% de la población total). Se encontró que el 61% de apicultores sólo cuentan con un apiario y el 25% solo cuenta con 10 colmenas en su apiario. También se observó que el 60% proporciona miel como alimento de auxilio. El 40% de los apicultores realizan sus cosechas en marzo y que más del 57% de los apicultores cosecha entre 126 y 250 kg de miel. El 62% mencionó que realiza divisiones de sus colmenas para incrementar el número de colmenas en su apiario, mientras que el 35% compra colmenas y el 3% colecta enjambres. Finalmente, los apicultores mencionan 13 especies néctar-poliníferas de las cuales dependen principalmente para la producción de miel en la zona de estudio. No obstante, el 70% de ellos mencionan al Chacá (*Bursera simaruba* L.), al Tajonal (*Viguiera dentata* S.) y al Jabín (*Piscidia piscipula* L.) como especies de mayor relevancia. Se concluye que los apicultores de la región poseen un apiario con diez colmenas y son de escolaridad limitada; practican la actividad de forma complementaria. Las prácticas generalizadas de manejo de las colmenas son la alimentación artificial y cambio de reinas cada año. Durante el año realizan 3 cosechas y son principalmente son de Chacá, Tajonal y jabín.

Palabras clave: apicultura, producción de miel, recursos vegetales, productores locales

¹Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mochá, Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México / I.T. Chiná, Campeche, México.

*Autor para correspondencia: tucuch.jorge@inifap.gob.mx

Introducción

La apicultura en el estado de Quintana Roo es una actividad rentable que aprovecha los recursos florísticos de su entorno, es compatible con el cultivo tradicional de la milpa y con la conservación de la biodiversidad (SEDARI, 2001). Sin embargo, la apicultura ha mostrado un descenso en sus niveles de producción de miel, que la literatura atribuye a las siguientes causas: la africanización de las abejas, la presencia de enfermedades como la varroosis, el abandono de la actividad por un gran número de productores, la deficiente organización de los apicultores, la escasa asesoría y capacitación. Así como los bajos precios de miel en el mercado (SEDARI, 2001).

Por lo anterior, diversas instituciones gubernamentales y organizaciones ofrecen apoyo financiero a los productores apícolas para contrarrestar los efectos de estos elementos y elevar la productividad a través de subsidios, asesoría técnica y programas de fomento de la apicultura (Vandame *et al.*, 2012). Sin embargo, estos programas también apoyan la expansión en la ganadería bovina y la agricultura, provocando un cambio en el uso de suelo por medio de la deforestación, reduciendo el espacio disponible para la apicultura, ocasionando conflictos por el uso del espacio entre los productores (SAGARPA, 2006).

Un factor más que afecta a los productores se relaciona con el hecho de que el aprovechamiento de los recursos florísticos que se hace a través de la apicultura, no se basa en amplio conocimiento que tienen los apicultores sobre su entorno, en consecuencia, no les permite planear estrategias para utilizar eficientemente estos recursos de mucha importancia para la actividad (SAGARPA, 2011). Por lo anterior, es imperativo contar con la información sobre diversos aspectos técnicos, económicos y florísticos de la apicultura, que nos ayudara a dilucidar las características de las explotaciones apícolas, el manejo realizado en los apiarios y el grado de conocimiento de los apicultores, para implementar estrategias de mejora e innovación en dichos sistemas (Dewey, 2010). Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue identificar y describir, las principales características asociadas a los procesos de producción apícola en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo, México.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en cuatro comunidades del Municipio de Bacalar Quintana Roo (Cuadro 1). Dicha zona presenta con un clima tipo Cálido subhúmedo (Aw_1), temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío es de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual. En el municipio de Bacalar,

Quintana Roo, el tipo de suelo predominante son los luvisoles. Estos suelos se caracterizan por ser los más desarrollados, son profundos de color café rojizo, acumulan arcilla en los horizontes sub-superficiales y pierden rápidamente su fertilidad.

En cada comunidad se consultó en la casa ejidal por el listado de apicultores para obtener un inventario del número de apicultores hay por comunidad. Se registraron en total de 44 productores de las cuatro comunidades del municipio de Bacalar Quintana Roo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Números de apicultores por comunidades y número de apicultores encuestados, coordenadas de las comunidades donde se llevó a cabo la encuesta.

Comunidades	Número total de apicultores	Apicultores Encuestados	Tamaño de muestra (%)
David Gustavo	7	5	71
Huatusco	18	7	39
El Paraíso	7	4	57
San Fernando	12	12	100
Total	44	28	64

A los 44 apicultores se les invitó a participar al estudio sin embargo no todos accedieron. Sólo 28 individuos (64% de la población total) accedieron a llenar las encuestas la cual estaba formada de 46 reactivos entre preguntas abiertas y cerradas. La encuesta consideró diversos aspectos relacionados con el sistema de producción, no obstante, para fines de este documento se analizó solamente la sección de la producción.

Resultados y discusión

En base a la encuesta realizada se obtuvo de manera general que el 54% de los apicultores tiene estudios a nivel secundaria, mientras que el 46 % poseen nivel primaria. El 93% de los apicultores encuestados respondieron que se dedican también a la actividad agrícola y cultivan maíz principalmente (61%). De los apicultores encuestados que cuentan con cultivos el 54 % respondió que no aplican productos químicos y mientras que el 46 % si aplican dichos productos. De estos últimos reportan los siguientes productos utilizados: fertilizantes (65%) y herbicidas (35%). Por otra parte, solo el 18% de los productores se dedica también a la actividad ganadera (i.e. cría de bovinos).

Con relación a la información de los apiarios se encontró que el 61% de los apicultores encuestados solamente cuenta con un apiario, el 21% con dos apiarios y el 3% con tres apiarios, el 11% con cuatro apiarios y el 4% con 6 apiarios. En tanto al número de

colmenas por apiario solo obtuvimos que el 36% cuenta con 10 colmenas en su apiario (Figura 1).

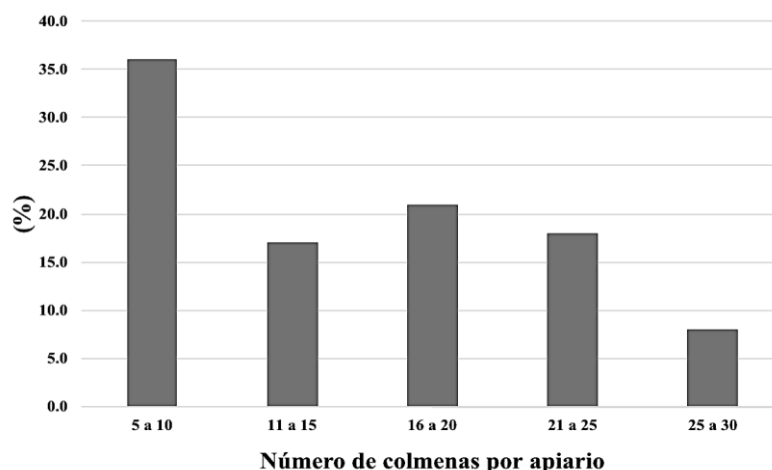


Figura 1. Número de colmenas por apiario en cuatro comunidades del Municipio de Bacalar, Quintana Roo.

Con base a la encuesta el 100% de los apicultores respondió que sus apiarios cuentan con abejas africanizadas, y en relación al origen de la abeja reina, el 10 % de los apicultores respondieron que la compran, un 45 % que provienen de su mismo apiario y un 45% respondió que lo obtienen de apiarios vecinos. De los que contestaron que compran su abeja reina el 80% no especificó el lugar.

Durante la época de escasez de alimento la mayor proporción de apicultores alimentan sus abejas con miel, seguido del azúcar, vitaminas y por último polen (Cuadro 2).

Cuadro 2. Alimentación alternativa durante la época de escases.

Miel	Azúcar	Vitaminas	Polen
69%	14%	14%	3%

Los apicultores encuestados respondieron que ellos cambian sus reinas y panales viejos cada 12 y 24 meses de tiempo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tiempo transcurrido para el cambio de abejas reinas

	2 meses	4 meses	12 meses	24 meses
Cambio de reinas	3%	7%	61%	29%
Cambio de panales	3%	7%	61%	29%

Con base a los resultados de las encuestas, el porcentaje máximo de cosecha se registra para el mes de marzo (40%), con un rango de producción que oscila entre 126 a 250 kg de miel (57%).

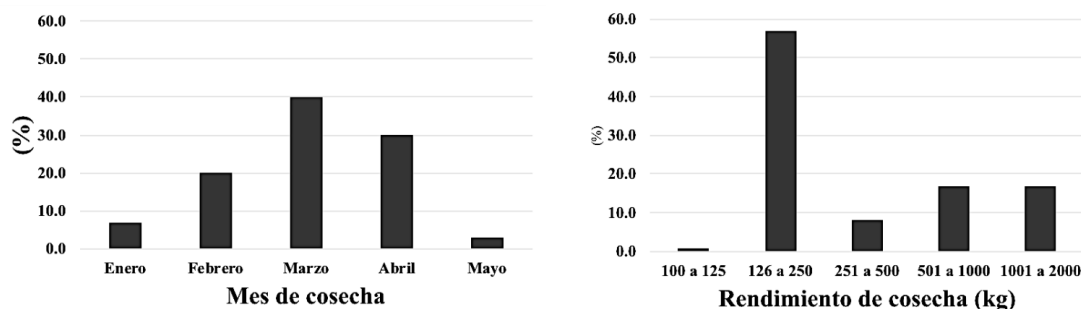


Figura 2. Mes de cosecha y rendimiento de cosecha de miel en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo.

Basado a la encuesta también se registró una pequeña lista de especies néctar-poliníferas en la temporada de cosecha (Figura 3 y 4), de las cuales el 70% solo se mencionan tres especies de mayor importancia: Chacá, Tajonal y Jabín.

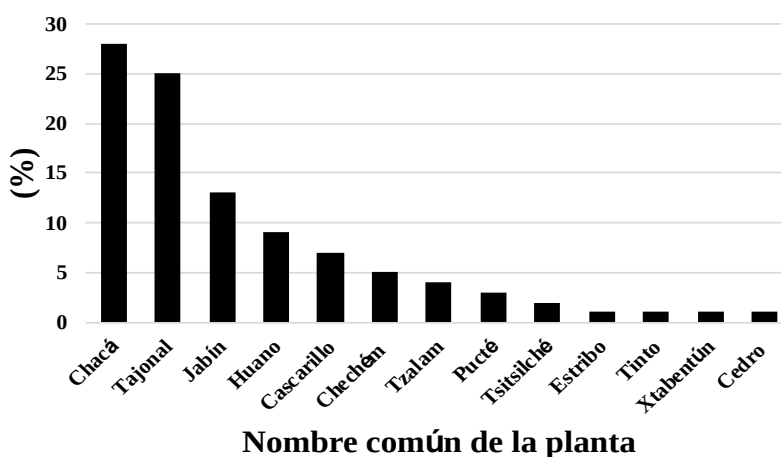


Figura 3. Especies néctar-poliníferas mencionadas por los productores en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo.

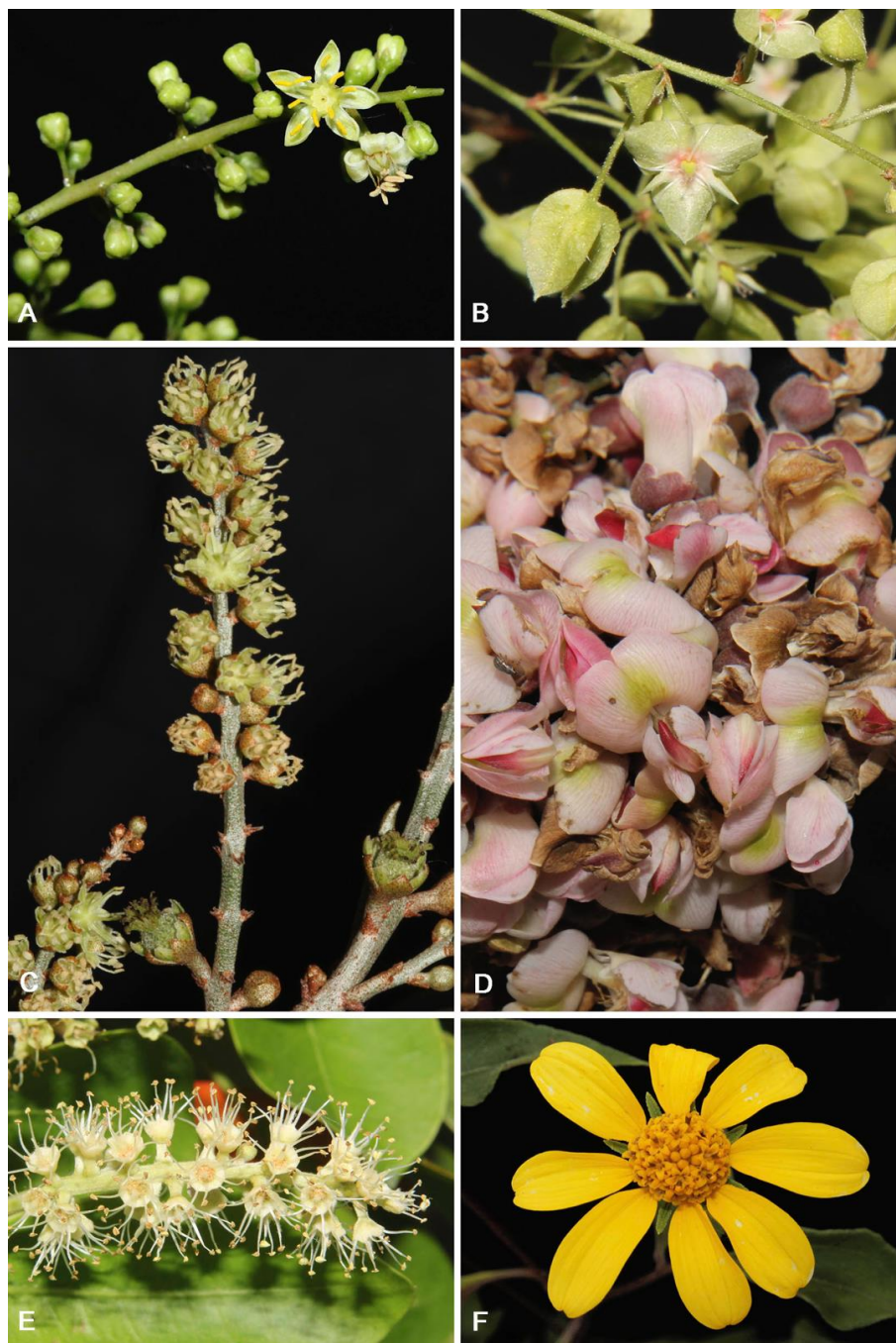


Figura 4. Representación de las principales especies néctar-poliníferas mencionadas por los productores de Bacalar. A. Chacá (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), B. Tsitsilché (*Gymnopodium floribundum* Rolfe.), C. Cascarillo (*Croton arboreus* Millsp), D. Jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.), E. Pucté (*Terminalia buceras* L.), F. Tajonal (*Viguiera dentata* (Cav.) Sprengel) (Fotografías: William Cetzal-Ix).

En otra parte de la encuesta el 100% de los apicultores respondió que sus apiarios cuentan con abejas africanizadas e inclusive el origen de la abeja reina, el 10 % de los apicultores respondieron que ellos compran las abejas reinas, un 45 % menciona que provienen de su mismo apiario y un 45% respondió que lo obtienen de apiarios vecinos, dichos resultados coinciden con lo publicado por Molina-reyes (2010), quien menciona que el 76% de los apicultores realizan el cambio de reina de manera anual, el 82% producen sus propias reinas de su mismo apiario, y los demás apicultores encuestados mencionaron que lo compran en la región. Igualmente mencionan que durante la época de escasez de alimento la mayor proporción de apicultores alimentan sus abejas con miel, seguido del azúcar, vitaminas y por último polen, es importante mencionar que el insumo principal para alimentar a las abejas en épocas de escases es el azúcar, Contreras-Uc *et al.* (2018) y Franco-Olivares *et al.* (2014), ambos autores mencionan que los apicultores buscan alimentar a las colonias con productos que favorezcan el crecimiento de la colonia aun costo razonable y redituable. Por último y basado en la encuesta, se registró tres especies néctar-poliníferas de mayor importancia durante la temporada de cosecha, las cuales fueron: el Chacá (28%), el Tajonal (25%) y el Jabín (12%), Lo cual concuerda con lo reportado por Cordova-Cordova *et al.* (2013), donde ellos reportan al Chacá, Tajonal y Jabín como plantas polinectaríficas de mayor importancia para la zona, además de tener mayor frecuencia de aparición en un área en específico y que las partículas de polen predominan en la miel cosechada de la temporada.

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos podemos concluir que el 54% de los apicultores muestreados poseen un grado de estudios de primaria, no obstante, eso no es una limitante para el manejo del apiario. La apicultura en el municipio de Bacalar es una actividad poco rentable, dado que la mayoría de los apicultores (93%) tienen que realizar otras actividades para mejorar sus ingresos, principalmente a la siembra de maíz y la ganadería.

El presente estudio ayudó a tener un panorama sobre sistema de producción apícola local, además permitió identificar las especies néctar-poliníferas más identificadas en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo. En base a lo anterior se puede concluir que la apicultura de la zona es dependiente principalmente de 13 especies néctar-poliníferas. No obstante, el 70% de ellos mencionan al Chacá (*Bursera simaruba* L.), Tajonal (*Viguiera dentata* S.) y al Jabín (*Piscidia piscipula* L.), como especies de mayor relevancia. Lo anterior evidencia de que los conocimientos sobre otras especies con potencial melífero son limitados. Se recomienda proporcionar mayor asistencia técnica a los productores sobre el manejo de la colmena en general con el fin

de incrementar índices de producción y calidad de la miel. Por otra parte, es necesario realizar más estudios, en particular estudios florísticos detallados para tener un claro entendimiento de la influencia del paisaje y diversidad vegetal en el manejo y aprovechamiento de los apiarios en las comunidades rurales.

Referencias

- Córdova-Córdova CI, Ramírez-Arriaga E, Martínez-Hernández E, Zaldívar-Cruz JM. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas Melisopalinológicas. *Universidad y ciencia del Trópico*, 29(1):163-178.
- Contreras-Uc LC, Magaña-Magaña MA, Sanginés-García JR. 2018. Características técnicas y socioeconómicas de la apicultura en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán. *Acta Universitaria*, 28(1), 77-86. doi: 10.15174/au.2018.1390
- Dewey C. 2010. Manual práctico de Apicultura.
- Franco-Olivares V, González-Echazarreta C, Hernández-Ayala E. 2014. Valoración de diferentes fuentes de azúcares utilizados en la alimentación artificial de las abejas (*A. mellifera*). *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2(3), 677-681.
- Martínez-Puc JF, Cetzal-Ix W, González-Valdivia NA, Casanova-Lugo F, Saikat-Kumar B. 2018. Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México, J. Selva Andina Anim. Sci. 5(1):44-53.
- Molina-Reyes A. 2010. Tipificación de los sistemas de producción apícola de siete municipios del departamento de Huehuetenango. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala
- SAGARPA. 2013. Conceptos Básicos de Apicultura para la Evaluación de Compromisos del PROGAN.
- SAGARPA. 2006. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Información Estadística del Censo Apícola en la Península de Yucatán. Deleg. Reg.
- SEDARI. 2001. Subsecretaría de Ganadería. Dir. De Especies Menores. Programa Apícola Estatal. Información Estadística. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Vandame R, Ganz P, Garibay S, Reyes T. 2012. Manual de Apicultura Orgánica. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Editorial México. 41 P.
- Vélez Izquierdo A, Espinosa García JA, Amaro Gutiérrez R, Arechavaleta Velasco ME. 2016. Tipología y caracterización de apicultores del estado de Morelos, México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 7 (4):507-524.

Efecto de la Radiación Solar sobre el Desarrollo Morfo-Fisiológico en Plantas Jóvenes de *Cordia dodecandra*

A. Padrón-Chan^{1*}, C. Yam-Chin²

Resumen. La pérdida de la cobertura vegetal trae como consecuencia el aumento de la radiación solar que llegan al dosel modificando la temperatura y humedad atmosférica del suelo impactando sobre los procesos germinativos, de crecimiento y desarrollo de plantas heliófilas. Se desconoce el impacto que dicho aumento puede generar en la eco-fisiología de *Cordia. dodecandra*, se evaluó el efecto de diferentes niveles de radiación solar (RS) (T_1 148-331, T_2 447-657 y T_3 912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) sobre el crecimiento y desarrollo de plantas jóvenes de *C. dodecandra* teniendo como variables de respuesta los cambios morfológicos, diámetro basal (DAB), altura, área foliar (ÁF), y cambios fisiológicos, densidad estomática, número de tricomas y potencial hídrico. Como resultado, existe una relación directamente proporcional entre la incidencia de radiación solar T_3 , 912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y el número de tricomas del haz ($258 \pm 6/10\text{cm}^2$) y densidad estomática ($45 \pm 5/10\text{cm}^2$), y una relación inversamente proporcional entre la incidencia de radiación solar T_1 148-331 y el potencial hídrico ($-1.2 \pm 0.1\text{ MPa}$). *C. dodecandra* ha demostrado ser una especie con plasticidad ecológica suficiente para ser utilizado en procesos de restauración y reforestación.

Palabras clave: Radiación solar, tricomas, estomas.

Introducción

Las altas intensidades radiación solar, puede ser positiva o negativa en los procesos fotosintéticos de las plantas (Carrasco, 2009). Se desconoce el impacto que dicho aumento puede generar en la eco-fisiología de las plantas heliófilas de importancia ecológica, económica y forestal.

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

²Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

*Autor para correspondencia: alecsis.padron@outlook.com

Una de las especies heliófilas de gran importancia ecológica es *C. dodecandra* (Yam-Chin *et al.*, 2014), siendo esta clave en la selva tropical, por la producción de fruto en temporadas de sequía, indispensables para la fauna silvestre; es una fuente de nectar para las abejas en todo el año y su abundante follaje protege la superficie del suelo contra la erosión a través de la producción materia orgánica. Es una especie ampliamente usada en la medicina tradicional, de igual manera tiene una relevancia económica y forestal ya que es considerado de gran valor por la dureza y el hermoso veteado de su madera (Morales y Herrera, 2009). Considerada de gran valor en el mercado internacional, esta demanda ha sido la principal causa de la baja de sus poblaciones desde la década de los 90. Hoy en día se ha reportado que sus poblaciones en la selva tropical son inexistentes o si acaso de un ejemplar por ha (Vester y Navarro, 2007). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar los efectos de diferentes niveles de radiación sobre el crecimiento y desarrollo de *C. dodecandra*, y los cambios en mecanismos morfo-fisiológicos foliares como parte de su proceso adaptativo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Jardín Botánico Regional del Instituto Tecnológico de Conkal (ITConkal), para ello se establecieron tres tratamientos con diferentes niveles de radiación solar (RS): T₁ (148-331), T₂ (447-657 μmol) y T₃ (912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), abarcando condiciones de riego regular (Abril), sequía (Mayo-Junio) y lluvia (Agosto), con 30 unidades muestrales y dos repeticiones de plantas de *C. dodecandra*, para determinar la radiación incidente se utilizó un cuantómetro marca LI-COR modelo LI-189. Llevando registros cada mes en horarios de 8:00, 10:00, 12:00 y 17:00 horas. Se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas en cada uno de los tratamientos registrado la altura (A) se midió del suelo del envase hasta la yema apical del tallo principal, el diámetro basal (DAB) se midió a 5 cm del suelo, a partir de la emergencia de las plantas, ambas variables de abril a agosto de 2017. Para el área foliar (AF) se utilizó un método no destructivo, a través de las aplicaciones Open CVManager en su versión 3.0 y Petiole en su versión 4.2, se midió en 12 plantas al azar de cada tratamiento en los meses de abril, junio y agosto de 2017. La densidad estomática y número de tricomas fue realizada en plantas de entre 8 y 12 meses de edad a 12 individuos al azar de cada tratamiento, utilizando la segunda y tercera hoja a partir de la yema apical, los ejemplares fueron trasladados al Laboratorio de Botánica del ITConkal, el conteo de estomas se realizó con la técnica recomendada por Barientos *et al.* (2003) utilizando barniz de uña transparente y cinta adhesiva, las muestras fueron observadas en un microscopio marca VELABTM VE-B6, con el objetivo de 10x. Para la observación de tricomas, las muestras se recortaron en cuadros de 5 cm² del inferior derecho de la superficie adaxial de la hoja, se observaron dos láminas en un

estereoscopio marca VELAB^{MR} m modelo VE-S6, se llevó registro de la densidad de indumentos por campo.

Para la evaluación de potencial hídrico foliar (Ψ_h) a principios del mes junio, julio y agosto (10, 11 y 12 meses de edad de las plantas), se colectaron 12 hojas sanas y vigorosas de cada tratamiento, mismas que se aislaron con papel aluminio y se introdujeron en una bolsa hermética que se conservó a una temperatura de 3 °C, las muestras se trasladaron al Laboratorio de Fisiología Vegetal del ITConkal, para la medición del (Ψ_h) se utilizó un Dewpoint Potential Meter, modelo WP4T.

Se aplicó un diseño de ANOVA factorial para estudiar el efecto de las variables de respuesta de densidad estomática, densidad de tricomas, área foliar y potencial hídrico con respecto a los factores condición de estrés hídrico y nivel de radiación solar y para variables de respuesta altura y el DAB se aplicó un ANOVA de medidas repetidas.

Resultados y discusión

Después de 12 meses del establecimiento, el mayor crecimiento en altura y DAB se registró en el T₁ siguiéndole el T₂ y por último el T₃ (Figura 1). Datos similares fueron obtenidos por Yam-Chin *et al.* (2014) en plantas de 19 meses con la misma especie establecidas en tres ambientes de sucesión vegetal en donde la radiación solar fue equivalente.

En cuanto a la densidad de estomas los tratamientos mostraron diferencias significativas ($p=0.005$), el valor más alto se presentó en T₃ (45 ± 5), seguido por el T₂ (27 ± 2) y por último el T₁ (20 ± 3)/10cm², es decir a mayor RS, mayor número de estomas. Algo similar se encontró en los tricomas ($p=0.005$), obteniendo en el T₃ (258 ± 6) en T₂ (225 ± 4) y en el T₁ (139 ± 5) /10cm² (Figura 2). Existe una relación directamente proporcional entre la incidencia de RS y la densidad de tricomas y de estomas. Estos resultados son similares a lo reportado por Agüero *et al.* (2017) en *Mangifera indica* expuestas a sombra y luz; por otro lado, Martínez *et al.* (2005) reporta para *Croton adspersus*, mayor densidad de tricomas en época de verano cuando hay mayor radiación solar a comparación de invierno.

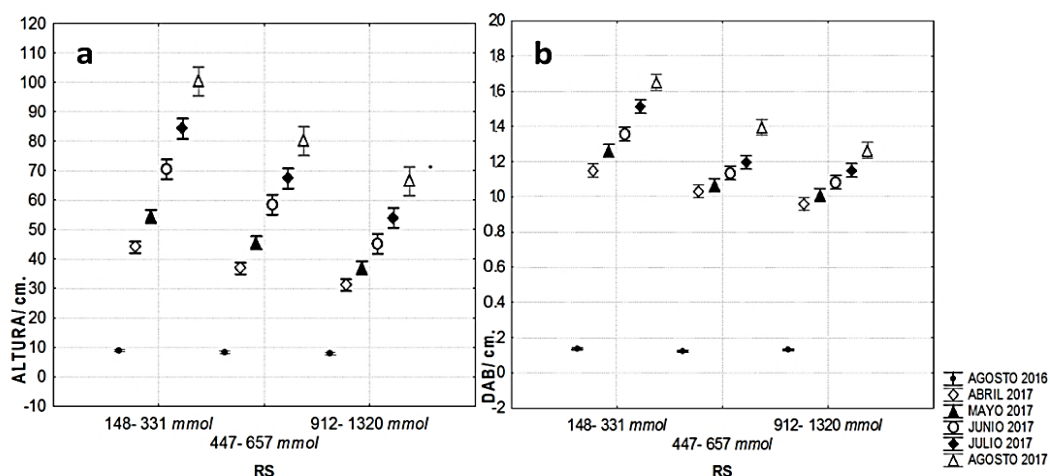


Figura 1. Valores (promedio $\pm$ desv. estándar) de altura y DAB (a y b respectivamente) con distintos niveles de radiación solar (T_1 148-331, T_2 447-657 y T_3 912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) $p=0.0005$. Medición inicial abril 2016, continuidad de abril a agosto de 2017.

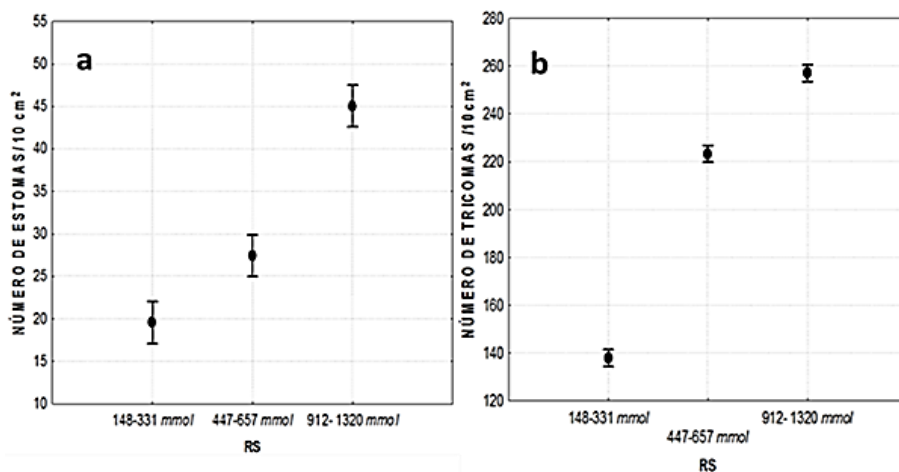


Figura 2. Valores (promedio $\pm$ desv. estándar) de densidad de estomas y tricomas (a y b respectivamente) por incidencia de radiación solar con distintos niveles de radiación solar (T_1 148-331, T_2 447-657 y T_3 912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) $p=0.0005$.

En cuanto el potencial hídrico, los parámetros demostraron diferencia significativa ($p=0.005$) T_1 , presentó valores mayores (-1.2 ± 0.1 MPa), mientras que T_2 obtuvo (-1.8 ± 0.1 MPa) y T_3 (-2.4 ± 0.15 MPa). Se encontró una relación inversamente proporcional entre la incidencia de RS y el potencial hídrico. García (2014) obtuvo un resultado similar, experimentando con tres clones de *Theobroma cacao*, sometidos a

diferentes niveles de radiación solar y disponibilidad de agua, obteniendo en RS con 1000 W/m^2 un Ψ_f menor (-1.5 MPa) y en 600 W/m^2 (-1.1 MPa).

Respecto al ÁF el T_1 presentó los valores mayores ($265 \pm 4 \text{ cm}^2$), mientras que T_2 obtuvo ($219 \pm 3 \text{ cm}^2$) y T_3 ($165 \pm 4 \text{ cm}^2$) siendo el ÁF inversamente proporcional a RS. (Figura 3). Este comportamiento se ha registrado en otras especies como *Coffea arabica* donde Cordova *et al.* (2016) registro mayor área folia en sombra, por lo tanto, el incremento de las áreas foliares son estrategias para mantener una eficiencia fotosintética.

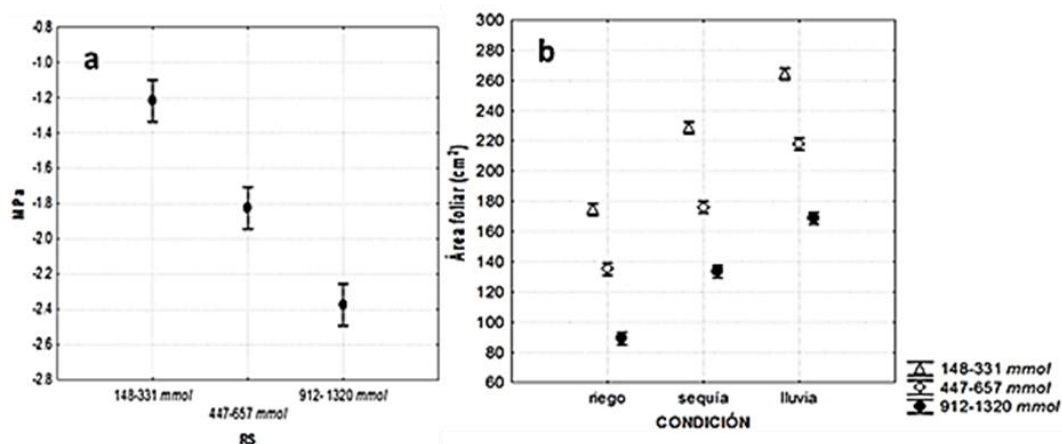


Figura 3. Valores (promedio $\pm$ desv. estándar) de Ψ_f y AF (a y b respectivamente) por incidencia de radiación solar (T_1 148-331, T_2 447-657 y T_3 912-1320 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) el AF se midió en 3 condiciones (riego, sequía y lluvia) $p=0.0005$.

Conclusiones

Cordia dodecandra presenta adaptaciones morfo-fisiológicas en respuesta ante diferentes niveles de radiación solar. Puede ser considerado como una especie con potencial en la reforestación y restauración o su integración en sistemas agroforestales con niveles extremos de luz o sombra.

Referencias

- Agüero K, Carpio B, Chaves K, Gómez J, Cruz A. 2017. Densidad estomática de *Mangifera indica* con respecto a la exposición solar. Costa Rica. Recuperado el 07 de enero de 2018 en http://rpubs.com/chaves_lizano/328284.
- Barrientos A. 2000. Estudio de la densidad estomática de la plántula de aguacate (*Persea americana Mill*). Academia de Fruticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. P 9.

- Carrasco-Ríos L. 2009. Efecto de la radiación ultravioleta-b en plantas. *Idesia polycarpa* (Arica), volumen 27 No. 3. Santiago de Chile, Chile. pp 59-76.
- Córdova E, Soto F, Morales D, Álvarez I. 2016. Influencia de la luz en algunas características fisiológicas del cafeto (*Coffea arabica* L. cv. CATURRA) en condiciones de vivero cultivos Tropicales, vol. 37, núm. 4, pp. 89-97 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
- García-Lozano J. 2014. Caracterización de las respuestas fisiológicas y bioquímicas en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sometidos a diferentes niveles de déficit hídrico. Pp 35-50
- Martínez Gordillo M, Espinosa Matías S. 2005. Tricomas foliares de Croton sección Barhamia (Euphorbiaceae). Acta botánica mexicana, (72), 39-51
- Morales, E. y Herrera, L. 2009. Siricote (*Cordia dodecandra*) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Comisión nacional forestal, A.C. Mérida Yucatán.
- Vester H., Navarro A. (2007). Árboles maderables de Quintana Roo. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, número 1. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México. pp: 55-58
- Yam C, Montañez P, Ruenes R. 2014. Crecimiento de plantas jóvenes de *Cordia dodecandra* (Boraginaceae) en tres etapas sucesiones de vegetación en Calotmul, Yucatán. Revista Mexicana de biodiversidad.

Eficacia de Extractos Etanólicos de Tres Meliáceas sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Condiciones *in vitro*

J. Mejía-Soto¹, J.R. Gómez-Díaz¹, M.M. Ojeda-Chi^{2*}, F. Casanova-Lugo¹, L.I. Hernández-Chávez³, G. Gonzalez-López, L.A. Lara-Pérez¹, I. Oros Ortega¹, M.A. García-Gómez⁴

Resumen. En México, *Diatraea saccharalis* Fabricius, es un insecto plaga que origina pérdidas de hasta el 50% en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), por lo que es necesario evaluar alternativas orgánicas para su control, como el uso extractos de plantas que puedan ser empleadas como bioinsecticidas. Se evaluó la eficacia y las alteraciones nutricionales ocasionados por la aplicación de extractos etanólicos de las hojas de cedro (*Cedrela odorata*), nim (*Azadirachta indica*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) sobre gusanos adultos de *Diatraea saccharalis*. Para determinar la eficacia de los tres extractos etanólicos los gusanos adultos fueron tratados con los extractos a una concentración del 0.5% y posteriormente se evaluó la mortalidad durante siete días. Los extractos de nim demostraron ser mejores con un 93.3% de mortalidad, seguidas de los extractos de Caoba con un 80.0% y 66.7% de mortalidad y una eficacia 92.8%, 78.0% y 64.3% para *A. indica*, *S. macrophylla* y *C. odorata*, respectivamente. El índice de consumo de los gusanos tratados con de *A. indica* y *S. macrophylla* fue similar en relación al grupo control. El índice de crecimiento del gusano barrenador fue altamente significativo dado que los extractos etanólicos de *A. indica*, *S. macrophylla* y *C. odorata* presentaron menores valores en comparación con el control. Se concluye que los extractos etanólicos de especies meliáceas representan una buena alternativa para el control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar, no obstante, se recomienda realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa del perfil de metabolitos en las especies de estudio y con ello desarrollar nuevos bioensayos que permitan identificar las mejores dosis de aplicación para cada especie vegetal en el control de *D. saccharalis*.

Palabras clave: barrenador, caña de azúcar, caoba, cedro, nim.

¹Tecnológico Nacional de México / I. T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México / I. T. S. Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México.

⁴Tecnológico Nacional de México / I. T. S. Champotón, Campeche, México.

*Autor para correspondencia: mojeda_93@hotmail.com

Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una gramínea tropical, cuya importancia económica radica en su tallo donde se forma un jugo rico en sacarosa, elemento que al ser procesado y cristalizado forma el azúcar. Además, puede ofrecer otros subproductos como el piloncillo, el alcohol que puede ser empleado combustible renovable, papel, cartón, etc. (Díaz y Portocarrero, 2002). Sin embargo, la producción y el rendimiento de la caña de azúcar se pueden ver afectadas por el ataque de las plagas, entre los que se encuentra el gusano barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis* Fabricius), el cual causa daños directos en las plantaciones debido a los túneles que produce en el tallo y que disminuyen el proceso de extracción de sacarosa.

El barrenador del tallo es una especie nativa del continente americano y está distribuida desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina. En México, el gusano barrenador de la caña de azúcar, origina una reducción de hasta el 50% del rendimiento de este (Ambriz-Cervantes *et al.*, 2006). Este insecto plaga se encuentra confinado a los cañaverales de los Estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. En el estado de Quintana Roo *D. saccharalis* es una de las principales plagas que afectan al cultivo de caña de azúcar y debido al uso indiscriminado de insecticidas sintéticos (carbamatos, organoclorados, organofosforados y piretroides) se ha incrementado la resistencia del género *Diatraea* (Lastra y Gómez, 2006). Asimismo, las escasas alternativas para controlar sus poblaciones han permitido que se incremente su presencia en los cultivos de caña de azúcar en la zona sur del estado ha contribuido a baja en la producción y detrimento en la calidad ésta.

Lo antes expuesto hace necesario buscar nuevas alternativas que sean eficaces en el control de *D. saccharalis*. Siendo el uso de extractos vegetales una herramienta en el manejo integrado de plagas. Sin embargo, los estudios para su control empleando extractos vegetales son escasos. Por otra parte, en las zonas tropicales la diversidad de especies vegetales es amplia comparado con otras regiones del mundo por lo que es urgente evaluar nuevas especies que puedan poseer los atributos para ser empleadas como bioinsecticidas. Los extractos vegetales de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), han sido evaluados para el control de diversas plagas mostrando buena eficacia en el control de insectos plaga, no obstante, otras meliáceas como el cedro (*Cedrela odorata* L.), y caoba (*Swietenia macrophylla* King), que han sido escasamente evaluados a pesar de que poseen una cantidad importante de metabolitos secundarios como son los fenoles, flavonoides, alcaloides y terpenos actividad insecticida (Rosales-Castro *et al.*, 2010; Delgado Barreto *et al.*, 2012; Durai *et al.*, 2016).

Por lo anteriormente expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres extractos etanólicos de tres especies de la familia de las Meliáceas, *C. odorata*, *A.*

indica y *S. macrophylla*, en el control *in vitro* del gusano barrenador (*D. saccharalis*) del cultivo de caña de azúcar (*S. officinarum*).

Materiales y métodos

Sitio experimental

El presente proyecto de residencia se realizó en el laboratorio de control biológico del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), ubicado en la carretera Chetumal–Escárcega km. 21.5, el ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México, con coordenadas geográficas 18° 30' 58" latitud norte y 88° 29' 19" longitud oeste.

Colecta de gusanos barrenadores en campo

Para la reproducción del gusano barrenador de la caña, condiciones *in vitro*, se realizó una colecta manual de especímenes en hojas y tallos de la caña en una parcela de caña de azúcar de una variedad temprana CP-72-2086 con diagnóstico de infestación del insecto plaga en la comunidad de Pucté Municipio de Othón P. Blanco Quintana Roo y se trasladados al laboratorio de control biológico del ITZM. Una vez en el laboratorio los gusanos fueron reproducidos según la metodología descrita por Lastra y Gómez (2006).

Elaboración de extractos vegetales etanólicos

Los extractos vegetales se realizaron con hojas frescas de *A. indica*, *C. odorata*, *S. macrophylla* recolectadas del área verde del ITZM. Posteriormente las hojas fueron secadas y trituradas a un tamaño de partícula de 3 mm, en un molino eléctrico tipo Thomas Wiley.

Para la elaboración de los extractos etanólicos se empleó 400 g de material vegetal de cada especie, 800ml de etanol y 200 ml de agua destilada como disolvente, posteriormente el extracto obtenido se vertió en matraz de un litro y fue llevado a un roto vapor para iniciar un proceso de separación del etanol y obtener el extracto puro, por cada especie y luego se sometió a un proceso de secado en una estufa eléctrica. Se elaboraron tres extractos puros y un control (solo agua destilada) (Shirsatha, 2011).

Diseño experimental

El diseño que se realizó, consistió en cuatro tratamientos en una sola concentración de extracto vegetal, cada uno con tres repeticiones con cinco individuos por repetición con total n=60.

Mortalidad y eficacia de los extractos vegetales

Para evaluar el efecto de los extractos vegetales sobre gusanos adultos de *D. saccharalis* se realizaron cuatro grupos: tres fueron de los tratamientos con los extractos y uno el grupo control. Cada tratamiento tuvo 15 repeticiones, para lo cual se seleccionaron 60 gusanos con peso 30 ± 10 mg y misma fase larval y fueron colocados en las cajas Petri con cinco gramos de tallo de caña de azúcar como alimento.

Los extractos etanólicos se aplicaron a una concentración del 0.5%. Cada gusano fue sumergido durante un en cada tratamiento y posteriormente depositado en una caja Petri durante siete días se evaluó su mortalidad/sobrevivencia. Cada segundo día se cambiaba el alimento y se pesaba el sobrante para determinar el consumo de cada individuo, así mismo se registró el peso final del gusano barrenador al momento de su muerte. La eficacia se calculó para cada tratamiento empleando la formula reportada por (Álvarez *et al.*, 2006).

Por otra parte, las alteraciones nutricionales de *D. saccharalis* se calcularon de acuerdo con las ecuaciones descritas por Álvarez *et al.* (2007):

Índice de consumo = D / Bt

Índice de crecimiento = $(A - B) / Bt$

Índice de utilización del alimento: D / At

Donde A, peso final larval, B = es peso inicial larval, t = es periodo del experimento y D = es alimento ingerido durante el periodo de experimentación.

Análisis de datos

Los datos de alteraciones nutricionales y eficacia, fueron sometidos a un ANOVA de una vía para determinar diferencias entre los tratamientos. Cuando se encontraron diferencias se aplicó una prueba de tukey al 5 % de error tipo 1. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Sigmaplot® versión 11.0 para Windows®.



Figura 1. Representación del proceso de evaluación de la eficacia de tres extractos etanólicos sobre *Diatraea saccharalis* en condiciones *in vitro*.

Resultados y discusión

En la figura 2, se presenta la mortalidad de los gusanos barrenadores expuestos a diferentes extractos vegetales etanólicos elaborados con material vegetal de hojas secas de tres especies arbóreas colectadas en la época lluviosa. Los resultados muestran que a los siete días post tratamiento, los extractos de *A. indica* y *S. macrophila* mostraron 93.3% y 80.0% de mortalidad, respectivamente, comparados con el extracto de *C. odorata* 66.7% y el testigo 6.7%. Asimismo, se encontró que el extracto con mayor eficacia fue el de *A. indica* con el 92.8%, seguido por *S. macrophila* con 78.0% y en menor proporción de *C. odorata* con 64.3%.

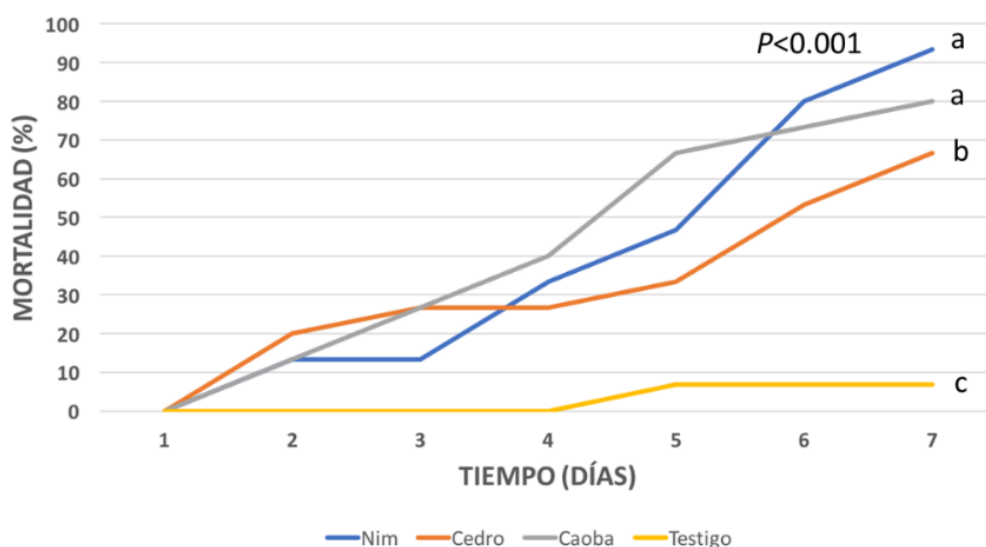


Figura 2. Mortalidad acumulada del gusano barrenador de la caña de azúcar (*D. saccharalis*) por la aplicación de extractos etanólicos de tres especies meliáceas en condiciones *in vitro*. Literales distintas indican que son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

Con respecto a las alteraciones nutricionales de los tres extractos sobre *D. sacharalis* se encontró que las larvas expuestas a los extractos etanólicos de *A. indica*, *S. macrophylla* presentaron un índice de consumo similar con relación al grupo control. En contraste, el índice de crecimiento en el gusano barrenador fue altamente significativo dado que los extractos etanólicos de *A. indica*, *S. macrophylla* y *C. odorata* presentaron menores valores en comparación con el control. El índice de utilización del alimento por el gusano barrenador no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Alteraciones nutricionales del consumo de alimento del gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en condiciones *in vitro*.

Tratamientos	Índice de consumo	Índice de crecimiento	Índice de utilización del alimento
Nim	0.61 a	-0.03 b	0.81 a
Cedro	0.87 a	-0.03	1.11 a
Caoba	0.67 a	-0.02 b	0.78 a
Testigo	0.80 a	0.01 a	0.75 a
E.E.M.	0.14	0.007	0.18
Valor de P	0.604	<0.001	0.587

Medias seguidas de literales distintas en cada columna indican que son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

Prates *et al.* (2003) señalan que los extractos de *A. indica*, producen un 100% de mortalidad en larvas de *S. frugiperda*. Estos resultados concuerdan con el presente estudio donde se obtuvieron valores que van de 66.7 a 93.3 % de mortalidad en larvas de *D. sacharalis*. Lo anterior podría ser debido a que especies como *A. indica* han sido reportadas como bactericida, antioxidante, nematicida e insecticida, debido a su amplio perfil de metabolitos secundarios.

Los resultados preliminares obtenidos en el presente estudio demuestran que los extractos a base de meliáceas de *A. indica*, *C. odorata* y *S. macrophila* han demostrado tener una alta eficacia. De hecho, se ha reportado que *A. indica* posee un gran potencial para el control de plagas y se ha demostrado que tiene actividad antialimentaria contra muchas especies de insectos, dado que regula el crecimiento de los insectos y tiene efecto sobre su reproducción (Tan y Luo, 2011). Estos resultados son también similares con lo reportado por Cavalcante *et al.* (2006) quienes reportaron que los extractos de *A. indica*, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit al 10% mostraron buena eficacia para el control de larvas y ninfas de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Sin embargo, es importante señalar que son escasos los reportes en la literatura de *C. odorata* y *S. macrophila*, en el control de larvas de *D. sacharalis*.

En la actualidad son escasos los estudios relacionados con las alteraciones nutricionales causadas por los extractos de plantas en distintos insectos plaga. Al respecto, Álvarez *et al.* (2007) evaluaron los efectos tóxicos de las acetonas sobre *S. frugiperda* y reportaron una clara disminución en el índice de crecimiento de las larvas. No obstante, las acetonas no afectaron significativamente el índice de consumo y en el índice de utilización del alimento por las larvas de *S. frugiperda*. Lo anterior es similar a lo reportado en el presente estudio, donde se observó que los extractos etanólicos de *A. indica*, *C. odorata* y *S. macrophila*, mostraron un efecto significativo en el índice de crecimiento, en las larvas de *D. sacharalis*. Los resultados obtenidos podrían estar relacionado con el amplio perfil de metabolitos secundarios contenidos en el follaje de dichas especies, debido a que algunos compuestos como los taninos han mostrado tener un efecto antialimentario, entre otros compuestos; sin embargo, en este estudio no se realizaron análisis químicos que corroboren el perfil de metabolitos, ni la cantidad de dichos compuestos en las hojas.

Conclusión

Los extractos etanólicos de especies meliáceas tuvieron una alta mortalidad en larvas de *D. sacharalis*, con una eficacia que va por encima del 64.3 hasta el 92.8 %, para *C. odorata* y *A. indica*, respectivamente. Los extractos etanólicos de especies meliáceas

sólo afectaron el índice de crecimiento en larvas de *D. sacharalis* bajo condiciones *in vitro*. Por lo anterior, los extractos etanólicos de especies meliáceas representan una buena alternativa para el control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar, no obstante, se recomienda realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa del perfil de metabolitos en las especies de estudio y con ello desarrollar nuevos bioensayos que permitan identificar las mejores dosis de aplicación para cada especie vegetal en el control de *D. sacharalis*.

Referencias

- Alvarez CO, Neske A, Popich S, Bardon A. 2007. Toxic effects of *annonaceous acetogenins* from *Annona cherimolia* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*. 80:63-67
- Ambriz-Cervantes R et al. 2006. Manejo integrado para el control de gusano barrenador en caña de azúcar en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAP-CIR Centro. Folleto para productor No. 44.13 pp.
- Cavalcante GM, Moreira AF., Dias CV. 2006. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:9-14.
- Delgado Barreto E et al. 2012. Propiedades entomotóxicas de los extractos vegetales de *Azadirachta indica*, *Piper auritum* y *Petiveria alliacea* para el control de *Spodoptera exigua* Hübner. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(1), 55-69.
- Díaz L, Portocarrero E. 2002. Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). de, http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf
- Durai MV, Balamuniappan B, Geetha S. 2016. Phytochemical screening and antimicrobial activity of leaf, seed and central-fruit-axis crude extract of *Swietenia macrophylla* King. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 5(3): 181-186.
- Lastra BLA, Gómez LLA. 2006. La cría de *Diatraea saccharalis* (F.) para la producción masiva de sus enemigos naturales. Cali, Cenicaña. 30 p (serie técnica)
- Prates HT, Viana PA, Waquil JM. 2003. Actividade de extrato acuoso de folhas de neem (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*.
- Rosales-Castro R et al. 2010. Composición química de las hojas y ramas de *Cedrela odorata* L. de dos plantaciones forestales como fuente de materia prima lignocelulósica. *Madera bosques* 22(2): 131-146.
- Shirsatha SR. 2011. Intensificación de la extracción de productos naturales mediante irradiación ultrasónica. P 2.
- Tan QG, Luo XD. 2011. *Meliaceous limonoids*: chemistry and biological activities. *Chemical Reviews*, 111: 7437-522.

Comunidad de Ichneumonidae en Cuatro Tipos de Vegetación en un Agroecosistema del Oriente de Yucatán

J.A. Jauregui-Aké¹, A. González-Moreno², M.J. Campos-Navarrete¹, E. López-Cobá¹, A. Alvarado-Canché¹, J.R. Canul-Solís¹, L.E. Castillo Sánchez^{1*}

Resumen. El presente trabajo tiene como finalidad ampliar el conocimiento del grupo de insectos ichneumonídeos al conocer su diversidad y estructura en cuatro tipos de vegetación de un agroecosistema en el oriente de Yucatán. Se realizaron muestreos quincenales durante seis meses, de septiembre de 2015 a marzo de 2016, utilizando una trampa malaise en cada sitio, procurando que se ubicaran lejos de los bordes para tener una captura homogénea. Se colectó un total de 967 individuos pertenecientes a 17 subfamilias, 100 géneros y 100 morfoespecies. Se encontró mayor abundancia y riqueza de especies en el Limonario; sin embargo, la mayor diversidad (según el índice de Shannon) lo presentó el sitio del Potrero ($H' = 3.36$). En los cuatro tipos de vegetación se encontraron mayor número de especies koinobiontes que de especies idiobiontes. El índice de Sorensen indica que los sitios con mayor similitud fue la vegetación secundaria con Potrero (0.62). El estimador de riqueza de Jackknife de primer orden presentó mejores resultados en el cocotero, limonario y potrero y el estimador Chao 1 presentó mejor resultado en vegetación secundaria.

Palabras clave: Ichneumonídeos, Parasitoides, Diversidad, Agroecosistemas

Introducción

Los himenópteros parasitoides son considerados el grupo más rentable de todos los organismos utilizados en el control biológico de insectos plaga. La familia Ichneumonidae son una de las familias con mayor número de especies de Hymenoptera (Ruíz, 2010) y están distribuidas en todas las regiones zoogeográficas del mundo (Hanson y Gauld, 2006).

¹Tecnológico Nacional de México/I. T. Tizimín., Departamento de Posgrado e Investigación. Final Aeropuerto Cupul S/N, C.P. 97700, Tizimín, Yucatán.

²Tecnológico Nacional de México/I. T. Conkal. Avenida Tecnológico s/n

*Autor de correspondencia: hymenopterales@hotmail.com

En el estado de Yucatán, se han realizado trabajos referentes a himenópteros parasitoides, sobre todo en referencia a Ichneumonidae; sin embargo, es poco lo que se ha explorado en agroecosistemas del oriente de Yucatán, por lo que el siguiente trabajo “Estructura de la comunidad de ichneumonídeos (Hymenoptera: Ichneumonidae) en cuatro tipos de vegetación en un agroecosistema del Oriente de Yucatán” busca contribuir al conocimiento de los himenópteros parasitoides.

Materiales y métodos

El proyecto se realizó en el Instituto Tecnológico de Tizimín; se eligieron cuatro tipos de vegetación (Limonario, Cocotero, Potrero y Vegetación secundaria).

La colecta se realizó quincenalmente de septiembre de 2015 hasta marzo de 2016. Se utilizó una trampa malaise por sitio, ubicándolas lo más céntrica posible y evitando efecto de borde. Los frascos colectores contenían alcohol etílico al 70% a su máxima capacidad para disminuir su evaporación total y evitar pérdidas de descomposición de insectos.

La limpieza, el montaje e identificación de los insectos se realizó en el laboratorio de Parasitología agrícola del Tecnológico de Tizimín y en el laboratorio de Entomología del Tecnológico de Conkal.

Para analizar la estructura de la comunidad de ichneumonídeos se consideró la Riqueza de especies, Abundancia, Diversidad local (Delfín y Burgos, 2000) y las Estrategias de parasitismo (koinobionte o idiobionte) de acuerdo con Hanson y Gauld (2006).

La riqueza de especies de cada sitio se evaluó con los estimadores de Chao1 y Jackknife de primer orden. Ambos estimadores fueron analizados con el software EstimateS versión 9 (Colwell, 2013).

La diversidad local se analizó utilizando el índice de Shannon-Wiener y la comparación entre sitios para la diversidad local se estimó el índice de Sørensen (Moreno, 2001; Magurran, 2013). Ambos índices se calcularon en el módulo BiodiversityR a través del software R Core Team (2017).

Resultados y discusión

Los sitios de Cocotero y Limonario presentaron la mayor abundancia y cantidad de especies de ichneumonídeos (Cuadro 1); sin embargo, los resultados del índice de diversidad sugiere que los ichneumonídeos tienden a incrementar su diversidad, según incrementa el grado de perturbación en los sitios; estos resultados contrastan a los de Chay *et al.*, (2006) quienes encontraron que en las zonas cercanas a la vegetación

secundaria, al considerarse áreas de refugio, se aloja la mayor diversidad de ichneumonídeos que en las áreas de cultivo.

Cuadro 1. Riqueza y diversidad por sitio de muestreo

	Cocotero	Limonario	Potrero	VS
Número de individuos	300	439	102	126
Índice de Shannon-Wiener	3.26	3.27	3.36	2.82
Número total de especies	57	57	42	38
Especies sencillas (Singletons)	23	20	22	23
Especies Dobles (Doubletons)	11	7	10	5
Especies únicas (Uniques)	29	25	26	26
Especies raras	34	27	32	28

VS= Vegetación secundaria

El estimador Chao 1 (Cuadro 2), arroja una eficiencia mayor del 64% en los sitios (Cocotero, Limonario y Potrero) y Jackknife 1 en vegetación secundaria. Otro estudio realizado en Yucatán, en un área cultivada con vegetación circundante, reporta un inventario del 53 % de especies de Ichneumonidae del total estimado (Chay *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Estimadores de riqueza calculados en cada sitio.

	Cocotero	Limonario	Potrero	VS
Morfoespecies capturadas	57	57	42	38
% Capturado de Chao 1	73.07%	70.63%	66.89%	47.60%
Chao 1	78	80	62	79
% Capturado de Jackknife 1	46.82%	48.82%	59.68%	64.29%
Jackknife 1	81	77	63	59

VS= Vegetación secundaria

De acuerdo a los resultados del índice de Sørensen (Cuadro 3), se observa que los sitios con mayor similitud, son el área de Potrero y Vegetación secundaria (0.62) y muy de cerca se encuentra el Cocotero y Vegetación secundaria (0.60). Es muy probable que la similitud de dichos sitios, se deba a que las arvenses y los tipos de vegetación alrededor de los campos albergan presas y hospederos para los enemigos naturales, de manera tal, que proporcionan recursos estacionales y cubren las brechas en los ciclos de vida de los insectos entomófagos y de las plagas, además mejora la diversidad de los otros taxones en los campos circundantes (Fraser *et al.*, 2007; Schmidt *et al.*, 2005).

Cuadro 3. Índice de similitud de Sørensen.

	Cocotero	Limonario	Potrero	VS
Cocotero	-	0.38	0.51	0.60
Limón	-	-	0.45	0.57
Potrero	-	-	-	0.62
Vegetación Secundaria	-	-	-	-

VS= Vegetación secundaria

La estrategia de parasitismo dominante fue el koinobionte, los resultados contrastan con el criterio establecido por Gauld (1991); quien propone que los ichneumonídeos idiobiontes son dominantes en las selvas tropicales mientras que los koinobiontes son dominantes en latitudes altas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estrategias de parasitismo en los cuatro tipos de vegetación.

Biología	Ct	%	Lm	%	Pt	%	VS	%	Total	Total %
I	97	32%	91	21%	30	29%	12	10%	230	24%
K	203	68%	348	79%	72	71%	114	90%	737	76%

I= Idiobionte, **K**= Koinobionte, **Ct**= Cocotero, **Lm**= Limonario, **Pt**= Potrero, **VS**= Vegetación secundaria

Conclusiones

Este trabajo contribuye a la generación de conocimiento sobre la diversidad de los ichneumonídeos en sistemas manejados por el hombre. De acuerdo a los resultados obtenidos, se interpreta la necesidad de continuar con más estudios de este grupo en ambientes manejados por el hombre para tener un mayor entendimiento sobre la estructura de la comunidad de parasitoides ichneumonídeos, ya que varios resultados contrastan con otros estudios realizados en ambientes naturales.

Agradecimientos

Agradecemos las facilidades proporcionadas por el Instituto Tecnológico de Tizimín para el desarrollo de las actividades del estudio.

Referencias

Colwell RK. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>

- Chay DA, Delfín H, Parra V. 2006. Ichneumonidae (Hymenoptera) Community Diversity in an Agricultural Environment in the State of Yucatan, Mexico. *Environmental Entomology* 35: 1286-1297.
- Delfín H, Burgos D. 2000. Los braconidos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro de biodiversidad en las selvas deciduas del trópico: una discusión acerca de su posible uso. *Acta Zoológica Mexicana* 79: 1-14.
- Fraser SEM, Dytham C, Mayhew PJ. 2007. Determinants of parasitoid abundance and diversity in Woodland habitats. *Journal of Applied Ecology* 44: 352-361
- Gauld ID. 1991. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. *Memoirs of the American Entomological Institute* 47: 1-589.
- Hanson PE, Gauld ID. 2006. Hymenoptera de la Región Neotropical. *Memoirs of the American Entomological Institute* 77: 1-994.
- Magurran AE. 2013. *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons. 264 p.
- Moreno C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T SEA. Manuales y Tesis. Vol.1. CYTED, ORCYT-UNESCO, S.E.A. 86 p.
- R CORE TEAM. 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ruíz E. 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) del estado de Tamaulipas, México. *Serie de avispa parasíticas de plagas y otros insectos* No. 6. México, D. F: Editorial Planea.
- Schmidt MH., Roschewitz I, Thies C, Tscharntke T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology* 42, 281–287.

Caracterización de Accesiones de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la Península de Yucatán, México

G.A. Salinas-Cach, N.A. González-Valdivia* E. Arcocha-Gómez, M.A. Burgos-Campos, A.S. García-Sánchez, R. Baizabal-Zapata

Resumen. La diversidad genética y varietal de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en la Península de Yucatán, que comprende los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán y parte de Tabasco, representan un recurso agrícola invaluable como parte de las opciones locales para enfrentar los efectos del cambio climático global. Pueden ayudar a conseguir la seguridad alimentaria de la población de este territorio, posibilitando que haya cosechas de alto valor nutricional en escenarios de escasa precipitación y dificultades para obtener agua de riego. Esta planta, originaria de Sudamérica, proporciona raíces ricas en almidones, fibra y otros nutrientes, que han sido incorporados a la preparación de diferentes alimentos tradicionales de la gastronomía regional. También es un recurso potencialmente valioso para la preparación de alimento animal, supliendo las carencias en épocas de agostadero o secas, cada vez más frecuentes en la zona. Con el objetivo de recuperar esta diversidad, el Instituto Tecnológico de Chiná impulsó la búsqueda de germoplasma regional de yuca y ha establecido un banco de germoplasma que cuanta ya con quince procedencias de distintos lugares de la Península de Yucatán. Estas accesiones han sido descritas siguiendo la guía de descripción propuesta por el CATIE (Costa Rica) detectándose variación importante entre los materiales colectados.

Palabras clave: Diversidad genética, conservación, germoplasma, cultivos tropicales, Campeche

Introducción

La Yuca (*Manihot esculenta* Crantz.: Euphorbiaceae) originaria de América, cultivada en muchas comunidades rurales de la Península de Yucatán con fines de subsistencia, aunque; la extensión de tierra destinada al cultivo es baja.

Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Calle 11 s/n, entre 22 y 28, Chiná, Campeche. CP. 24520. Chiná, Campeche, México.

*Autor para correspondencia: siankaan2003@gmail.com

Los rendimientos de los materiales utilizados en esta región también resultan bajos, como se presenta con la variedad Criolla Regional (INIFAP-Yucatán s/f). Además de la importancia mundial por su valor alimenticio (Fonseca-Laurent-Mae y Saborío-Argüello 2001), la yuca tiene potencial en la producción forrajera destinada para el consumo animal (Bendaña, 2004) así como otras aplicaciones industriales de interés nacional e internacional (Martínez-Bustos *et al.*, 2007).

En el sureste y centro de México, en los estados donde se cultiva de yuca, tanto la extensión como la producción total han disminuido (Rivera-Hernández *et al.*, 2012), desaprovechando el potencial que esta planta tiene para aportar en la soberanía alimentaria para la población en general y también olvidando incluir este cultivo para la mejora técnica de la alimentación pecuaria del ganado tanto mayor (bovino) como menor (ovinos, porcinos, aves). Por tanto, el uso de la yuca para este mercado potencial es alto, además de poder convertirse, con base en las condiciones edáficas y climáticas propias de la región, en un productor que abastezca la demanda nacional e internacional de este cultivo. Con este objetivo se propone una iniciativa de rescate de germoplasma y su multiplicación en masa, con pruebas de adaptación y preliminares de rendimiento, a partir de las cuales se desarrolle una estrategia para su implementación en las explotaciones pecuarias de la región.

La diversidad genética de la yuca en la Península de Yucatán (PY), México, puede contener una amplia variedad de materiales que han sido acumulados en procesos sucesivos de colonización por productores, procedentes de distintas regiones e incluso países, las que posiblemente difieren en su morfología y color, así como en sus propiedades organolépticas, resistencia o tolerancia a condiciones ambientales diferentes, así como a plagas y enfermedades. El rescate de germoplasma de yuca en la PY implica, además de recolectar el material vegetativo, incrementar su disponibilidad para los productores, considerando que estas accesiones pueden contener rasgos adaptables al efecto del cambio climático. Las posibles variedades tolerantes a sequía y plagas, pueden ser útiles para ese fin, aunque no deben descartarse los demás materiales, por sus características de rendimiento o calidad nutraceútica. El banco de germoplasma obtenido, será utilizado para la multiplicación y para investigación sobre descriptores varietales, su expresión y respuesta ante condiciones de clima inestables, dentro de los campos del IT de Chiná.

Los bancos de germoplasma como el referido, permiten resguardar los recursos fitogenéticos, conservándolos *ex situ* para su futura reintroducción a los sistemas de producción. En el estado de Campeche no se tienen colecciones de especies cultivadas por sus raíces como lo es la yuca, por lo que la posibilidad de que se pierda este recurso se incrementa con el tiempo. Los recursos fitogenéticos de yuca deben ser conservados para poder incluirlos en los programas de adaptación de los sistemas de producción al

cambio climático, y dado que la yuca es una especie tolerante a la sequía, merece atención por los planificadores del desarrollo rural sustentable.

Materiales y métodos

Las entidades que conforman la Península de Yucatán, han sido visitadas en giras de recolecta de germoplasma de yuca, la cual ha venido desapareciendo de las áreas rurales de la región, por lo que ahora están en riesgo de desaparecer y con ellas un patrimonio invaluable para México, tanto desde la perspectiva genética como la cultural. Las 15 accesiones ingresadas en 2017 al Banco de Germoplasma de Yuca del IT de Chiná incluyen materiales representativos de las zonas secas y húmedas de la Región Península de Yucatán y, por tanto, representan un acervo genético que puede incluir variedades adaptables a distintos ambientes y condiciones de suelo, manejo y clima.

Recolección y rescate de germoplasma

Se visitaron ejidos ubicados en los municipios de Calakmul, Hopelchen, Escárcega, Campeche y Hecelchakan (en el estado de Campeche), Chetumal, Othon P. Blanco, Bacalar y Felipe Carrillo Puerto (en Quintana Roo), y Peto (en Yucatán), en el 2017 y hasta 2018, recuperando 31 accesiones directamente de los productores, de quienes se tomaban los datos generales para registro en el banco de germoplasma. Otra forma de recuperar materiales de yuca fue mediante donaciones de estudiantes del Instituto Tecnológico de Chiná. El material fue pre-descrito con base en entrevistas a los productores o donantes, tomando datos agro-biológicos y de rendimiento sustentado en la experiencia y empirismo de cada entrevistado. Está información, así como los descriptores de los suelos donde se encuentra cada procedencia, georreferenciados mediante GPS y cargados como tablas de datos conformaran la línea de base en un SIG. Del total rescatado, 16 se han establecido exitosamente en campo, en un banco de germoplasma.

Una vez recolectadas, las varetas (semillas asexuales) se limpiaron y desinfectaron. Se establecieron parcelas en la unidad de producción Rancho Xamantun, del IT Chiná, desde en julio 2017. Las parcelas estaban constituidas por al menos 4 plantas, a partir de las cuales se tomaron datos estructurales y morfométricos, para caracterizar cada accesión y distinguir la presencia de posibles variedades, siguiendo la metodología del CATIE (1981).

Diseño del banco de germoplasma

El lote donde se estableció el banco de germoplasma de yuca está constituido por una parcela de tierra roja o luvisol férrico (Kan Kab según la clasificación Maya), de 20 m x 40 m, en la cual se distribuyeron en surcos las plantas de las 16 accesiones, cada una de ellas ocupando un segmento diferenciado de los otros mediante rótulos con el código de accesión asignado (ITCHY000000), que integra las siglas del Instituto Tecnológico de Chiná, más la primera letra de Yuca, seguida de una serie de seis dígitos para la numeración consecutiva de las recolectas. Cada accesión está representada por al menos cuatro plantas en campo.

Resultados y discusión

Las variables medidas permitieron caracterizar cuantitativamente y cualitativamente a las accesiones y conformar un catálogo descriptivo que incluyó cada una de los materiales que, luego de recolectados en campo, fueron plantadas y ahora conforman el Banco de Germoplasma *ex situ* de *Manihot esculenta* en la Unidad de Producción de Rancho Xamantún, del Instituto Tecnológico de Chiná, que en 2017 totaliza 16 procedencias. En la tabla 1 se resumen los datos generales más relevantes para distinguir las accesiones. Predominan las accesiones de porte erecto poco ramificadas, seguidas por las dicotómicas en segundo y las tricotómicas en tercer lugar.

Cuadro 1. Descriptores de las accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) obtenidas de giras de recolección de germoplasma en la región Península de Yucatán y establecidas en el banco de germoplasma de la unidad de producción Rancho Xamantún, Chiná, Campeche, en el año 2017.

Accesión	Procedencia	Lóbulos	Color hoja Apical	Forma de Lóbulo	Pubescencia Brote	Color Pecíolo	Flor	Ramificación
ITCHY0001	Campeche	7	Verde claro	Ovoide	Presente	Rojo		Tetracotómico
ITCHY0002	Campeche	9	Verde claro	Oblongo-lanceolado	Presente	Rojo		Tricotómico
ITCHY0003	Campeche	7	Verde oscuro	Ovoide	Presente	Rojo		Dicotómico
ITCHY0004	Campeche	7	Verde claro	Elíptico-lanceolado	Presente	Rojo		Dicotómico
ITCHY0005	Campeche	7	Verde púrpura	Lineal-piramidal	Presente	Rojo		Dicotómico
ITCHY0006	Campeche	9	Verde claro	Ovoide	Presente	Verde amarillo	Si	Tricotómico
ITCHY0007	Campeche	9	Verde púrpura	Elíptico-lanceolado	Presente	Rojo	Si	Tricotómico
ITCHY0008	Q. Roo	9	Verde claro	Elíptico-lanceolado	Presente	Rojo		Erecto

ITCHY0009	Q. Roo	7	Verde claro	Elíptico-lanceolado	Presente	Rojo	Erecto
ITCHY0010	Campeche	9	Púrpura	Recta o lineal	Presente	Verde morado	Dicotómico
ITCHY0011	Campeche	7	Verde claro	Ovoide	Presente	Rojo	Erecto
ITCHY0012	Campeche	9	Verde claro	Oblongo-lanceolada	Presente	Rojo	Erecto
ITCHY0013	Campeche	9	Verde claro	Ovoide	Presente	Verde amarillo	Erecto
ITCHY0014	Campeche	7	Púrpura	Lineal pendulada	Presente	Verde amarillo	Erecto
ITCHY0015	Q. Roo	7	Verde púrpura	Oblongo-lanceolada	Presente	Púrpura	Dicotómico
ITCHY0016	Campeche	9	Verde claro	Oblongo-lanceolada	Presente	Verde amarillo	Erecto

Las diferencias entre los distintos materiales de yuca recolectados demuestran que es posible que entre estos existan variedades bien definidas, las cuales pueden entonces, constituir un verdadero recurso genético regional, que puede ayudar a diversificar los sistemas de producción a nivel local, una vez que se amplíe la información agronómica sobre estas, así como se enriquezcan los conocimientos sobre su tolerancia a plagas o enfermedades. La figura 3 muestra una muestra de los caracteres morfológicos y anatómicos que han sido recabados sobre este acervo genético de *Manihot esculenta* en la PY. Se ha detectado que las accesiones con hojas lineales son susceptibles a ácaros y trips.

Conclusiones

Las 16 accesiones de yuca (*Manihot esculenta*) establecidas bajo las condiciones del suelo y clima de Rancho Xamantún, Chiná, Campeche, permiten afirmar que:

- a) La región Península de Yucatán aún conserva parte de la diversidad genética de esta especie cultivada, posibilitando obtener distintos fenotipos y por tanto genotipos útiles para programas de desarrollo basados en esta planta, tanto para su uso en la alimentación humana como animal.
- b) La aplicación de la guía de descriptores varietales elaborada por el CATIE para la yuca ha mostrado su utilidad en la determinación de distintos germoplasmas, que pueden conformar entonces variedades establecidas. Este esfuerzo posibilita la selección y multiplicación de estas variedades, además de la prospección industrial de las mismas.
- c) La visita a distintos lugares de la región con el objetivo de recolectar la diversidad de yuca ha mostrado un escenario de disminución de las áreas de cultivo, del número de productores y además de la potencial desaparición del cultivo por el envejecimiento y desaparición física de los guardianes de este

germoplasma y el abandono de esta práctica por los nuevos agricultores y la juventud rural.

Agradecimientos

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), por apoyar el proyecto registrado con el título “Diversidad genética de *Manihot esculenta* en la Península de Yucatán: Caracterización de la calidad de la harina y su potencial para alimentación humana y animal”, ejecutado por el equipo de docentes que integran y colaboran en el Cuerpo Académico en Agroecología y Desarrollo Sustentable, del Instituto Tecnológico de Chiná (ITCHN-CA-3). Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico de Chiná, por apoyar la investigación aportando los medios, materiales y equipos para establecer las parcelas experimentales en campo.

Referencias

- Bendaña G. 2004. Alternativas alimenticias para animales. 2ª ed. Managua, Nicaragua. 168 p.
- CATIE (Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza). 1981. Catálogo de la colección de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del CATIE. Turrialba. CR. no 2. 40.
- Fonseca-Laurent-Mae JM, Saborío-Argüello D. 2001. Tecnología poscosecha de yuca fresca parafinada (*Manihot esculenta* Crantz) para exportación en Costa Rica. Ministerio de Agricultura, San José, Costa Rica. 56 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (s/f). Raíces y tubérculos: Variedades de yuca para la península de Yucatán. Ficha Tecnológica. 1 p.
- Martínez-Bustos F, López-Soto M, San Martín-Martínez E, Zazueta-Morales JJ, Vélez-Medina JJ. 2007. Effects of high energy milling on some functional properties of jicama starch (*Pachyrrhizus erosus* (L.) Urban) and cassava starch (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Food Engineering 78: 1212–1220
- Rivera-Hernández B, Aceves-Navarro LA, Juárez-López J, Palma-López DJ, 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 en Investigación Agropecuaria 16(1): 29-47.

Determinación del Color de las Mieles Tabasqueñas

M.M. López-González¹, V.M. Moo-Huchín², E. Sauri-Duch³, J.M. Zaldívar-Cruz^{4*}

Resumen. Se analizaron las coordenadas de color L* a* b* [CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)] por medio de espectrofotometría y las unidades Pfund mediante un colorímetro Hanna, de seis muestras de mieles de cinco diferentes regiones fisiogeográficas del estado de Tabasco, México. El método CIELAB mostró valores de L* comprendidos entre 36.96 y 42.90 unidades CIELAB, mientras que para la intensidad del color rojo-verde (a*) y amarillo-azul (b*) estuvieron entre 5.01 ± 0.11 a 8.52 ± 0.03 y 16.36 ± 0.75 a 26.07 ± 0.17 unidades CIELAB, respectivamente. Estos valores indican que las mieles del estado de Tabasco presentan una gran proporción de colores rojo y amarillos. Por otro lado, empleando el colorímetro Hanna, el color varió desde 46.66 hasta 68 mm Pfund y las muestras se clasificaron en 2 grupos: ámbar extra claro y ámbar claro, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

Palabras clave: color, miel, comparador Pfund, CIE L * a* b*, Tabasco

Introducción

La miel es un producto natural, una mezcla compleja de carbohidratos y de compuestos minoritarios (Bertoncelj *et al.*, 2007). La composición química de la miel depende en gran medida de los tipos de flores utilizados por las abejas, así como de las condiciones regionales y climatológicas que prevalecen en los sitios donde se encuentran localizados los apiarios (Ciappini *et al.*, 2013).

La producción de miel en México es de una gran tradición (Viuda-Martos *et al.*, 2010). México es el quinto productor de miel en el mundo, después de China, Argentina, EE.UU. y Turquía, con una producción anual de 55 mil 500 ton, de las cuales se exporta aproximadamente el 44%.

^{1,4}Programa de Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados, Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina Km 3.5, s/n. Carretera Cárdenas-Huimanguillo. Ap. 24. H. Cárdenas Tabasco. C.P 86500.

^{2,3}Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km. 4.5 S/N. Mérida, Yucatán. C.P. 97118

*Autor para correspondencia: zaldivar@colpos.mx

El estado de Tabasco en México produce 235.5 toneladas y sus apicultores diferencian sus mieles solo por el área de colecta (INEGI, 2017). El color de la miel es uno de los atributos más variables y es un criterio de clasificación para las mieles. Desde el punto de vista comercial tiene gran importancia, ya que su precio y el grado de aceptación por el consumidor dependen del mismo. Por ejemplo, consumidores de Norteamérica prefieren mieles claras, de tonos agua, extra blanco y blanco (entre 0 y 34 mm Pfund), mientras que los europeos consumen mieles más oscuras, con tonos ámbar extra claro, ámbar claro, ámbar y ámbar oscuro (entre 34 y 114 mm Pfund) (Delmoro *et al.*, 2010). Por otro lado, el color está relacionado con el origen botánico y la composición del néctar, con el proceso de obtención, la temperatura y el tiempo de almacenamiento (Bogdanov *et al.*, 2004, Terrab *et al.*, 2004, Delmoro *et al.*, 2010). En la actualidad existen dos procedimientos para medir color: sensorial e instrumental (Terrab *et al.*, 2004). Los métodos más utilizados se basan en la comparación óptica, usando simples instrumentos como el colorímetro Pfund, propuesto por Sechrist (1925) (Fell 1978) o el comparador Lovibond, adoptado por la AOAC (2000) (Aubert y Gonnet 1983). Los valores de estos comparadores dan una medida de la intensidad del color, pero sólo a lo largo del tono de color ámbar normal de la miel (Bogdanov *et al.*, 2004). Los métodos de triestímulo (por ejemplo, el espacio CIELAB) proporcionan más información sobre el color de la miel que el grado Pfund (Aubert y Gonnet 1983, Terrab *et al.*, 2003, Bogdanov *et al.*, 2004, Bertonecelj *et al.*, 2007; González-Miret *et al.*, 2007). El primer intento de utilizar la colorimétrico coordenadas CIELAB para evaluar el color de la miel era la de Aubert y Gonnet (1983). Llegan a la conclusión de que este método debe ser un sistema de investigación estándar para una clasificación más precisa de las mieles; Sin embargo, el índice de Pfund podría permanecer, debido a su facilidad en el uso práctico, como la referencia comercial. El color es la primera propiedad sensorial percibida por los consumidores, que podría determinar si van a comprar el producto o no. Sin embargo, hay poca información acerca de la aceptabilidad del color de los consumidores de miel. El objetivo de este trabajo fue: caracterizar el color de las mieles tabasqueñas mediante dos métodos diferentes; Escala Pfund y CIE L* a* b*.

Materiales y métodos

Localización del área de estudio

Un conjunto de seis muestras fue seleccionado de las cinco diferentes regiones fisiogeográficas del estado de Tabasco (Pantanos, La Chontalpa, La Sierra, Los Ríos y Centro). Las mieles fueron proporcionadas por apicultores profesionales y colectadas entre enero a diciembre del 2017 (Cuadro 1) y almacenadas en oscuridad hasta su análisis e identificación.

Cuadro 1. Localización de los apiarios

Apiarios	Municipios	Región	Longitud	Latitud
Campo Experimental (Km 21)	Cárdenas	Chontalpa	438466.5'E	1988122.71'N
José Mercedes Gamas 2da. Sección	Huimanguillo	Chontalpa	440247.04'E	1961510.09' N
Plátano y Cacao 1ra. Sección	Centro	Centro	482705.61'E	1986197.97'N
Francisco I. Madero 2da. Sección	Tacotalpa	Sierra	531896.42'E	1922355.86'N
CBTA 82	Balancán	Ríos	656284.18'E	1970872.42'N
Nuevo Centla	Centla	Pantanos	550043.00'E	2059098.10'N

Medición de color

Para la medición del color se emplearon dos equipos diferentes:

Colorímetro Hanna. Se utilizó un colorímetro digital Hanna Honey Color 221 (Woonsocket, USA) con lectura directa en mm Pfund. El equipo se calibró con glicerina y las lecturas de color se realizaron por cuadruplicado en mieles líquidas y sin burbujas.

Espectrofotómetro. Las características de color fueron medidas por el Método CIE $L^*a^*b^*$, donde la luminosidad L^* y las dos coordenadas de color, a^* y b^* fueron definidas por medio de un espectrofotómetro X-Riteserie SP-62. Se tomaron 40 ml de muestra de miel y se guardaron en una caja de Petri de vidrio cubriendo una altura de 10 mm. Los parámetros L^* , a^* y b^* fueron medidos contra un fondo blanco y se obtuvieron directamente del equipo. Además, la intensidad del color fue determinada mediante la medición espectrofotométrica. Las mediciones se realizaron por cuadruplicado en mieles líquidas y sin burbujas en diferentes zonas de la caja.

Análisis estadístico

Todos los análisis se llevaron a cabo por cuadruplicado y los datos fueron expresados como medias $\pm$ desviación estándar (DS). Se obtuvieron correlaciones entre los dos métodos mediante el coeficiente de Correlación de Pearson (r) en correlaciones lineales de dos variables.

Resultados y discusión**Medición de color utilizando el Colorímetro Hanna.**

Los resultados obtenidos con este equipo mostraron que el color de las mieles tabasqueñas varió desde 46.66 hasta 68.00 mm Pfund (Cuadro 2). El menor valor se obtuvo para las mieles de Huimanguillo (46.66 ± 0.58 mm Pfund) ubicado en la Región

de la Chontalpa, mientras que el mayor valor fue para la muestra del municipio Centro (68.00 ± 0.00 mm Pfund), ubicado en la Región Centro (Cuadro 2). Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la escala de colores Pfund se divide en rangos de color, que permiten clasificar a las mieles mediante diferentes denominaciones (Cuadro 3). De acuerdo con este parámetro, las mieles del estado de Tabasco se clasificaron en 2 grupos: ámbar extra claro y ámbar claro (Cuadro 2).

Cuadro 2. Color de las mieles identificadas de acuerdo a los estándares del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) con equivalencias en mm Pfund.

Muestra	Color (mm Pfund)	Color identificado
Balancán	$57,66 \pm 0,577$	Ámbar claro
Cárdenas	$67,66 \pm 0,577$	Ámbar claro
Centla	$53,66 \pm 0,577$	Ámbar claro
Centro	$68,00 \pm 0,00$	Ámbar claro
Tacotalpa	$59,00 \pm 0,00$	Ámbar claro
Huimanguillo	$46,66 \pm 0,58$	Ámbar extra claro

Los valores representan el promedio de cuatro repeticiones $\pm$ la desviación estándar.

Cuadro 3. Rango de color para clasificar las mieles según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

Escala Internacional ¹	mm Pfund
Blanco agua	0-8
Extra blanco	8-17
Blanco	17-34
Ámbar Extra Claro	34-48
Ámbar Claro	48-83
Ámbar	83-114
Ámbar Oscuro	Más de 114

Medición de color utilizando la escala CIEL*a*b*.

El color de la miel es un parámetro fisicoquímico que juega un papel crucial durante la elección del producto (Perna *et al.*, 2013). En este estudio, se reportan las características colorimétricas de mieles de diferentes sitios de colecta en el estado de Tabasco, México. Los resultados medidos por el método CIEL*a*b*, mostraron que se tuvieron valores de L* comprendidos entre 36.96 ± 0.39 y 42.90 ± 0.14 unidades CIELAB y no se encontraron diferencias significativas con respecto a este parámetro entre ellas ($p < 0.05$). La mayor luminosidad se obtuvo para la miel de Huimanguillo, localidad situada en la región de la Chontalpa (42.90 ± 0.14 unidades CIELAB), mientras que la miel del Centro, de la región del mismo nombre, presentó el menor valor (36.96 ± 0.39 unidades CIELAB). Tomando en cuenta la luminosidad, González-

Miret *et al.* (2005) clasificaron las mieles en dos grupos, mieles claras con $L^* > 50$ y mieles oscuras con $L^* < 50$, por lo que las mieles de Tabasco bajo estos criterios se clasificaron en mieles oscuras con L^* (38.11, 36.96, 38.59, 40.92, 4.21, 42.90 unidades CIELAB, respectivamente) (Cuadro 4). Estos valores son similares a los obtenidos por Tuberoso *et al.* (2014) para mieles monoflorales europeas de *Fagopyrum esculentum* L. y *Mentha spp.* (41.3 ± 2.7 , 44.2 ± 7.5 unidades CIELAB, respectivamente), pero menores a los de Perna *et al.* (2013) para mieles de diferentes áreas del sur de Italia ($L^* = 59.94$). Los parámetros a^* (rojo-verde) y b^* (amarillo-azul) de la miel, pueden interpretarse como un índice deseable de la riqueza de pigmentos tales como carotenoides, xantofilas y antocianos de las especies que aportan el polen a la miel (Frankel *et al.*, 1998, Al-Mamary *et al.*, 2002 y Antony *et al.*, 2000). Para las coordenadas que miden la intensidad del (a^*) y (b^*), los valores obtenidos estuvieron entre 5.01 ± 0.11 a 8.52 ± 0.03 y 16.36 ± 0.75 a 26.07 ± 0.17 unidades CIELAB, respectivamente. Estos valores indican que las muestras de mieles del estado de Tabasco mostraron una gran proporción de colores rojo y amarillos, que son similares a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2012) para mieles de otras regiones de México.

Relación estadística entre escala Pfund y parámetros CIEL*a*b*.

En el cuadro 5 muestra la correlación entre las mediciones de color efectuadas con el comparador Pfund y CIEL*a*b*. Los datos se adecuan a una correlación lineal, con un coeficiente de determinación igual a ($r = 0.731$, $r=0.923$, $r=-0.633$, $r=0.947$), indicando que ambos instrumentos permiten obtener resultados similares, estos resultados son similares a los obtenidos por Galleguez *et al.* (2012), para mieles de Argentina. A pesar de las significancias obtenidas en la correlación entre la escala Pfund y CIEL*a*b*, la escala Pfund no toma en cuenta la tonalidad del color de las muestras si no que solo clasifica en ámbar y no difieren en su tonalidad por lo tanto la escala Pfund no es suficiente para caracterizar el color de la miel.

Cuadro 4. Color identificado de acuerdo a los parámetros colorimétricos CIE L^* , a^* , b^* expresado en un ángulo de tono °Hue.

Muestra	L^*	a^*	b^*	Hue
Balancán	$40,92 \pm 0,49$	$6,74 \pm 0,12$	$24,50 \pm 0,19$	$74,6 \pm 0,32$
Cárdenas	$38,11 \pm 0,09$	$8,52 \pm 0,03$	$19,35 \pm 0,18$	$66,2 \pm 40,13$
Tacotalpa	$42,21 \pm 0,17$	$7,08 \pm 0,04$	$25,40 \pm 0,24$	$74,43 \pm 0,16$
Huimanguillo	$42,90 \pm 0,14$	$5,19 \pm 0,03$	$26,07 \pm 0,17$	$78,75 \pm 0,10$
Centro	$36,96 \pm 0,39$	$8,02 \pm 0,20$	$16,36 \pm 0,75$	$63,88 \pm 0,56$
Centla	$38,59 \pm 0,33$	$5,01 \pm 0,11$	$18,25 \pm 0,38$	$74,66 \pm 0,14$

Los valores representan el promedio de cuatro repeticiones $\pm$ la desviación estándar

Cuadro 5. Matriz de correlación de los parámetros investigados (coeficiente de correlación de Pearson) expresado con un nivel de confianza del 95%.

	L	Pfund
L		0.731**
a*	-0.500**	0.923**
b*	0.967**	-0.633**
°Hue	0.841**	-0.947**

Conclusiones

Las mieles del estado de Tabasco se clasificaron según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y la escala de colores Pfund en 2 grupos: ámbar extra claro y ámbar claro cuando se utilizó el colorímetro Hanna. Mientras que cuando se empleó el Método CIEL*a*b* y la clasificación de González-Miret *et al.* (2005) se determinó que todas las mieles del estado de Tabasco son mieles oscuras. Por otro lado, la escala Pfund no es suficiente para caracterizar el color de la miel, ya que solamente las separa en ámbar y sus tonalidades, mientras que el método CIEL*a*b* permite conocer tonalidades de color en las mieles.

Agradecimientos

Martha María López-González fue becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y egresada de la Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Los autores agradecen al Instituto Tecnológico de Mérida las facilidades prestadas para el desarrollo de la Investigación por el uso de su laboratorio.

Referencias

- Al-Mamary M, Al-Meer A, Al-Habori M. 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutritional Research* 22: 1041-1047.
- Antony SM, Han I, Rieck JR, Dawson PL. 2000. Antioxidative effect of Maillard reaction products formed from honey at different reaction time. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 3985-3989.
- Aubert S, Gonnet M. 1983. Mesure de la couleur des miels. *Apidologie* 14: 105–118.
- Bertoncelj J, Doberšek U, Jamnik M, Golob T. 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry* (105): 822-828
- Bogdanov S, Ruoff K, Persano L. 2004. Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie* 35: S4–S17.
- Fell RD. 1978. The color grading of honey. *Am. Bee J.* 18: 782–789.

- Frankel S, Robinson GE, Berenbaum MR. 1998. Antioxidant capacity and correlated characteristic of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research* 37: 27-31.
- González-Miret ML, Terrab A, Ayala F, Terrab A, Echavarri JF, Negueruela AI, Heredia FJ. 2007. Simplified method for calculation color of honey by application of the characteristic vector method. *Food Research International* 40: 1080-1086
- González-Miret ML. et al. 2005. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their Botanical origin. *J. Agric. Food Chem.* 53: 2574-2580
- INEGI. 2017. Anuario Estadístico de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística y Geográfica. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aep/2013/aegpef_2013.pdf. Fecha de consulta 5 diciembre de 2017.
- Perna A, Simontti A, Intaglietta I, Gambacorta E. 2013. Antioxidant properties, polyphenol content and colorimetric characteristics of different floral origin honeys from different of southern areas Italy. *Journal of Life Sciences* 7(4): 428-436.
- Rodríguez BA, Mendoza S, Iturriga MH, Castaño-Tostado E. 2012. Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. *Journal of Food Science* 71: C121-C127.
- Terrab A, Heredia FJ. 2003. Palynological, physicochemical and color characterization of Moroccan honeys. II. Orange (*Citrus* sp.) honey. *International Journal of Food Science and Technology* 38 (4): 395-402.
- Terrab A, González-Miret L, Heredia FJ. 2004. Colourcharacterisation of thyme and avocado honeys by diffuse reflectance spectrophotometry and spectroradiometry. *Eur. Food Res. Technol.* 218: 488-492.
- Tuberoso CIG, Jerkovic I, Sarais G, Congiu F, Marijanovic Z, Kus PM. 2014. Color evaluation of seventeen European unifloral honeys types by means of spectrophotometrically determined CIE $L^* C^*_{ab} h^{\circ}_{ab}$ chromaticity coordinates. *Food Chermistry* 145: 284-291.
- USDA. 1985. United States Standards for Grades of Extracted Honey, USDA, Washington, DC.

Principales Características de los Productores Apícolas de la Localidad de Santo Domingo Keste, Champotón, Campeche, México

J.F. Martínez-Puc*, W.R. Cetzal-Ix, A. Villarino-Valdivieso, B. Marín-Gutiérrez, Z. Pineda-León

Resumen. La apicultura es una de las principales actividades que se realizan en la Península de Yucatán, siendo la principal región productora de miel a nivel nacional, destacando Campeche a nivel regional en la producción de miel de alta calidad la cual es destinada al mercado internacional. Con el objetivo de conocer las principales características de los apicultores de la localidad de Santo Domingo Keste, en el municipio de Champotón se aplicaron un total de 20 encuestas (del 1 al 15 junio de 2018), a productores apícolas de la localidad. Se obtuvo una edad promedio de 53 ± 17 años (Min 23 y Max 90 años), con un promedio de 3 ± 3 años de escolaridad (Min 0 y Max 8 años), cuentan con 10 ± 8 años (Min 1 y Max 30) de experiencia en la apicultura. Unicamente el 2 % de los productores se dedican exclusivamente a la actividad apícola, el 98 % de los apicultores tienen a la actividad como complementaria. Se concluye que la apicultura en la localidad de Santo Domingo Keste es una actividad secundaria o complementaria a otras actividades, principalmente la agricultura y la venta de la fuerza de trabajo. La estructura porcentual de los costos de producción de miel en el presente estudio se compone de 79.37 % del costo variable y de 20.63 % al costo fijo.

Palabras clave: Apicultura, caracterización, actividad secundaria, costos fijos, costos variables.

Introducción

La apicultura es una de las principales actividades que realiza el sector agropecuario en México debido a la producción de miel de alta calidad, la cual es apreciada en el mercado exterior (Güemes-Ricalde *et al.*, 2004; Castañón-Chavarría, 2009).

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 entre 22 y 28, Colonia Centro, Chiná, Campeche, C.P. 24520, México.

*Autor para correspondencia: froyitovarroo@hotmail.com

En México, la apicultura es una actividad milenaria con un impacto en el sector económico, social y ambiental (Magaña y Leyva, 2011). Antes de la llegada de los españoles a la Península de Yucatán (PY), se explotaba a las abejas nativas sin aguijón, principalmente a la especie *Melipona beecheii* y *Scaptotrigona pectoralis*, fue tal la importancia de estas especies que la abeja *Apis mellifera* se introdujo a mediados del siglo XX (Martínez *et al.*, 2017; Martínez *et al.*, 2018). La contribución de la apicultura al subsector pecuario nacional contribuye a la captación de divisas, la mano de obra en su fase de producción primaria, representando una importante fuente de empleos y de ingresos por salarios en el medio rural (Magaña y Leyva, 2011). La PY concentra entre el 30 y 35 % de las colonias a nivel nacional (Güemes-Ricalde *et al.*, 2004), produciendo cerca del 35 % del volumen nacional de miel (Castañón-Chavarría, 2009). Sin embargo, la apicultura se considera una actividad secundaria, contrario a lo que ocurre en otras regiones del país, la PY ocupa los primeros lugares en producción, pero con baja productividad (Martínez *et al.*, 2017; Martínez *et al.*, 2018). Según Magaña *et al.* (2007), en Yucatán la apicultura se practica generalmente en unidades de producción a pequeña escala. Entre los principales problemas de la apicultura regional destaca la falta de adopción de tecnologías de acuerdo a las exigencias del mercado, las formas de comercialización principalmente al exterior donde solo participan los exportadores con un esquema de intermediarismo (Ulloa-Castañeda *et al.*, 2014). El objetivo de esta investigación fue caracterizar a los productores de la localidad de Santo Domingo Keste, en el municipio de Champotón, Campeche, México, para conocer las principales características que presentan en aspectos sociales y económicos.

Materiales y métodos

Con la finalidad de caracterizar a los apicultores de la localidad de Santo Domingo Keste, Municipio de Champotón, Campeche, México, se aplicó un total de 20 encuestas del 1 al 15 de junio de 2018. La localidad de Santo Domingo Keste (19.500629, -90.510674), se localiza en el municipio de Champotón. El clima predominante es cálido subhúmedo, y presenta una temperatura media anual de 26° C, con máximas de 40° C en mayo, y mínimas de 10° C en enero. Las variables analizadas se observan en el Cuadro 1. Para determinar el costo de producción y la rentabilidad, se utilizó la metodología propuesta por Ramírez (2008).

Cuadro 1. Tipos de variables de estudio.

Tipo de variable	Social	Económica
Cuantitativa	Edad	Número de apiarios
	Años de escolaridad	Número de colonias
	Años de experiencia	Número de colonias en
	Mano de obra familiar	producción.
Cualitativa	Género.	Dedicación a otras actividades.

Resultados y discusión

La edad promedio de los productores es de 53 ± 17 años (Min 23 y Max 90 años), con un promedio de 3 ± 3 años de escolaridad (Min 0 y Max 8 años), y cuentan con 10 ± 8 años de experiencia (Min 1 y Max 30) en la apicultura. Unicamente el 2 % de los productores se dedican exclusivamente a la apicultura, el 98 % de los productores practican la apicultura como una actividad complementaria, la edad promedio de los apicultores encuestados es de 53 años. Lo anterior coincide con estudios realizados por Martínez *et al.* (2018) en tres municipios del estado de Campeche quienes reportan una edad promedio de 57 años por productor, por otro lado Ojeda (2009), reporta para el municipio de Hopelchén, Campeche una edad promedio de 50 años, y Magaña *et al.* (2007), reportan una edad promedio de 49 años en el estado de Yucatán. Por otro lado difiere con lo reportado por Martínez y Pérez (2013), quienes reportan una edad promedio de 43 años para los productores en el trópico húmedo.

El promedio de integrantes por familia de cada productor es de 4 ± 1 (Min 1 y Max 5), de la cual, en promedio 1 ± 1 integrante se involucra en la actividad apícola, contratan en promedio 3 ± 1 personas de apoyo durante el periodo de cosecha, generalmente la recuperación de la cera es realizada por las mujeres. En este estudio se observó que el número promedio de apiarios por productor es de 2 ± 1 (Figura 1), siendo en promedio 28.33 colonias por apiario (Figura 2).

Según Martínez *et al.* (2018), el número de apiarios en promedio por productor es de 2.27, similar a lo reportado en el estado de Yucatán por Magaña *et al.* (2007), quienes indican un promedio de 2.6 apiarios por productor; ambos resultados coinciden también con lo registrado por Martínez y Catzín (2010), en el estado de Campeche, siendo de 2.47 apiarios por productor. El promedio de colonias por apiario presentó una variación siendo mayor en productores que cuentan con seis apiarios (39 colonias), y menor en aquellos productores que cuentan con cuatro apiarios (18 colonias en promedio; Figura 2).

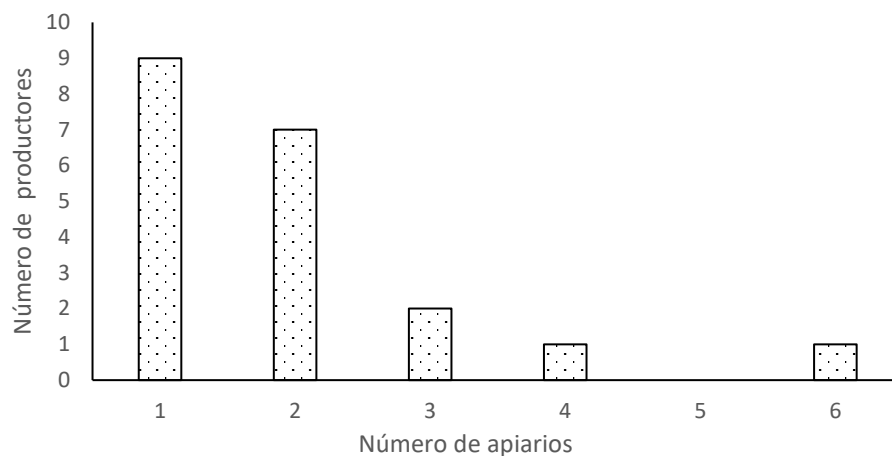


Figura 1. Número de productores en base al número de apiarios.

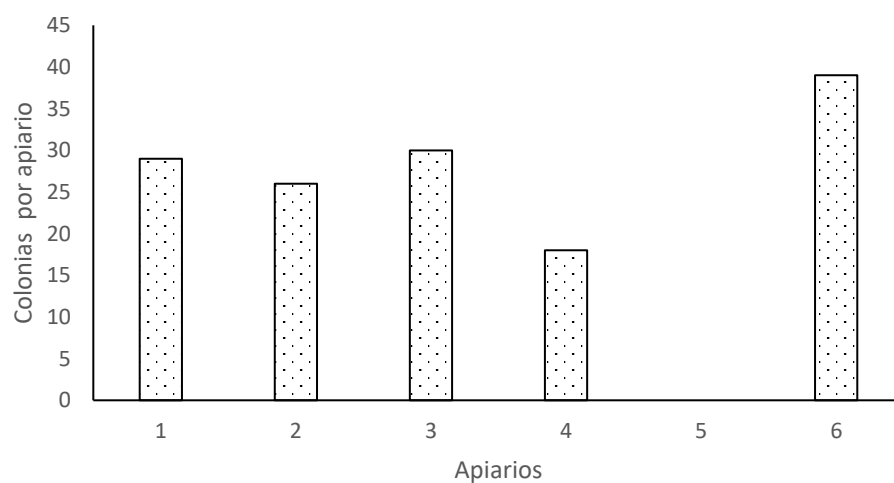


Figura 2. Promedio de colonias dependiendo del número de apiarios disponibles por productor.

Se observó una correlación positiva y significativa ($R^2=0.7211$; $r= 0.8491$, $y=5.4137x-14.524$), entre los años de experiencia y el número de colonias con las que cuenta cada productor (Figura 3).

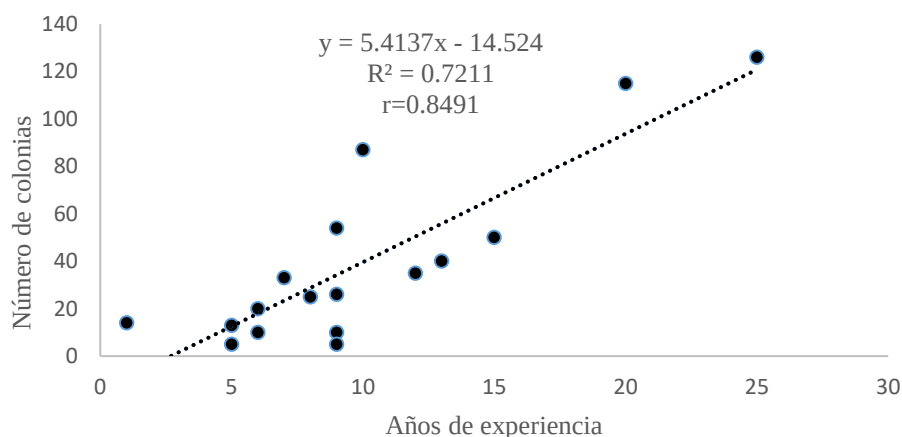


Figura 3. Ecuación de regresión entre los años de experiencia y el número de colonias por productor.

En relación al material y equipo disponible para las actividades de campo se observó que sólo el 10 % de los productores cuenta con overol, el 75 % con botas y el 95 % con alza prima. Únicamente el 50 % de los entrevistados cuentan con banco y extractor. Ninguno de los productores tiene sala de extracción, debido a que la cosecha (cortado y extractado de los panales) se realiza en campo (Figura 4).

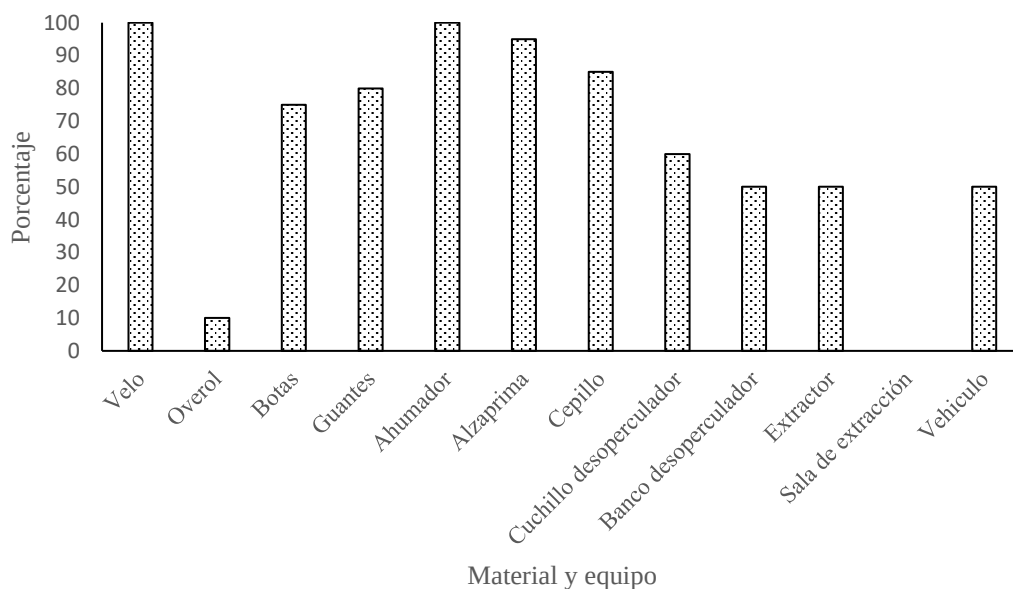


Figura 4. Material y equipo con el que cuentan los productores entrevistados.

En relación a la venta de miel se obtuvo un promedio de \$1,164,784.⁰⁰ pesos por el total de productores entrevistados, y se obtuvo un costo de producción de \$693,176.⁶⁶ (Cuadro 2; Figura 5). Sin embargo, es importante mencionar que únicamente se incluye el costo por unidad de producción ya establecida, no se incluye gasto de inversión. Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con lo reportado por Magaña y Leyva (2011), quienes afirman que los costos más elevados son el rubro de alimentación y pago de mano de obra.

Cuadro 2. Costos de producción y rentabilidad

Concepto	Monto (pesos)	Porcentaje
Costo variable \$		
Equipo de campo	70,200.00	10.13
Cera estampada	99,590.40	14.37
Alimentación	165,360.00	23.86
Medicamentos	69,615.00	10.04
Equipo de protección	12,786.43	1.84
Mano de obra	46,800.00	6.75
Trasporte	85,800.00	12.38
Total costo variable	550,151.83	79.37
Costo fijo \$		
Depreciación equipo	43,024.83	6.21
Sueldo supervisión	100,000.00	14.43
Total costo fijo	143,024.83	20.63
Costo total de producción	693,176.66	100.00
Total de ingresos	1,164,784.00	
Rentabilidad	471,607.34	

Es importante mencionar, que cuando se cuenta con un solo apiario se dispone del mismo equipo de protección que si se tuviesen tres, siendo la inversión total la misma en este rubro, por otro lado, el gasto de combustible que se realiza por visitar un apiario de 18 colonias es el mismo que se utilizará si se cuenta con 25 o 30 colonias. Según Magaña y Leyva (2011), la rentabilidad por colmena en México asciende a \$158.⁰⁰ pesos y \$305.³⁰ pesos por cada mil pesos invertidos en activos fijos, en tanto que la relación costo-beneficio indica una rentabilidad de 38 centavos por cada peso invertido. El mayor costo de producción corresponde al costo variable, lo cual coincide con lo reportado por otros autores quienes afirman que la estructura porcentual de los costos de producción de miel en México se compone mayoritariamente por el costo variable (Magaña, 2010).

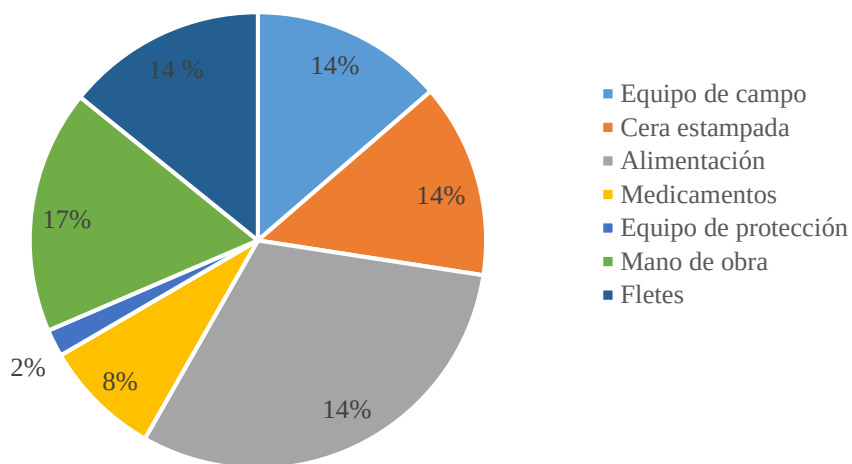


Figura 5. Costo de producción del apiario.

Existe evidencia que el costo de producción por kilogramo de miel tiene una relación inversa con el número de colonias en posesión, es decir se debe producir al máximo para reducir o mantener los costos de producción (Magaña *et al.*, 2007). La apicultura en México es una actividad importante del subsector pecuario, su volumen de producción y nivel de productividad la ubican en el sexto lugar mundial; en América ocupa la tercera posición en ambos rubros y por sus exportaciones ocupa el tercer lugar (Magaña *et al.*, 2016). Sin embargo los estudios demuestran que la apicultura en PY sigue una lógica de subsistencia (Güemes *et al.*, 2003).

La capacidad de producción del apicultor es variable. Por ejemplo, en Jalisco la tenencia promedio es de 335 colmenas, mientras que en Chiapas es de 21 colmenas, la menor registrada para los estados de interés productivo. El estado de Veracruz ocupa el segundo lugar en este rubro, con una tenencia de 88 colmenas en promedio por apicultor. Por su parte, los apicultores de los estados de Campeche y Quintana Roo poseen en promedio menos colmenas que los del estado de Yucatán (37.1; Magaña *et al.*, 2016).

Conclusiones

La apicultura se practica como una actividad secundaria en la localidad de Santo Domingo Keste, complementaria a la agricultura y a la venta de la fuerza de trabajo. La apicultura se practica por apicultores de edad adulta, siendo importante un relevo generacional de la actividad.

Referencias

- Castañón-Chavarría LE de J. 2009. Mieles diferenciadas de la península de Yucatán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Corredor Biológico Mesoamericano. 157 p.
- Contreras-Escareño F, Pérez AB, Echazarreta GC, Cavazos AJ, Macías-Macías JO, Tapia-González JM. 2013. Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias* 4(3): 387-398.
- Dolores-Mijangos G, Santiago-Cruz M de J, Arana-Coronado J, Utrera-Quintana F. 2017. Estudio del impacto de la actividad apícola en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 14(2): 187-203.
- Echazarreta GC, Arellano RA, Pech MC. 2002. Apicultura en Mesoamérica. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida. 72 p.
- Güemes RF, Echazarreta GC, Villanueva GR, Pat FJ, Gómez ÁR. 2003. La apicultura en la península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. *Rev Mex Caribe* 8(16): 117-132.
- Güemes-Ricalde F, Echazarreta-González C, Villanueva R. 2004. Condiciones de la apicultura en Yucatán y el mercado de sus productos. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. 75 p.
- Magaña MMA, Aguilar AA, Lara y Lara P, Sanguinés GR. 2007. Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el Estado de Yucatán, México. *Agron.* 15(2): 17-24.
- Magaña MMA, Tavera CME, Salazar BLL, Sanguinés GJR. 2016. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(5): 103-115.
- Magaña MMA, Leyva MC. 2011. Costo y rentabilidad del proceso producción apícola en México. *Contaduría y Administración* 235: 99-119.
- Magaña MMA. 2010. Costo y rentabilidad del proceso producción apícola en México. Yucatán: Instituto Tecnológico de Conkal. Pp. 100-101.
- Martínez-Puc JF, Catzín VGA. 2010. Caracterización de la actividad apícola en tres municipios (Campeche, Hopalchén y Champotón) del Estado de Campeche. Organización Nacional de Apicultores.
- Martínez-Puc JF, Cetzal-Ix W, González-Valdivia NA. 2017. La apicultura en Campeche: importancia económica y retos para incrementar su producción. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México.
- Martínez-Puc JF, Cetzal-Ix W, González-Valdivia NA, Casanova-Lugo F, Saikat-Kumar B. 2018. Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 5(1): 44-53.
- Martínez GE, Pérez LH. 2013. La producción de miel en el trópico húmedo de México: Avances y retos en la gestión de innovación. Colección Trópico Húmedo. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ojeda LR. 2009. El mayab apícola asociación y competitividad. Universidad Autónoma de Yucatán. 354 p.
- Ramírez-Padilla DN. 2008. Contabilidad Administrativa. Octava edición. Mc Graw Hill. Interamericana Editores. México. 626 pag.
- SAGARPA. 2010. Revista Claridades Agropecuarias. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. No. 199. 34 pag.

Ulloa-Castañeda RR, Meza-Ramos E, Anzano-Velázquez JE, Aguirre-Ortega J, Virgen M. 2014. Bases para el análisis del entorno de la apicultura en Nayarit. *Revista Mexicana de Agronegocios* 34: 816-828.

Los Agroecosistemas Tropicales y su Contribución en la Alimentación del Pavo Ocelado (*Meleagris ocellata* Cuvier)

A. Balam-Castro², C. Yam-Chin^{1*}, M. Canul-Solís¹, J. Reyna-Díaz¹

Resumen. El pavo ocelado (*Meleagris ocellata* Cuvier) es un ave terrestre de mucho interés alimenticio y cultural, es endémica de la península de Yucatán. Tiene una distribución restringida debido a las constantes amenazas de depredación y casería a la que está sujeta. En las comunidades rurales se ha observado que esta ave se alimenta casi exclusivamente de maíz y otros cultivos, encontrándolos comúnmente en las milpas sobre todo en época invernal, por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar la contribución de los agroecosistemas en los hábitos alimenticios del pavo ocelado. El estudio se realizó en los municipios de Yaxcabá, Tekax y Calotmul en donde se realizaron muestreos durante un año en los meses de post cosecha de las milpas, durante las épocas de seca y nortes, se realizaron transectos lineales con diferentes distancias, entrevistas estructuradas a cazadores, colocación de cámaras trampa, el análisis de imágenes y videos. Se obtuvo un listado 19 especies de flora silvestre y 14 cultivadas, además de insectos, moluscos y miriápodos que consumen el pavo ocelado. En cuanto a frutos, semillas y flores los ecosistemas aportan el 40 %, los agroecosistemas el 35% mas un 10% de especies que proveen brotes tiernos, el 15% restante son de insectos y artrópodos que se encuentran en ambos sistemas.

Palabras clave: alimentación, flora silvestre, agroecosistemas.

Introducción

El pavo ocelado (*Meleagris ocellata* Cuvier) presenta una distribución fragmentada a lo largo de la Península de Yucatán (AOU,2007; UICN, 2009). Es una especie endémica regional que habita en la selva tropical húmeda del norte de Guatemala, noroeste de Belice y Península de Yucatán en México (Howell y Webb, 1995, González, 1998).

¹Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

²Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

Autor para correspondencia: carlos.yam@itconkal.edu.mx.

Sugihara y Heston (1981) mencionan que el pavo ocelado es generalista extremo en su hábito de alimentación, come una amplia variedad vegetales como hojas de *Ambrosia astimisiifolia*, *Zebrina* spp., *Vitis* spp., y *Paspalum* spp., así como semillas de hierbas de *Conjugatum paspalum*, nueces de diversas palmas y los mesocarpios carnosos de semillas de *Brosimum alicastrum*, así como insectos que incluyen, hormigas cortadoras de hojas (*Atta cephalotes*), polillas y escarabajos. Se ha visto que sus poblaciones se encuentran asociada con sistemas agrícolas tradicionales durante su alimentación, ya que como parte de su dieta se compone de cultivos como el maíz, o flores y ápices de frijol y calabaza. Sin embargo, cuando puede elegir, el pavo prefiere frutos típicos de las selvas conservadas: zapote (*Manilkara zapota*) y ramón (*Brosimum alicastrum*) en particular. Previo a la temporada de reproducción, se ha observado que los pavos pueden consumir grandes cantidades de pequeños caracoles, que encuentran típicamente en la selva baja inundable o en la zona de transición entre la selva baja inundable y la selva mediana (Calmé, 2006).

Las poblaciones del pavo ocelado han disminuido con el tiempo, debido principalmente a la cacería de autoconsumo, la degradación de sus hábitats y la baja tasa de reproducción que se tiene en vida silvestre por los cuales se encuentra bajo amenaza de extinción. Se les considera como amenazada, debido a su bajo éxito reproductivo en condiciones silvestres, la pérdida de su hábitat, la presión por cacería y su restringido rango de distribución (Ceballos y Márquez, 2000). La alimentación juega un papel importante en el crecimiento, desarrollo y reproducción de las especies. Es una especie de muy alto valor en la cacería de subsistencia en las comunidades mayas de la península de Yucatán, por lo que sus bajas poblaciones pueden repercutir en la seguridad alimentarias de familias de escasos recursos. Se cree que *M. ocellata* mantiene una dieta muy variada de diferentes especies vegetales y microfauna, Sin embargo, se desconocen cuáles son estas especies que el pavo de monte consume de forma libre para concebir un crecimiento óptimo. Es por eso que el objetivo del trabajo fue caracterizar hábitos alimenticios del pavo ocelado y determinar los recursos alimenticios proporcionados por los diferentes ecosistemas y agrosistemas, de tal manera que se pueda tener información para la elaboración de planes de manejo para un aprovechamiento sostenible de esta especie.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en tres diferentes municipios de Yucatán, Yaxcabá, Tekax y en Calotmul específicamente en la localidad de Pocoboch teniendo así tres puntos localizados en el centro, sur y poniente de Yucatán. Los tres municipios se caracterizaron con una selva mediana subcaducifolia con parches de vegetación asociadas con la milpa tradicional o remanentes de ella. Los muestreos se realizaron en

dos unidades de manejo de vida silvestre: “La suerte” en Yaxcaba y “San Nicolás” en Tekax, en base a la metodología propuesta por Buckland *et al.* (2001), los muestreos fueron de una semana con dos salidas por día en los horarios de 6:00 am – 10:00am y por las tardes de 4:00 pm – 6:00 pm, se encontraron muestras (plumas y nidos) que afirmaban la presencia del pavo ocelado, se analizó el entorno del lugar de cada muestra para registrar las especies de flora, entomofauna, gasterópodos y artrópodos no insectos que posiblemente hayan servido como alimento para el pavo de monte. Se instalaron cámaras trampa únicamente en los lugares donde se afirmó la presencia del pavo ocelado, con la finalidad de evidenciar en video y fotografía la actividad alimenticia del pavo.

Para complementar el estudio, se aplicaron un total de 50 entrevistas basadas en preguntas estructuradas, enfocadas en la obtención de información sobre el pavo ocelado a partir del conocimiento tradicional y de observaciones de cazadores y campesinos de las comunidades rurales: se inició en la localidad de Yaxcabá, posteriormente en la comunidad de San Diego Tekax y por último en Pocoboch (Cuadro 1). Por las características del estudio se omitieron los nombres de los entrevistados debido a que la actividad de cacería se encuentra regida en La Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Las entrevistas se realizaron en los sitios frecuentados, parques, plazas principales y algunas de ellas se realizaban en los lugares de trabajo.

Cuadro 1. Datos que se obtuvieron por medio de entrevistas estructuradas realizadas a cazadores sobre el comportamiento de *M. ocellata*.

Comportamiento	Datos	Diagnos
Alimentación	Especies entomofauna y de flora, silvestres cultivadas, estructuras o partes y estaciones del año.	Listados de dietas del pavo ocelado. Identificación científica de las especies. Caracterización fenológica.
Reproducción	Fechas reproductivas, número de polluelos por hembra, anidación, cortejo.	Diferencias del comportamiento en las etapas de desarrollo.
Distribución	Los diferentes tipos de vegetación.	Preferencia de habitat,
Hábitos	Horarios de actividad, alimento, descanso.	Determinación de las actividades habituales.

Resultados y discusión

Comportamiento de meleagris ocellata

Esta ave terrestre suele ser muy activa desde muy temprano, durante el día se mantiene siempre en movimiento buscando su alimento, cuando hay milpas cerca de los límites de las selvas suele bajar a los cultivos (Ver cuadro de especies cultivadas). Permanece

ahí durante horas hasta satisfacerse y luego regresa a la selva a resguardarse de cualquier amenaza, por las tardes descansa en el sustrato debajo de árboles con copas frondosas tales como el yax'nic (*Vitex gaumeri*) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), siempre limpian su lugar de descanso con la ayuda de sus patas, al abandonar su lugar de reposo se forma una silueta redonda y en algunas ocasiones dejan plumas y excretas. Suelen caminar por los senderos preestablecidos dentro de los terrenos, pero en sí, se ha observado que prefieren los montes en los que ya se ha practicado la roza, tumba y quema, que deja como resultado suelos más fáciles de acceder y en los que probablemente encuentren mayor número de insectos y los brotes tiernos de los arbustos que fueron quemados.

Habito alimenticio

Tiene un hábito alimenticio muy particular y parecido al de algunos crácidos, diferenciándose en que los pavos identifican que en las milpas encontraran una fuente segura de alimento. Suele alimentarse de frutos carnosos, hojas tiernas, semillas, algunos insectos, artrópodos y en temporadas de sequías de tubérculos de plantas de yuca, camote y macal. El pavo de monte tiende a modificar su alimentación de acuerdo a las estaciones del año y de acuerdo a la necesidad reproductiva, en primavera los alimentos son abundantes y en invierno los alimentos escasean, sin embargo, existen especies que florecen y fructifican en temporadas invernales lo cual favorece a *M. ocellata*. De las dos especies de plantas mencionadas por Calmé y Duarte (2002) el zapote y el ramón, se suma a la lista a *Maclura tinctoria*, *Bursera simarouba*, *Vitex gaumeri* y *Byrsonima bucidaefolia* como parte de la alimentación del pavo y que son especies que se encuentran de forma silvestre en las selvas medianas subcaducifolias con poca perturbación. En temporada de sequías, el pavo de monte también puede alimentarse de tubérculos como la yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomea batata*) y macal (*Xantomona yacatanense*) cuando dentro de las milpas mecanizadas y no mecanizadas no hay cultivos de maíz, frijol y calabaza. De igual manera puede alimentarse de rebrotes en herbáceas como *Momordica charantia*, *Sida acuta* y *Melothria pendula* (Cuadro 2). Para los pavos de monte los caracoles son aportaciones de grandes cantidades de proteínas, además de que algunas especies son abundantes dentro de las selvas del Estado, por lo regular se encuentran en los troncos de los árboles y escondidos debajo de la hojarasca. Bueno (2003) menciona que los milpiés son artrópodos comunes y abundantes durante la temporada de lluvias en las selvas medianas subcaducifolias y favorece a la alimentación del pavo ya que al ser abundante puede ingerir a estas especies en las temporadas de apareamiento y durante el crecimiento de los polluelos (Jennings 1987, Sugihara y Heston 1981, Lint 1978).

Se logró identificar nueve especies de insectos: *Lampyris noctiluca*, *Atta* sp. y *A. cephalotes*, *Psammotermes allocerus*, *Cetonia aurata*, *Gryllus* sp., *Locusta migratoria*, *Cicada orni* y *Tenebrio molitor*. También se registraron tres gasterópodos: *Choanopoma largillierti*, *C. radiosum*, *Chondropoma martesianum* y tres miriápodos *Ortalichus princeps*, *Orthopurus zizicolens* y *O. ornatus*. Se determinó que las especies cultivadas representan un 35% en la alimentación de esta ave, el 40% frutos silvestres, el 10% hojas tiernas, 5% insectos, 5% artrópodos no insectos y los últimos 5% los tubérculos; esto es considerando la estación del año, debido a que en escases de alimento podría consistir solo en tubérculos y algunos insectos o en su defecto cuando es temporada de reproducción aumentan el consumo de proteínas (insectos, moluscos y gusanos de tierra).

Cuadro 2. Flora silvestre registradas como parte de la dieta alimenticia de *M. ocellata*. Caracterización fenológica y estructuras consumidas durante las diferentes condiciones estacionales del año. Fruto (+), flor (*), semilla (/).

Mes	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Manilkara zapota</i>		+	+	+		*	*	*	*	*	*	*
<i>Brosimum alicastrum</i>							*	*	+	+		
<i>Diospyros cuneata</i>	+	+	+	*	*	*	*	*	*	+	+	+
<i>Cordia dodecandra</i>		*	*	*+	*+	*+	*+	+				
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		*	*+	*+	*+	+						
<i>Momordica charantia</i>	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+
<i>Maclura tinctoria</i>					*	*	*+	*+	*+	+		
<i>Bursera simaruba</i>				*	*+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	*	*+	*+	*+	+					*	*	*
<i>Psidium sartorianum</i>	*	*	*	*	*	*+	+	+	+	+	+	+
<i>Eugenia capuli</i>		*+	*+	*+				*+	*+	*+	*+	
<i>Vitex gaumeri</i>						*	*+	+	+	+	+	+
<i>Chamaedorea seifrizii</i>		*	*	*+	*+	*+	*+	+	+	+	+	
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>			*	*	*+	*+	*+	*+	*+	*+		
<i>Sida acuta</i>	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+
<i>Melothria pendula</i>	*+				*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+
<i>Portulaca oleracea</i>		*	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+	*+		
<i>Cynodon dactylo</i>					*+	*+	*+	*+	*+			
<i>Bromelia karatas</i>							*+/	+/	+/			

Cuadro 3. Especies cultivadas en milpas registradas como parte de la dieta alimenticia de *M. ocellata*. Simbología: parte consumida (PC), flor (*), fruto (+), semilla (s), ápice hoja (a,) raíz (r).

Nombre científico	Nombre común	PC
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	a, s
<i>Phaseolus lunatus</i>	Ib	a, s
<i>Carica papaya</i>	Papaya	+
<i>Musa acumunata</i>	Plátano	+
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	+
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	+
<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza	*+s
<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	*
<i>Zea mays</i>	Maíz	s
<i>Lagenaria siceraria</i>	Calabazo	*+ s
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	+
<i>Ipomea batatas</i>	Camote	r
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	r
<i>Xantosoma yucatanense</i>	Macal	r

Conclusión

Los agroecosistemas como las milpas tradicionales y los huertos en las comunidades rurales como fuente de recursos alimenticios para el pavo ocelado ante la pérdida de la vegetación primaria.

Los agroecosistemas juegan un papel muy importante para la fauna silvestre y pueden ser utilizados como estrategia para la conservación de especies en peligro como el pavo ocelado, en la búsqueda de un aprovechamiento sostenible

Referencias

- American ornithologists unión (AOU). 2007. *Meleagris ocellata* (pavo ocelado) residencia permanente. Distribución potencial.
- Bird Life International. 2004. *Meleagris ocellata*. In: IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Fecha de consulta: Febrero de 2008.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L. 2001. Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, London.
- Ceballos G, Márquez L. (coord.). 2000. Las aves de México en peligro de extinción. Instituto de Ecología, UNAM, CONABIO y FCE. México.
- González MJ, Quigley HB, Taylor CI. 1998. Habitat use and reproductive ecology of the Ocellated Turkey in Tikal National Park, Guatemala. *Wilson Bull.* 110(4): 505-510.
- IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland. <http://www.iucnredlist.org/>.
- Peláez A, Rodríguez J, Ramírez S, Pérez L. 2008. La Entrevista. Universidad Autónoma de México.
- Lint KC. 1977-1978. Ocellated Turkeys. *World Pheasant Assoc. J.* 3:14.21.

Sugihara G, Heston K. 1981. Field notes on winter flocks of the ocellated turkey (*Agriocharis ocellata*). The Auk 98:396-398.

Situación Actual de una Plantación Combinada de Especies Tropicales en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología el “Tormento” México

G. Hernández García*, A. Maya Martínez

Resumen. Se describe el comportamiento de la situación actual de una plantación combinada de 28 especies 19 de la plantación original más nueve que se dejaron de vegetación natural, establecidas en 1963. En una superficie de 1.6 ha. El objetivo fue evaluar comportamiento y respuesta de una plantación combinada de 28 especies tropicales a los 54 años de edad. Los resultados expresan, que Amapola, Framboyán, Chaca Colorado, Machiche, Melina, Pich, Tzalam, y Ya'axnik responden al asocio con alturas por arriba de los 15 m y diámetros entre 31.75 y 63.16 cm. Otras como teca y melina presentaron muerte descendente es decir los individuos fueron muriendo paulatinamente hasta quedar un número muy reducido, Eucalipto no responde a las condiciones edáficas y climáticas de esta región.

Palabras clave: plantación, combinada, situación

Introducción

En México, para el año 2009, se plantaron 134,640 hectáreas comerciales verificadas de un total de 536,000 subsidios, de las cuales Campeche cuenta con 83,999 has, Chiapas 50,739 has, Tabasco 51,933 has y Veracruz 80,552 has (CONAFOR, 2009; SEMARNAT, 2009); las especies plantadas de mayor importancia fueron Caoba (*Swietenia macrophylla* King), Cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), Melina (*Gmelina arborea* Roxb) y Teca (*Tectona grandis* L.).

Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Campo Experimental Edzná, Km.15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum.Cp. 24520.Mpio. Campeche, Campeche.A.P.341. Tel.018000882222 ext.88329.

*Autor para correspondencia: hernandez.gonzalo@inifap.gob.mx

En el caso de Campeche, el 80% de su superficie está considerado de alto potencial forestal, sin embargo, cuenta con un bajo establecimiento de plantaciones y un manejo inadecuado. Asimismo son escasos los trabajos, que hacen referencia a plantaciones asociadas o mixtas en ambiente tropical por lo tanto me parece importante dar a conocer estos conocimientos que son de gran relevancia para poder definir estrategias de plantaciones en monocultivo o mixtas en áreas tropicales. Por lo que el objetivo evaluar comportamiento y respuesta de una plantación combinada de 19 especies tropicales a los 54 años de edad establecida en el Centro de investigación y transferencia de tecnología el “El Tormento” en Escárcega, Campeche México.

Materiales y métodos

Localidades del estudio

Para este estudio se considero una plantación mixta establecida en el año 1963 en una superficie de 1.6 ha utilizando 19 especies de la plantación original mas nueve que dejaron de vegetación natural en dos tipos de suelo Rendzina a Ya'ax-xhon (FAO-UNESCO Vertisol crómico). En el campo experimental forestal el Tormento hoy el Centro de Investigación y Transferencia de tecnología “El Tormento” Este se localiza 292 km. de la carretera Escárcega Villahermosa a ocho kilómetros al oeste la ciudad de Escárcega. La localización geográfica se ubica a los 18 38 25 de latitud norte y 90 43 55 de longitud oeste.

Establecimiento de la plantación

Para su establecimiento se derribó la vegetación bajo el sistema rosa, tumba y quema, la planta se produjo en el vivero del mismo campo, de las siguientes especies: Amapola, Caoba, Cedro, Chaca colorado, colorado Eucaliptus, Framboyan, Jabin, Jobillo, Jobo, Machiche, Maculis, Melina, Teca, Pa'sak, Tzalam, Pich, Pimienta, Siricote y Yax'axnik. El sistema replantación fue el tradicional en poceta con plantas con cepellón, establecidas en una distancia de 3x3 m entre planta y línea, estableciendo líneas puras de una sola especie o dos especies en la misma línea, Durante los primeros 30 años se le dio mantenimiento durante este se dejaron nueve especies de regeneración natural de importancia comercial. Chicozapote, Chechen negro, Laurelillo, Popistle blanco, Popistle negro, Pucte, Siricote, Subin y Visnik. 20 especies más se incorporaron durante el abandono de diez años, las cuales no se tomaron en cuenta en esta evaluación debido al número tan pequeño de individuos que la representa y diferencia de edad. En el año 2016 Por interés de la CONAFOR y INIFAP se volvió a retomar y nuevamente se limpio y se levanto la información taxonómica y dasométrica la cual se presenta en este documento.

Evaluación

La información se obtuvo a través de un censo o registro a todos los árboles en toda la superficie. Se levantaron datos taxonómicos y dasométricos utilizando un formato el cual contiene el nombre común de la especie, nombre científico, familia, género y especie, altura total, altura, altura de fuste limpio, diámetro y datos complementarios como árboles dañados y muertos. La información de campo se integró a la computadora una base de datos en Excel, al cual se analizó, Obteniendo la información taxonómica a nivel de familia, género y especie, El crecimiento de los árboles se obtuvo un promedio de altura total, altura fustal y diámetro. Lo más interesante es distinguir el comportamiento de las diferentes especies este tipo de plantaciones y ver la respuesta a la interacción y competencia entre especies para poder definir grupos de especie compatibles que se pueden combinar y responden a estas condiciones de suelo y clima.

Resultados y discusión

Los datos taxonómicos arrojaron que actualmente la plantación está representada por 25 familias, agrupada por 50 géneros y 48 especies. Sin embargo, como se mencionó en este trabajo únicamente se tomaron en cuenta 19 especies de la plantación original más nueve especies de las que se incorporan durante la limpieza, que son las que representan la misma edad de la plantación original. Como se muestra en el cuadro No 1.

Cuadro 1. Ordenamiento taxonómico de 28 especies

No .	Nombre común	Familia	Genero	Especie
1	Amapola	Bombacaceae	Pseudobombax	ellipticoideum A. Robyns
2	Caoba	Meliaceae	Swietenia	macrophylla King
3	Cedro	Meliaceae	Cedrela	Odorata L
4	Chaca Colorado	Burseraceae	Bursera	simaruba (L.) Sarg.
5	Eucalipto	Myrtaceae	Eucalyptus	sp.
6	Framboyán	Fabaceae	Delonix	regia (Hook.) Raf.
7	Jabín	Fabaceae	Piscidia	piscipula (L.) Sarg.
8	Jobillo	Anacardiaceae	Astronium	graveolens Jacq.
9	Jobo	Anacardiaceae	Spondias	mombin L
10	Machiche	Fabaceae	Lonchocarpus	castilloi Standl.
11	Maculís	Bignoniaceae	Tabebuia	rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.
12	Melina	Lamiaceae	Gmelina	arborea Roxb.
13	Papelillo	Rubiaceae	Alseis	yucatanensis Standl.

		Simaroubaceae		
14	Pa'sak	e	Simarouba	amara Aubl.
15	Pich	Fabaceae	Enterolobium	cyclocarpum (Jacq.) Griseb.
16	Pimienta	Myrtaceae	Pimenta	dioica (L.) Merr.
17	Teca	Lamiaceae	Tectona	grandis L.f.
18	Tzalam	Fabaceae	Lysiloma	latisiliquum (L.) Benth.
19	Ya'axnik	Lamiaceae	Vitex	gaumeri Greenm.
20	Chechen negro	Anacardiaceae	Metopium	brownei (Jacq.) Urb.
21	Laurelillo	Lauraceae	Nectandra	salicifolia (Kunth) Nees
22	Chicozapote	Sapotaceae	Manilkara	zapota (L.)p.Royen
23	Popistle blanco	Rubiaceae	Blepharidium	guatemalense Standl.
24	Popistle negro	Rubiaceae	Guettarda	combsii Urb.
25	Pucte	Combretaceae	Bucida	buceras L.
26	Siricote	Boraginaceae	Cordia	dodecandra A.DC.
		Fabaceae	Mariosousa	Dolichostachya (S.F. Blake) Seigler & Ebinger
27	Subin			
		Simaroubaceae	Alvaradoa	amorphoides Liebm.
28	Visnik	e		

De las 28 especies evaluadas 15 responden bien al asociarse con alturas promedio por arriba de los 15 metros, sobresalen Framboyán, Jabín, Machiche, Pich, Tzalam y Ya'axnik (Figura 1).

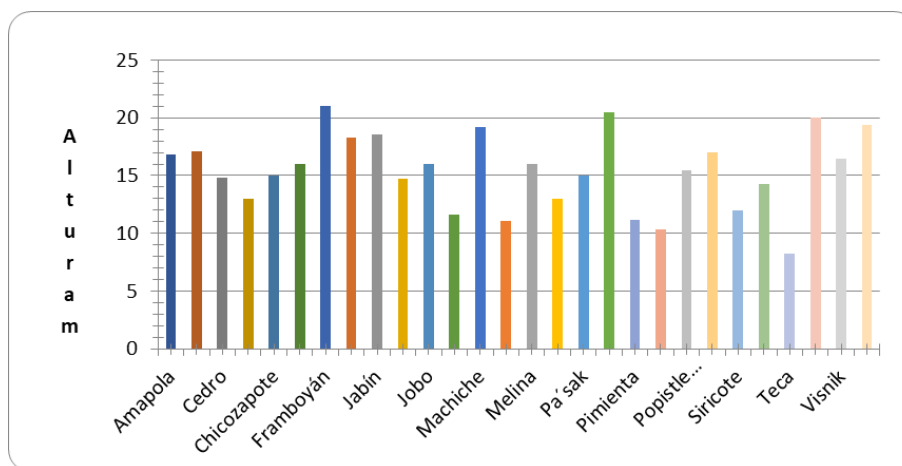


Figura 1. Altura de 28 especies en plantación mixta a la edad de 54 años

En cuanto a la altura de fuste limpio de las 28 especies es muy variado y va desde los 2 m hasta los 12 m y 18 especies superan los 6 metros (Figura 2).

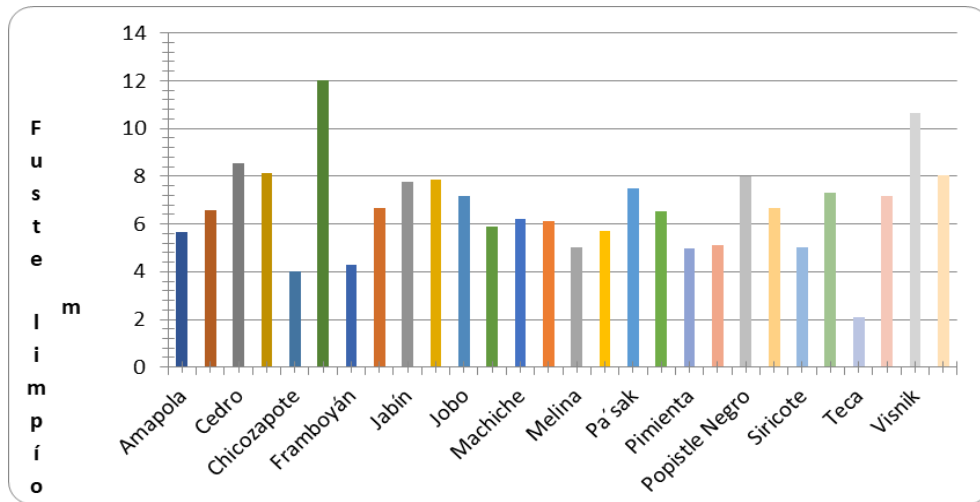


Figura 2. Altura de fuste limpio de 28 especies a los 54 años en una plantación mixta

En la figura 3 presenta el estado actual en crecimiento en diámetro donde 8 especies adquieren un diámetro por arriba de los 30 cm.

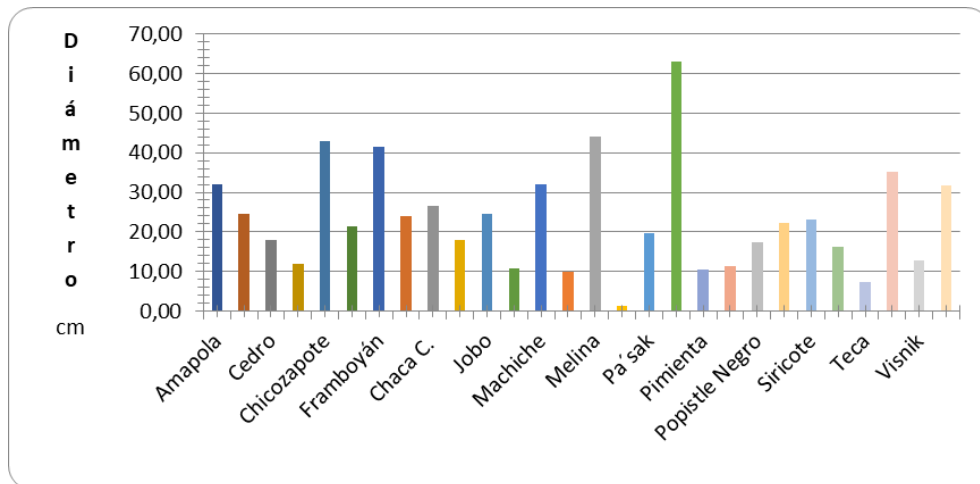


Figura 3. Diámetro en un plantacion mixta de 28 especies a los 54 años

Conclusiones

Es posible establecer plantaciones combinadas con especies corrientes tropicales ya que ocho especies de importancia comercial responde bien en estas condiciones de clima y suelo y son compatibles en espacio y sombra, melina y teca fueron las especies con el más alto porcentaje de mortandad, así mismo 15 especies sobre pasaron los 15 m de altura algunas de gran valor comercial como Cedro, Framboyan, Jabín, Chaca colorado, Machiche, Pich, Tzalam y Ya'axnik. 18 sobrepasaron los 6 m de fuste limpio y 8 diámetros por arriba de los 30 cm.

Observaciones hechas en plantaciones homogéneas de melina y teca en el centro de investigación y transferencia de tecnología “El Tormento” donde la vegetación natural ya se encuentra en altura a la par con la plantación original compitiendo por espacio y luz estas dos especies no soportan la competencia ni tampoco son tolerantes a la sombra por esta situación los arboles van muriendo paulatinamente. Lo mismo ocurrió en esta plantación con teca y melina. Eucalipto no responde a las condiciones edáficas y climáticas de esta región.

En forma general se reportan índices de crecimiento en diámetro para corrientes tropicales de 0.7 cm por año y para preciosas 0.5 por año, algunas citas reportan para caoba y cedro 0.66 cm por año estas especies en asocio no ha al casado este índice de crecimiento ya que caoba alcanzo un diámetro promedio de 24.47 cm y cedro de 17.9 cm. a los 54 años de edad. Algunos otros reportes para Tzalam 0.511 por lo tanto Tzalam en estas condiciones rebasa este índice ya que adquiere un diámetro promedio de 35.12 cm. La Amapola, Chicozapote, Framboyán, Machiche, Pich y Ya'axnik considerando un índice de crecimiento en diámetro de 0.7 por lo que se estas especies se pueden considerar como aceptables, para establecer este tipo de plantaciones.

Referencias

- CONAFOR-FAO. 2009. Competitividad del Sector Forestal de México. Tendencias y Perspectivas. Segunda Revisión del Programa Estratégico Forestal para México 2025 y del Programa Nacional Forestal 2001-2006. Elaborado por Arturo Puente González, Coordinador del Proyecto UTF/MEX/072/MEX. México.
- Corona M JM, Benavides S JD, Rueda S A, Gallegos R A. 2005. Comparación de crecimiento de cuatro especies forestales tropicales en una plantación experimental en Santiago Ixcuintla, Nayarit. In Memoria del VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales, del 26 al 28 de octubre. CONAFOR, SEMARNAT, INIFAP, FIRA. Chihuahua, Chihuahua, México. 11 p.
- Forte CR. 2005. Evaluación dasométrica de cuatro especies tropicales en una plantación experimental en Tecmán, Colima, México. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 81 p.

- Galán LR H, De los Santos P M, Valdez H JI. 2008. Crecimiento y Rendimiento de *Cedrela odorata* L. y *Tabebuia donnell-Smithii* Rose en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Rev. Madera y bosques. 14(2):65-82.
- Gómez TJ. 1989. Comparación del crecimiento de ocho especies forestales tropicales, en Escárcega, Campeche, México. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5. China, Campeche, México. 64 p.
- Hernández ME, López A JL, Sánchez M V. 2011. Crecimiento en diámetro y altura de una plantación mixta de especies tropicales en Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 2(7):27-42.
- Torres TJL, Tamarit UJL. 2007 Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisliquum* (L.) Benth. En bosques secundario en Escárcega, Campeche, México. Revista Chapingo, Ciencia Forestal y del ambiente, 11(2): 117-123.
- Negreros-Castillo P, Martínez Salazar I. 2011. Crecimiento y regeneración avanzada de *Lysiloma latisliquum* (L.) Benth en una selva de Quintana Roo. Revista mexicana de ciencias forestales 2(5): 15-27.

Rescate de Flora Medicinal en la Comunidad de Saczuquil, Quintana Roo

R.C. Keyla¹, G.N. Wicab-Cámara*², L.E.S. Serralta-Peralta¹, H. G. José¹

Resumen. Los médicos tradicionales desempeñan un papel relevante en las comunidades, son considerados los sabios locales que aportan sabiduría ancestral, técnicas y procedimientos para tratar diversas enfermedades o padecimientos. El objetivo fue conocer las estrategias y metodologías de enseñanza del médico tradicional sobre el uso y manejo de las plantas medicinales para prevenir y curar diversas enfermedades en especial de la comunidad de Saczuquil, Quintana Roo. El estudio es del tipo cualitativo, descriptivo, de observación participante, con entrevistas a profundidad, se aplicaron cinco talleres sobre el uso y manejo de las plantas medicinales a 30 personas de la comunidad, se siguió la metodología propuesta por Pérez Villareal (2009), con el modelo de enseñanza para curación con Sanpedro. Se utilizó la técnica del proceso etnográfico. Se visitó al médico tradicional en su casa o terreno invitándolo a participar como facilitador en los talleres. Se utilizó el método de inventario para registrar las plantas medicinales. Se documentó la forma de enseñanza aplicada por el médico tradicional, se fotografió. El método de enseñanza- aprendizaje fue demostrativo, práctico y de transmisión. El 94% de los participantes en los talleres son mujeres. El padecimiento más común en la comunidad son las enfermedades estomacales. La investigación es una aportación para revalorar del uso y manejo de las plantas medicinales.

Palabras clave: tradición oral, medico tradicional, aprendizaje, comunidad, saczuquil, Quintana Roo.

Introducción

La medicina tradicional se ha practicado desde tiempos ancestrales, en las comunidades los X-menes, parteros, hueseros, herbolarios, yerbateros son quienes emplean diversas estrategias y métodos para curar números padecimientos de índole caliente y fría (Aguilar, 1990, Serralta y Castro, 1994, Flores *et al.*, 2012).

¹Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Carretera Muna- Felipe Carrillo Puerto Km. 137, S/N Presumida, Municipio de José María Morelos, Quintana Roo, C.P. 77870.

²Instituto Tecnológico Superior de Champotón, Carretera Champotón- Isla Aguada Kilometro 2 Colonia el Arenal C. p. 24400, Champotón, Campeche.

*Autor para correspondencia: gwicab@itescham.edu.mx

Por su parte las estrategias de aprendizaje son una serie de operaciones cognitivas que el estudiante lleva a cabo para organizar, integrar, elaborar información y entender los procesos o secuencias de actividades que prácticamente sirven para facilitar la realización de tareas intelectuales, así como la construcción, permanencia, transferencia y adquisición de la información o conocimientos (Pozo, 1990, García *et al.*, 1992, González *et al.*, 1994, Martínez y Zea, 2004). Esta transferencia de conocimiento es la que resulta particularmente interesante documentar a través de un proceso llamado etnoeducación. Según Artunduaga (1997), la etnoeducación constituye un proceso, a través del cual los miembros de un pueblo internalizan y construyen conocimientos y valores, y desarrollan habilidades y destrezas de acuerdo con sus características, necesidades, aspiraciones e intereses culturales que les permite desempeñarse adecuadamente en su medio y proyectarse con identidad hacia otros grupos humanos. Los médicos tradicionales de la región centro del estado de Quintana Roo, siguen aportando su sabiduría ancestral en la medicina tradicional (Serralta *et al.*, 1991; Pulido y Serralta 1993; Mariaca y Arias, 2010). Manifestando su amor holístico hacia la naturaleza, utilizando remedios naturales basados: en raíces, corteza, hojas, flores, frutos y semillas, contribuyendo a mejorar la salud individual o colectiva de la(s) persona(s). Concibiendo a la salud como un proceso de armonía interna y de expresión de vitalidad del individuo. Por tal razón es relevante conocer las técnicas, estrategias y metodologías de enseñanza del médico tradicional, para la prevención y curación de diversas enfermedades en las comunidades.

Materiales y métodos

La comunidad de Saczuquil, se localiza al Noroeste de la cabecera de José María Morelos del Estado de Quintana Roo. Cuenta con 418 habitantes. Colinda con los ejidos de Topxila y Corral, Candelaria y Tigre Grande. Entre las coordenadas su longitud oscila entre longitud (dec): -88.978056 y latitud (dec): 19.785000 (Figura 1).

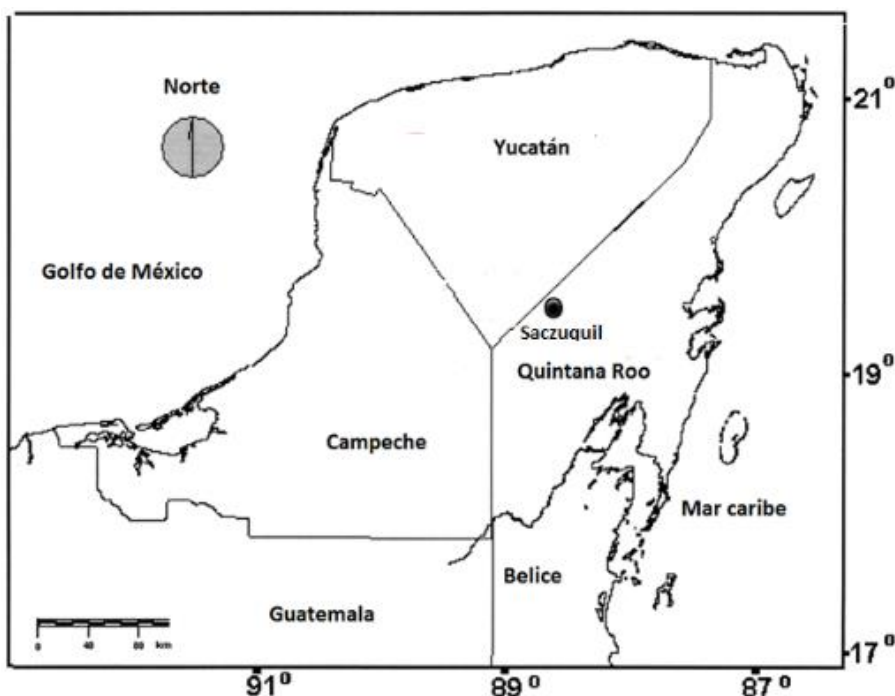


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Saczuquil, Quintana Roo.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas de 25°C y máxima 28°C. La precipitación media anual varía entre los 1,100 a 1,200 mm. Se elaboró un diagnóstico comunitario, que contiene los apartados de ubicación, historia, características sociales, políticas, economía, recursos naturales (flora y fauna). En la comunidad visitada se generó el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). Se identificó a informantes claves de la comunidad, para llevar a cabo el análisis del proceso enseñanza-aprendizaje sobre el rescate del uso y manejo de las plantas medicinales, se contactó a los médicos tradicionales, se pidió permiso al delegado y al comisario ejidal para implementar el trabajo en la comunidad, se elaboraron invitaciones para que la comunidad participe. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas al azar a una muestra de 40 personas de 20 años. Se utilizó la técnica del proceso etnográfico, que incluye la observación participante. Se realizó entrevistas a los médicos tradicionales Doña Fortunata Carrillo Tzab, y al médico tradicional Don Eloy Tox Flores al final este último colaboró en la impartición de los talleres enfocados sobre el conocimiento del uso y manejo de la flora medicinal, se documentó el modo de transmitir los conocimientos para tratar las enfermedades como: la diabetes, problemas en la piel, la caspa roja, problemas de frío y calor. Se utilizó el método de inventario para registrar las plantas mencionadas por el médico tradicional Don Eloy Tox Flores, los talleres tuvieron una duración de una hora y se realizaron en la casa

ejidal. Se tomó fotografías, se empleó el software ATLAS ti versión 7, para abordar las técnicas de análisis cualitativo. Se identificaron las plantas medicinales con ayuda del médico tradicional, a través de herbarios en línea de diversas instituciones educativas y centros de investigación, se recibió el apoyo de los investigadores de la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo y externos.

Resultados y discusión

En la comunidad de Saczuquil, Quintana Roo, el 98% de las personas entrevistadas fueron mujeres con un rango de edad de 20 a 70 años, el 2% corresponde a hombres. El 92% de las participantes usan plantas medicinales para tratar algún padecimiento por tal razón (Cuadro 1), el taller ofrecido por el médico tradicional es de suma relevancia en la comunidad. La enfermedad más frecuente corresponde al dolor de estómago como: vómito, diarrea y cólicos. El conocimiento que presenta el médico tradicional Don Eloy Tox Flores de 72 años de edad, es producto de la enseñanza de su abuela. El médico tradicional empleo el método de organización, planificación y demostrativo para impartir sus talleres. En la organización el médico tradicional expuso el tema, selecciono con anticipación los recursos como: marcadores, las plantas curativas, el lugar y elaboro una serie de preguntas para aplicar al final a los participantes. En la planificación indico el objetivo del taller programado, la forma de enseñanza-aprendizaje, el uso y manejo de las plantas medicinales. Según Aramayo (2007) la planificación es empleada en el lenguaje rutinario cuando alguien se quiere referir a la definición previa de las actividades a realizar para el logro de un objetivo. El médico tradicional empleo un lenguaje sencillo, siempre fue un facilitador del aprendizaje. Esto hace referencia a Anijovich y Mora (2010) quien menciona que las estrategias de enseñanza aplicadas por el docente deben ser de manera diversa, que le ayuden atender diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos. Las estrategias de enseñanza aprendizaje tienen como objetivo la promoción del aprendizaje significativo. El médico tradicional Don Eloy Tox Flores aplico el método demostrativo enlazado con el método de transmisión, esto concuerda con Vargas (2009) quien indica que el método de enseñanza es el medio que utiliza la didáctica para la orientación del proceso enseñanza-aprendizaje. La característica principal del método de enseñanza consiste en que va dirigida a un objetivo, e incluye las operaciones y acciones dirigidas al logro de este, como son la planificación y sistematización. Analizando cada una de los métodos utilizado por el médico tradicional podemos observar que él utilizó el método de transmisión ya que aporó la transmisión de conocimiento en la enseñanza sobre el uso y manejo de plantas medicinales para el mejoramiento de la salud de las personas. En cada uno de los talleres se observó que el médico tradicional enseña de manera demostrativa, ya que él se encargaba de buscar

las plantas medicinales y llevarlas en la casa ejidal y presentarlas a las personas explicando que enfermedad cura, como se prepara, como se consume e incluso implemento la parte práctica educativa llevando a los participantes a ser pragmáticos. Según Fernández (2009) el método demostrativo se transmite en función a la práctica, por la que el docente pretende enseñar al alumno por medio de la demostración. En la evaluación practica se observó que seleccionaba las plantas y los participantes identificaban el nombre de la planta, que parte se utiliza, que cura, como se prepara y que cantidad debe de consumirse, al final les mencionaba su calificación y si algo no estaba claro explicaba de nuevo la utilidad de la planta. Según Mosston y Ashworth (1993) menciona que el método práctico de enseñanza es aplicado por el profesor con el fin de facilitar el aprendizaje significativo de los alumnos mediante procedimientos que ayuden al alumno. Con respecto al análisis del proceso de enseñanza- aprendizaje el médico tradicional aplico el método pragmático.

Cuadro1. Plantas medicinales y enfermedades para tratar los padecimientos en la Comunidad de Saczuquil, Quintana Roo.

Nombre Común	Nombre Científico	Enfermedades a tratar
Chaya	<i>Cnidoscolus chayamans</i>	Colesterol, Heridas Riñones y Triglicéridos.
Chaya de Monte	<i>Cnidoscolus Souzai</i>	Diabetes, Riñón y Piedras.
Hierbabuena	<i>Mentha viridis</i> (L.) L	Colon, Diarrea, Dolor de estómago, Vomito, Tumores superficiales y lombrices.
Maguey Rosado	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Sangrado de la piel.
Menta	<i>Mentha spicata</i> L.	Diarrea de niños, Pasma estomacal.
Poleo	<i>Mentha pulegium</i> L.	Cólicos menstruales, Diarrea, Hipo, Pasma y Estimula el parto.
Tabaco	<i>Nicotiana Tabacum</i> L.	Comezón de la piel, Llagas, Mordida de víbora y Reuma.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Conclusión

El médico tradicional aplica estrategias de enseñanza y métodos que pueden ser utilizados para facilitar el aprendizaje significativo de las personas. El médico tradicional emplea los métodos demostrativos, práctico y por último el de transmisión. Se identificó 16 especies de plantas medicinales y 20 enfermedades a tratar. Se logró documentar todo el proceso aplicado por el médico tradicional durante su enseñanza. El conocimiento de las plantas medicinales es un recurso que necesita ser respetado y conservado como un método para solventar los problemas de salud.

Referencias

- Aguilar L. 1990. Estudio farmacognóstico preliminar de algunas plantas de Yucatán con uso en Medicina tradicional den el tratamiento de trastornos ginecológicos. Tesis de Químico Farmacéutico Biólogo. Facultad de Química. UADY. Mérida, Yucatán, México. 83 pp.
- Anijovich R, Mora S. 2010. Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula. Nueva carrera Docente. Buenos Aires. P. 128.
- Aramayo O. 2007 Manual de Planificación Estratégica. Instituto de la Comunicación
- Artuanga LA. 1997. La etnoeducación: una dimensión de trabajo para la educación en comunidades indígenas de Colombia. En: Revista Iberoamericana de educación. No 13. Educación bilingüe. Biblioteca virtual. http://www.campus-oei.org/revista/frame_anteriores.htm
- Fernández V. 2009. Métodos de formación. Revista innovación y experiencias educativas. Vol. 2.Nº 45.Pp 70-78.
- Flores Guido JS, Wicab-Cámara GN, Ocampo-Segura XE, González-Lugo SA. 2012. Flora maya y recetas médicas en los huertos de la comunidad de Tahdziú, Yucatán, México. En J. S. Flores. (ed.) Huertos familiares de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, México. p 175-203.
- García R, Clemente A, Pérez E. 1992. Evolución y desarrollo de las estrategias de aprendizaje en Psicología de la Educación. Un estudio a través del "Psychological Literature" (1984-1992). Revista de Historia de la Psicología, Vol. 13, Pp: 1-17.
- González Cabanach R, Valle A, Vázquez Grobas A. 1994. Las estrategias de aprendizaje. En R. González Cabanach, Psicología de la instrucción. El profesor y el estudiante. La Coruña: Universidad
- Herrera J. 1969. Métodos de enseñanza – aprendizaje. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Rafael María de Mendive”, Cuba. Disponible en: <http://casanchi.com/did/metoea01.pdf>. Recuperado: el 18/06/2016.
- Mariaca R, González A, Arias L. 2010. El huerto maya yucateco en el siglo XVI. ECOSUR. México. 180 pp.
- Martínez E, Zea E. 2004. Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. Revista ciencias de la educación, Vol. 2, Nº 24, Pp. 69-90. Disponible en <http://www.servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/a4n24/4-24-4.pdf>
- Mosston M, Ashworth S. 1993. La enseñanza de la educación Física. La reforma de estilos de enseñanza. Barcelona: Hispano Europea.
- Pozo JI. 2010. Estrategias de aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Compils.), Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la Educación. Madrid: Alianza.
- Pulido T, Serralta L, 1993. Lista anotada de las plantas medicinales de uso actual en el estado de Quintana Roo. Ed. CIQRO. México. 106 pp.
- Serralta L y Castro A. 1994. Las plantas medicinales: un recurso terapéutico de la medicina tradicional en Quintana Roo. Caribe Revista Salud Quintana Roo. 4 (3): 16-18, Pp: 77-83.
- Serralta L, Cabrera E, Gómez-Varela C, Torres S, Sánchez O. 1991. Anotaciones sobre la flora útil del sureste de Quintana Roo. Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo. Ed. CIQROO. México, 21-30.
- Vargas MA. 2009. Métodos de Enseñanza. Revista Digital Innovación y Experiencias educativas. http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_15/ANGELA_VAR GAS_2.pdf 25/06/2013

Villareal AM. 2009. Sistema médico tradicional con San Pedro y la enseñanza a curanderos del maestro marco Mosquera huatay. cult. drog. 14 (16): 89 - 102. Recuperado de http://200.21.104.25/culturaydroga/downloads/Culturaydroga14%2816%29_5.pdf

Detección de Hongos en Maíces Destinados al Consumo Humano

L.J. Arellano-Galicia¹, J.M. Zaldívar-Cruz¹, N. del Rivero-Bautista¹, E. Hernández-Nataren¹, J.J. Zúñiga-Aguilar²

Resumen. El maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica, social y cultural. El grano es almacenado en diversas condiciones inadecuadas que favorecen la proliferación de hongos. En el presente trabajo se caracterizaron las poblaciones de hongos que colonizan los granos de maíz comercializado en diferentes locales del municipio de Cárdenas, Tabasco. Se recolectaron muestras de maíz de 8 establecimientos que comercializan diversos granos y se obtuvieron 81 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de hongos después de un periodo de incubación de 72 a 120 horas. Se realizó una caracterización morfológica macro y microscópica la cual permitió identificar 1 especie de *Cunninghamella* y 3 especies de *Aspergillus*, el cual es un género asociado a la producción de micotoxinas.

Palabras clave: *Aspergillus*, morfología, caracterización, granos almacenados.

Introducción

En México el maíz es el cultivo más representativo por su importancia económica, social y cultural (SAGARPA, 2017). Cada mexicano cuenta para su consumo con poco más de 0.5 kg día⁻¹, considerando diferentes presentaciones como son harinas, tortillas y botanas, entre otras (INEGI, 2014). La producción de maíz grano se divide en blanco (87%) y amarillo (24%), destinados al consumo humano y a la industria para la producción pecuaria, respectivamente (SAGARPA, 2017).

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N Carr. Cárdenas-Huimanguillo Km. 35. H. Cárdenas, Tabasco, México.

²Instituto Tecnológico Superior de los Ríos. KM. Villahermosa, C.P., Carr. A Balancán 3, El Carmen, 86930 Balancán, Tabasco..

*Autor para correspondencia: zaldivar@colpos.mx

El volumen y la calidad de producción de maíz en nuestro país es limitado principalmente por 3 factores: extrínsecos (temperaturas, tipo de suelo y humedad relativa); factores intrínsecos (composición química y propiedades físicas de los granos); factores tecnológicos (Contenedores, el tiempo y las condiciones de almacenamiento). Durante el almacenamiento los granos, frecuentemente sufren cambios (aspectos nutricionales y físicos) debido a la interacción de varios factores (Olakojo y Akinlosotu, 2004; Neethirajan *et al.*, 2007; Castellari *et al.*, 2015; Ramos y Meza, 2017). Entre ellos, el fenómeno de la respiración, causada por el propio grano, dando origen a actividades metabólicas de los microorganismos presentes, produciendo energía y agua, que tienden a acumularse en el contenedor, formando focos de calentamiento que son los primeros indicios de un proceso de deterioro del producto almacenado (Alabandan y Oyewo, 2005). La SAGARPA reporta una pérdida aproximada del 4% en la producción de maíz e importaciones (SIAP, 2010). Contar con un almacén en condiciones óptimas evitará daños en los granos, lo que permite reducir la pérdida económica (Laopongsit y Srzednicki, 2010). Cuando las condiciones ambientales y de almacén son favorables para la invasión de plagas y enfermedades, principalmente por hongos, los granos se convierten en un peligro potencial para los animales y seres humanos que lo consumen, debido a que estos producen micotoxinas que ocasiona efectos adversos a la salud (Mngadi *et al.*, 2008; Moreno y González, 2011; Jędryczka, 2014). Blancas (2007) clasifica a los hongos de acorde al momento en el que estos invaden los granos de maíz y los divide en hongos de campo y de almacenamiento:

- Campo: viven en la tierra e invaden plantas en crecimiento, pueden vivir en raíces, tallos, hojas y semillas; en algunos casos causan enfermedades a las plantas. hongos: *Fusarium*, *Cladosporium* y *Alternaria*.
- Almacenamiento crecen en condiciones más secas de las que pueden soportar los hongos de campo, como ejemplos son los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. *Aspergillus* por su condición de contaminante y patógeno de las semillas (Lezcano, Martínez y Alonso, 2015).

No obstante, esta clasificación no es estricta, ya que hongos considerados de almacenamiento pueden contaminar la planta antes de la cosecha y viceversa (Blancas, 2007). Los hongos son microorganismos eucarióticos y heterótrofos caracterizados por la formación de hifas, que son estructuras filamentosas y su conjunto se denomina micelio, muchos hongos tiene un ciclo de vida característico con diferentes formas de reproducción que pueden presentarse como organismos separados con diferente morfología (pleomorfismo). Las formas de reproducción sexual se conocen como teleomorfos y las asexuales como anamorfos. El organismo en conjunto se conoce

como holomorfo. La clasificación de los hongos se ha basado tradicionalmente en la morfología de sus estructuras fértiles (Guarro, 2012), constituyen un grupo de organismos diversos, que incluye mohos, setas y levaduras. Se han descrito aproximadamente 100 000 especies de hongos y se estima que podrían existir hasta 1.5 millones de especies (Madigan *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio fue caracterizar las poblaciones de hongos, que colonizan los granos de maíz comercializado en diferentes locales del municipio de Cárdenas, Tabasco a través de identificación macro y microscópica.

Materiales y métodos

Muestreo

El estudio se realizó en el municipio de Cárdenas, Tabasco, se visitaron los 8 establecimientos que venden diversos granos, y se compró 1 kg de maíz en cada uno de ellos. Las muestras fueron etiquetadas con la fecha y el sitio muestreado (establecimiento) y se trasladaron al Laboratorio de Alimentos del Colegio de Postgraduados. Para cumplir con el objetivo de la presente investigación se realizó el siguiente trabajo experimental.

Desinfección de los granos

Se tomó una submuestra de 100 g de cada muestra y se desinfectó con alcohol etílico mediante una inmersión de 2 minutos y posteriormente se llevaron a cabo dos lavados con agua estéril durante, luego se hizo una inmersión en hipoclorito de sodio al 1% durante 2 minutos y se lavó dos veces con agua destilada.

Preparación del medio

La preparación del medio de cultivo se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante. El medio empleado fue Agar Dextrosa Sabouraud (BD Difco™) el cual se esterilizó a 121°C durante 15 minutos. Posteriormente se distribuyó en cajas de Petri, refrigerándolas hasta su utilización.

Inoculación de los granos

Se inocularon las cajas con 10 granos de maíz (Figura 1), tomados de las submuestras desinfectadas y por triplicado, las cajas se sellaron con cinta parafilm y se incubaron a 36°C por un periodo de 72 a 120 horas, con observaciones diarias a partir de las 48 horas.



Figura 1. Granos de maíz inoculados en caja Petri con Agar Sabourau

Conteo en placa

Posteriormente se realizó el conteo en placa de acuerdo a la NOM-111- SSA1-1994 (Tabla 1). Las cepas se aislaron en agar Dextrosa Sabouraud y se incubaron por un periodo de 72 a 120 horas para posteriormente realizar la técnica de microcultivo acorde a lo descrito por Bonifaz (2012).

Identificación morfológica macroscópica

Se observaron las características macroscópicas para la identificación de las especies fúngicas aisladas, los aspectos tomados en cuenta fueron: el color de la colonia en el anverso y el reverso, la textura y forma del micelio.

Identificación microscópica

Mediante la técnica de microcultivo se procedió a observar las estructuras microscópicas de los hongos, a partir de tejido micelial teñido con lactofenol blanco y azul de lactofenol. Para la observación de las estructuras y la toma de fotos se empleó con un microscopio de contraste de fases con cámara digital acoplada (Marca: Motic, Modelo: BA310). Para la identificación de los hongos se emplearon referencias bibliográficas, fotografías y claves taxonómicas (Abarca, 2000; Pitt y Hocking, 2009; Washington *et al.*, 2008).

Resultados

A partir de las 24 muestras de maíz recolectado de los 8 establecimientos se obtuvieron 81 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) después de un periodo de 72 a 120 horas (Tabla 1). De los cuales se aislaron los hongos para poderlos identificar mediante sus características macroscópicas, principalmente la textura y coloración del micelio y sus estructuras microscópicas (Figuras 2-5).

Cuadro 1. Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de hongos en maíz.

LOCAL	UFC (72 a 120 HORAS)
1	12
2	9
3	12
4	11
5	11
6	9
7	12
8	9
Total	81

A continuación, figuran las descripciones de las colonias cuando crecen en agar dextrosa de Sabouraud (en un periodo de 72 a 120 horas).

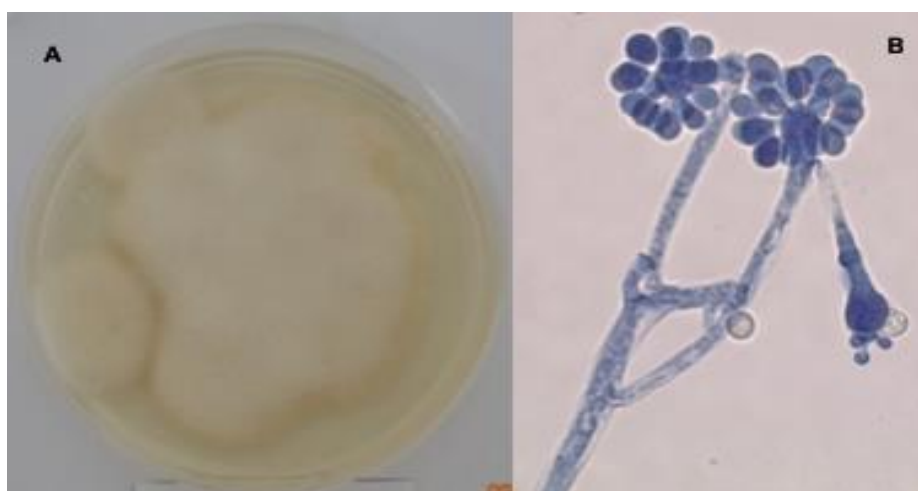


Figura 2. Especie de *Cunninghamella* (A) Colonia en agar Sabouraud, 72 horas, 35°C. (B) Microfotografía de la estructura de fructificación de especies de *Cunninghamella*,

teñida con azul de lactofenol, observados a 40X. Que muestra la esporangiola esférica a partir de la superficie globular de la columela.

- Características macroscópicas: Las colonias en agar dextrosa sabouraud cubren toda la placa de Petri en un periodo de 72 horas, la colonia es dispersa y algodonosa, y de color blanquecino a beige, con un reverso incoloro con tonalidades amarillas.
- Características microscópicas: Se observa esporas esféricas especializadas, denominadas esporangiolas, una columela grande y globulosa. Cada esporangiola está adherida a la columela por una estructura diminuta, similar a un pelo, que se denomina dentículo.

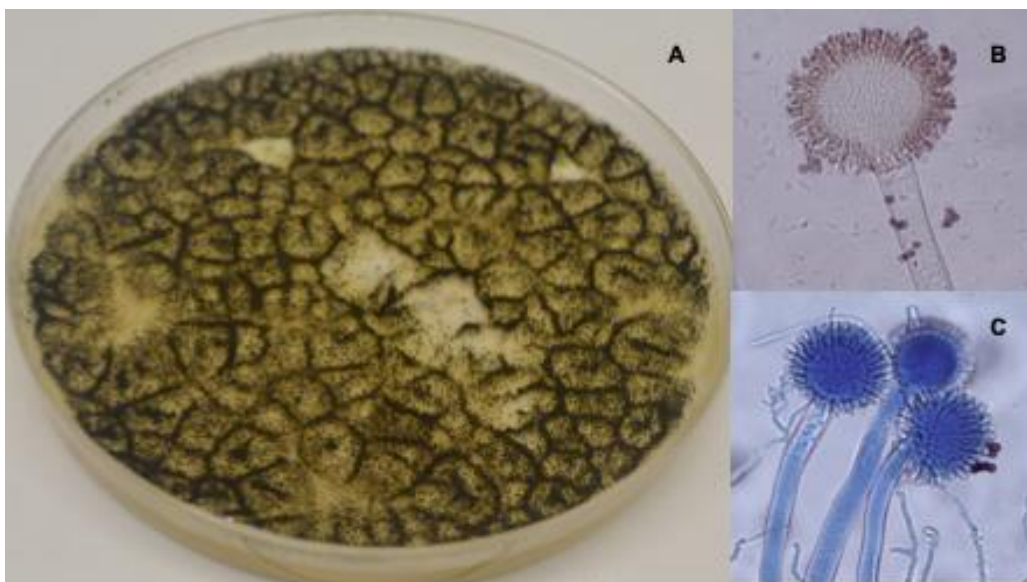


Figura 3. Especie de *Aspergillus* (A) Colonia en agar Sabouraud, 72 horas, 35°C. (B) Conidióforo teñido con lactofenol blanco, observado a 40x. (C) Conidióforos teñidos con azul de lactofenol, observado a 40x.

- Características macroscópicas: colonia plana, con una superficie suave y aterciopelada que en la parte superior es pulverulenta. El micelio es de color blanco en un inicio y con el paso del tiempo a penas logra ser visible a medida que fue cambiando hasta obtener una coloración amarilla con una pigmentación oscura y densa. Reverso generalmente amarillo con surcos radiales.
- Características microscópicas: Cabezas conidiales biseriadas y radiales; estipes de paredes gruesas, lisos e hialinos. Vesícula casi esférica con métulas y fiálides que ocupan toda la superficie de la vesícula.

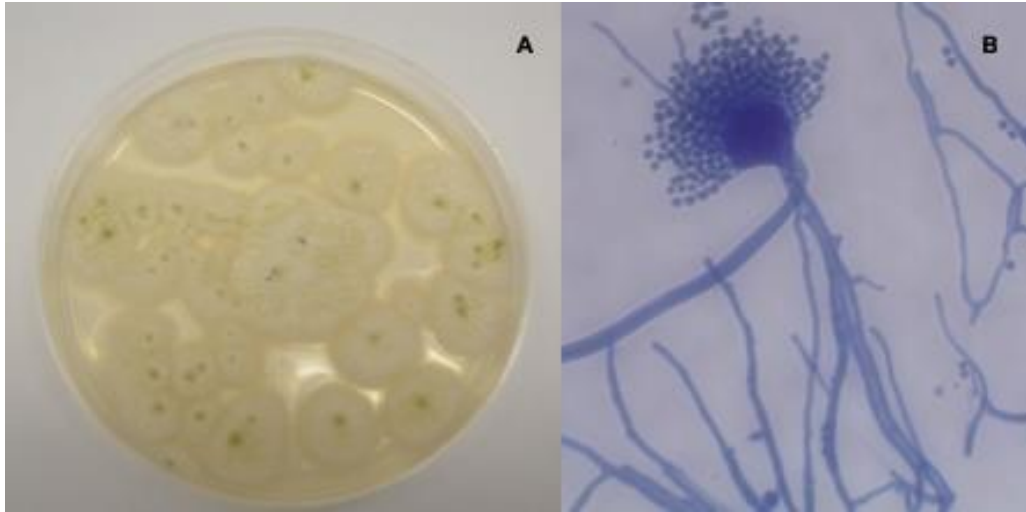


Figura 4. Especie de *Aspergillus* (A) Colonia en agar Sabouraud, 72 horas, 35°C. (B) Conidióforo teñido con azul de lactofenol, observado a 40x.

- Características macroscópicas; colonias algodonosas y pigmentación verde en el centro, colonias con bordes irregulares.
- Producción de una sola hilera de fiálides sobre la mitad superior de la vesícula, conidios dispuestos en cadenas largas, conidióforos hialinos, hifas sin septos.

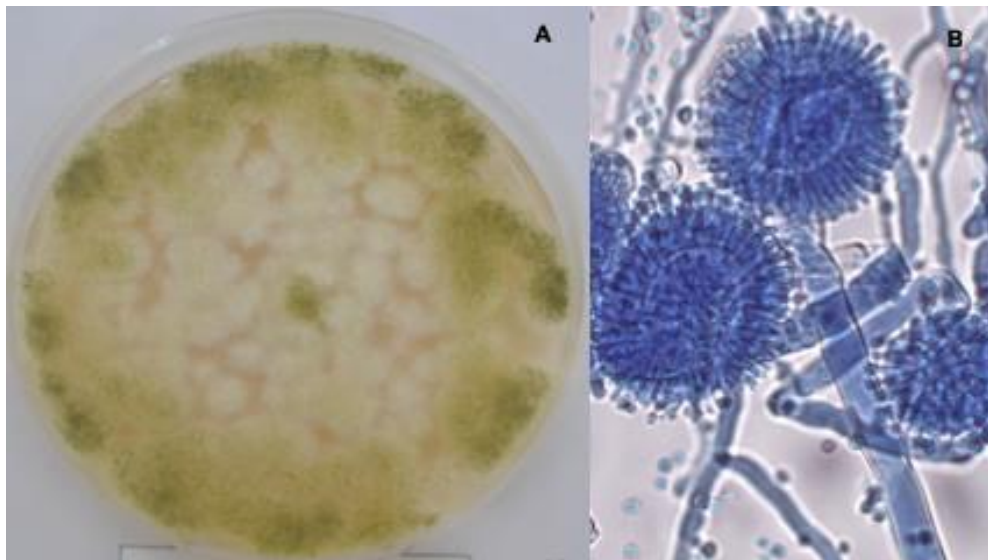


Figura 5. Especie de *Aspergillus* (A) Colonia en agar Sabouraud, 72 horas, 35°C. (B) Conidióforos teñidos con azul de lactofenol, observado a 40x.

- Características macroscópicas: Las colonias vellosas y pulverulentas, de rápida proliferación, con bordes irregulares. Micelio de color blanco con una pigmentación verde.
- Características microscópicas: Las fiálides y conidios presentan una disposición de pétalos de margarita, biseriadas que recubre la circunferencia completa de una vesícula esférica. El conidióforo es relativamente largo con una parte que presenta una rugosidad.

Discusión

El maíz y sus derivados son muy propensos a la contaminación por hongos del género *Fusarium* y *Aspergillus* (Karami-Osboo et al., 2012). En panamá se reportan casos de contaminación mayor al 50% de las muestras analizadas para maíz sin procesar, en Panamá (Rojas, Martín y Quinzada, 2000) y en Venezuela hasta el 90% (Chavarri et al., 2017). En Argentina se reportan casos de proliferación de Géneros como *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* aislados de muestras de granos de maíz en silos bolsa, en Argentina (Castellari et al., 2015). En Kenia contaminación en maíz, harinas de maíz y derivados (Kilonzo et al., 2014). Y también en Ghana, los cereales para desayuno a base de maíz suelen estar contaminados por toxinas de hongos (Blankson y Mill-Robertson, 2016).

Se han reportado la presencia de hongos no solamente en maíz, sino también en granos de café (*Coffea arabica*) almacenado (Luna, Lozada y Trigos, 2010), semillas de *Leucaena Leucocephala* (Lezcano, Martínez y Alonso, 2015), alimentos balanceados y granos de uso pecuario (Flores, Hernández y Vázquez, 2006), maní, pistacho, nueces (Requena, Saume y León, 2005).

Lodoño-Cifuentes y Martínez Miranda (2017) mencionan que los países subdesarrollados presentan una mayor incidencia de hongos y sus toxinas, debido a un mal manejo poscosecha de los granos, infraestructura inadecuada, falta de normativas y condiciones climáticas que favorecen la proliferación de hongos.

Conclusiones

La caracterización morfológica macro y microscópica realizada en este estudio permite concluir que se identificaron 3 especies de *Aspergillus* y 1 especie de *Cunninghamella* asociadas a los granos de maíz comercializados en Cárdenas Tabasco.

Agradecimientos

Al Laboratorio de Fitopatología del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco.
Luis Javier Arellano Galicia, es Estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico y becario del CONACYT (619166).

Referencias

- Abarca M. 2000. Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial. *Revista Iberoamericana de Micología* 17: 79-84.
- Alabadan B, Oyewo O. 2005. Temperature variations within wooden and metal grain silos in the tropics during storage of maize (*Zea mays*). *Leonardo Journal of Sciences* 6(1): 59-67.
- Blancas M. 2007. Manejo de granos en almacenamiento, causas de deterioro y prevención. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15(1): 180-184.
- Blankson G, Mill-Robertson F. 2016. Aflatoxin contamination and exposure in processed cereal-based complementary foods for infants and young children in greater Accra, Ghana. *Food Control* 64: 212-217.
- Bonifaz A. 2012. *Micología Médica Básica* (4ta ed.). México: MC-GRAW HILL. 600 p.
- Castellari C, Cendoya MA, Marcos F, Barrera V, Pacin A. 2015. Factores extrínsecos e intrínsecos asociados a poblaciones fúngicas micotoxigénicas de granos de maíz (*Zea mays* L.) almacenados en silos bolsa en Argentina. *Revista Argentina de Microbiología* 47(4): 305-359.
- Chavarri M, Barroyeta J, Ochoa Y, Rumbos N, Alezones J. 2017. Detección de fusarium verticillioides y fumonisinas en granos de maíz blanco provenientes de los estados Yaracuy y Guárico, Venezuela. *Nova scientia* 9(19): 171-184.
- Flores C, Hernández L, Vázquez J. 2006. Contaminación con micotoxinas en alimentos balanceados y granos de uso pecuario en México en el año 2003. *Técnica Pecuaria en México*, 44 (2): 247-256.
- Guarro J. 2012. Taxonomía y biología de los hongos causantes de infección en humanos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 30(1): 33-39.
- INEGI. 2014. Encuesta nacional agropecuaria (ENA) 2014. Información relevante. BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 328/15. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_08_8.pdf.
- Jędryczka M. 2014. Aeromycology: studies of fungi in aeroplankton. *Folia Biologica et Oecologica* 10(1): 18- 26.
- Karami-Osboo R, Mirabolfathy M, Kamran R, Shetab-Boushehri M, Sarkari S. 2012. Aflatoxin B1 in maize harvested over 3 years in Iran. *Food Control* 23(1): 271-4.
- Kilonzo RM, Imungi JK, Muiro WM, Lamuka PO, Njage PMK. 2014. Household dietary exposure to aflatoxins from maize and maize products in Kenya. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 31(12): 2055-62.
- Laopongsit W, Srzednicki G. 2010. "Early detection of insect infestation in stored grain based on head space analysis of volatile compounds" 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Food Sciences and Technology, School of Chemical Sciences and Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia.

- Lezcano J, Martínez B, Alonso O. 2015. Caracterización cultural y morfológica e identificación de especies de *Aspergillus* asociadas a semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Pastos y forrajes 38(2): 176-181.
- Londoño-Cifuentes E, Martínez-Miranda M. 2017. Aflatoxinas en alimentos y exposición dietaria como factor de riesgo para el carcinoma hepatocelular. Biosalud 16(1), 53-66.
- Luna M, Lozada Y, Trigos Á. 2010. Aislamiento de cepas de *Aspergillus niger*, productoras de ocratoxina A, en café verde (*Coffea arábica*) almacenado. Revista mexicana de micología 32: 63-68.
- Madigan M, Martinko J, Dunlap P, Clark D. 2009. Brock Biología de los microorganismos (Duodécima ed.). España: pearson educación.
- Mngadi P, Govinden R, Odhav B. 2008. Co-occurring mycotoxins in animal feeds. African Journal of Biotechnology 7(13): 2239-2243.
- Moreno L, González S. 2011. Efecto antifúngico de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) sobre la inhibición in vitro de *Aspergillus flavus* y *Penicillium* sp. Polibotánica 32: 193-205.
- Neethirajan S, Karunakaran C, jayas D, White N. 2007. Detection techniques for stored-product insects in grain. Food Control 18(2): 157-162.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Diario Oficial. México. 4p.
- Olakojo S, Akinlosotu T. 2004. Comparative study of storage methods of maize grains in South Western Nigeria. African Journal of Biotechnology 3(7): 362-365.
- Pitt J, Hocking A. 2009. Fungi and Food Spoilage (3era edición). Springer US. 519 p.
- Ramos R, Meza V. 2017. Efectos de algunos factores meteorológicos sobre la concentración de esporas de hongos en la Plaza San Martín de Lima. Ecología Aplicada 16(2): 143-149.
- Requena F, Saume E, León A. 2005. Micotoxinas: Riesgos y prevención. Zootecnia Tropical 23(4): 393-410.
- Rojas V, Martin M, Quinzada M. 2000. Aflatoxinas en maíz recién cosechado en Panamá. Revista médica de Panamá 25: 4-7.
- SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Maíz blanco y amarillo mexicano. México. Pp. 25.
- SIAP. 2010. Balanza mensualizada de disponibilidad-consumo. Cultivo: maíz blanco. México, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Washington C et al. (2008). Koneman. Diagnóstico microbiológico. Texto y Atlas en color (6ta edición). PANAMERICANA. 1696 p.

Módulos Agroforestales de Producción Diversificada e Intensiva en Selva Húmeda de México

A. Maya-Martínez^{1*}, A. L. Del Ángel-Pérez², G. Hernández-García¹, R. Canales-Cruz¹, J. Nataren-Velázquez², A. T. Rosado-Calderón¹

Resumen. El estudio se realizó en dos comunidades de la selva húmeda de México, Nuevo Progreso, Campeche y Loma Iguana, Veracruz. El objetivo general del trabajo fue desarrollar una estrategia agroforestal en este ecosistema para favorecer el aprovechamiento, la protección de la biodiversidad y la seguridad alimentaria, mientras que el particular fue establecer módulos de producción diversificada e intensiva con especies forestales, frutícolas y anuales (grano y forraje) de cada una de las localidades bajo estudio. Se partió de un modelo teórico con un bloque agrosilvopastoril, rodeado de bloques forestales, circundados por un corredor biológico. En Nuevo Progreso se hizo una reconversión de suelo de uso ganadero a agroforestal y se sembraron 6 especies forestales, 2 agrícolas, 2 forrajeras y 4 perennes. En Loma Iguana se diversificó un predio silvopastoril con especies agrícolas; en él se tuvieron 4 forestales, una agrícola y una forrajera. En ambos módulos se contribuyó a la conservación de la biodiversidad y a la seguridad alimentaria al establecer sistemas de producción diversificada, intensiva y sustentable, ya que se favoreció la conservación del suelo y el productor tendrá acceso a una diversificación de productos tanto de uso humano como animal.

Palabras clave: biodiversidad, conservación, especies forrajeras, seguridad alimentaria.

Introducción

La inseguridad alimentaria y la pérdida de biodiversidad son dos de los grandes problemas que enfrenta México; ambos considerados dentro del PND, en las metas de un México Incluyente y un México Próspero.

¹INIFAP Campo Experimental Edzná

²INIFAP Campo Experimental Cotaxtla

*Autor para la correspondencia: maya.aixchel@inifap.gob.mx

Una estrategia integral que pudiera contribuir a la solución de estos problemas son los sistemas agroforestales, ya que favorecen la conservación de la biodiversidad al mejorar la fertilidad del suelo y representar una oportunidad para incrementar las reservas de carbono, rehabilitar zonas degradadas y, en general, ayudar a la mitigación del cambio climático. De igual forma, son sistemas de producción que inciden favorablemente en la seguridad alimentaria de sus beneficiarios, ya que permite al productor diversificar sus cultivos y, por tanto, su dieta. Por lo que el objetivo general de este trabajo fue el desarrollar una estrategia agroforestal en la selva húmeda de México para favorecer el aprovechamiento, la protección de la biodiversidad y la seguridad alimentaria, mientras que el particular fue establecer módulos de producción diversificada e intensiva con especies forestales, frutícolas y anuales (grano y forraje) de cada una de las localidades bajo estudio.

Lo anterior partiendo de un modelo teórico conformado por los bloques agrosilvopastoril (cultivos anuales, perennes y forrajeros), forestal y un corredor biológico (monitoreo de la biodiversidad asociada a los módulos agroforestales), que permitiera contribuir en la solución de estos dos problemas en dos localidades de la selva húmeda de México; una de ellas fue Nuevo Progreso, ejido del municipio de Calakmul, Campeche y la otra Loma Iguana, ubicada en La Antigua, Veracruz; es importante mencionar que este documento se enfoca solo a los componentes agrosilvopastoril y forestal.

En Nuevo Progreso se estableció un módulo cuya intención fue la reconversión del uso de suelo de agropecuario a agroforestal, por lo que el manejo de este comenzó desde el año cero. Por su parte, la intención del módulo de Veracruz fue la de diversificar un predio silvopastoril, con un tiempo de establecimiento de cinco años aproximadamente, agregando el componente agrícola. Se contó con una distribución espacial y temporal de los productos, al tener diferentes áreas (bloques) en los que se intercalaron cultivos agrícolas, forrajeros, frutícolas y forestales; asimismo se tuvo una producción a corto (cultivos anuales y forrajeros), mediano (frutales y aprovechamiento forrajero de especies forestales) y largo plazo (productos forestales, como madera, leña, carbón, resinas, etc.). Todo ello, con un impacto positivo en el bienestar y en la seguridad alimentaria de los beneficiarios al contar con una producción diversificada en el tiempo y en el espacio.

Materiales y métodos

Los cultivos y las plantaciones se establecieron siguiendo las densidades de siembra recomendadas para cada una de las especies y la estructura de cada bloque tuvo una distribución espacial (estratos horizontal y vertical) y una temporal. La superficie de cada módulo fue de entre 2.5 ha a 5 ha guardado, en todo lo posible, las proporciones

de los bloques marcados en el modelo (Figura 1). Solo se presentan los resultados para los bloques agrosilvopastoril y forestales.

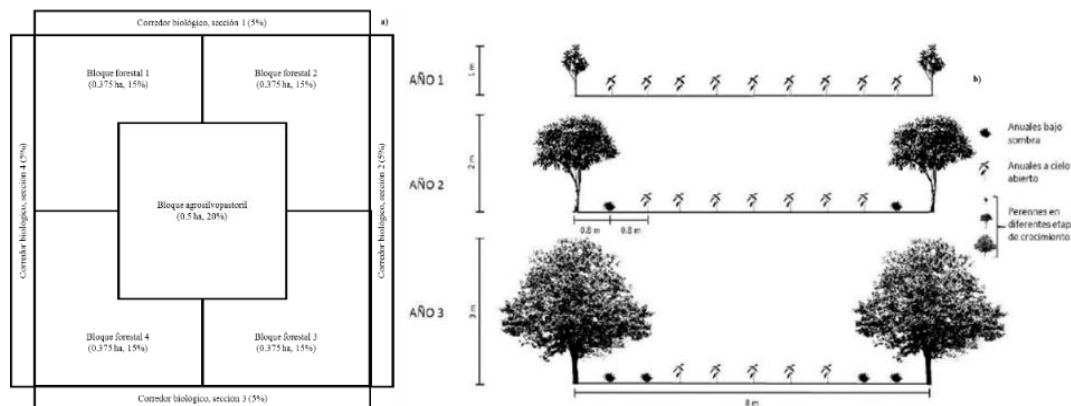


Figura 1. Modelo teórico para el establecimiento de módulos agroforestales en la selva húmeda de México. a) Distribución de los bloques; b) Distribución de los cultivos

Para definir las especies de siembra se les presentó a los productores un menú de cultivos sugeridos según las condiciones agroecológicas de cada módulo y priorizados por valor y volumen de la producción (SIAP, 2016). La siembra se ajustó a la metodología de la labranza mínima y se utilizaron abonos orgánicos (Fredericksen *et al.*, 2001).

En el bloque agrosilvopastoril se estableció una asociación de cultivos perennes (hileras) con cultivos anuales (callejones) (Figura 1), mientras que en los forestales se favoreció a las especies nativas o que contribuyan a la seguridad alimentaria de los productores locales al obtener frutos para alimentación humana o forraje para alimentación de ganado, así como otros productos. Sirvieron como cercos vivos o cortinas rompevientos para la protección del bloque agrosilvopastoril.

Resultados y discusión

La distribución espacial y temporal de ambos módulos se ajustó a las necesidades socioeconómicas y ambientales de cada localidad. En Nuevo Progreso se adaptó el modelo (Figura 1) a una superficie de 5 ha cuyo uso de suelo había sido para la siembra de pasto forrajero; se delimitó 1.1 ha (22%) para la siembra de agrícolas anuales y forrajeros intercalados con perennes; alrededor se sembraron los forestales (74%); el

4% restante de la superficie se dejó como corredor biológico. En Loma Iguana se diversificó una superficie silvopastoril de 3.5 ha con especies agrícolas (Figura 2).

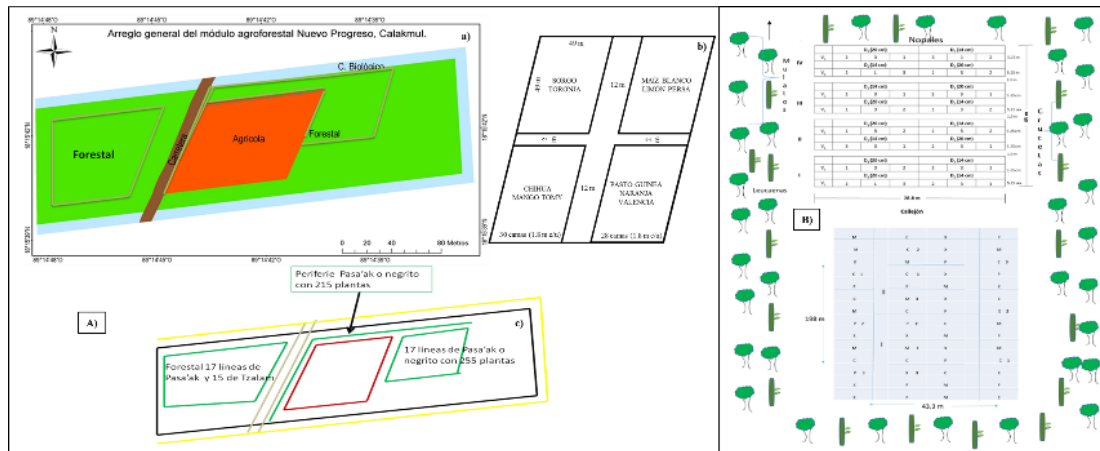


Figura 2. Módulos agroforestales de selva húmeda. A) Nuevo Progreso, Campeche; a) croquis general, b) bloque agrosilvopastoril, c) bloque forestal; B) Loma Iguana, Veracruz

En Nuevo Progreso se seleccionaron seis especies forestales, dos agrícolas, dos forrajeras y cuatro perennes, mientras que en Loma Iguana cuatro especies forestales, una agrícola y una forrajera (Cuadro 1). Todas ellas se eligieron por sus requerimientos agroecológicos, además de la importancia socioeconómica de ellas en cada sitio. Las forestales se sembraron por ser consideradas de importancia comercial y uso regional, debido a la calidad de madera; por ejemplo, el cedro y la caoba tiene un excelente mercado dentro de la industria de muebles y pisos en los estados unidos, pero debido a las restricciones de importación (apéndice II de CITES), esta última se está comenzando sustituir por maderas más económicas, entre ellas a las *Tabebuia* spp. y *tzalam* (Ekström & Goetzl, 2007). El ramón y la pimienta, además de su aprovechamiento maderable, son especies de consumo, el primero como forraje para el ganado y de la pimienta se aprovecha el fruto como condimento para el humano. De las agrícolas y forrajeras, además de lo que ya se mencionó, en Nuevo Progreso se le propuso el sorgo al productor como forrajera, siendo aprobada por él ya que a su ganado le resulto agradable y, además, por ser resistente a las condiciones de sequía que en ese momento se presentaban en la región de Calakmul. En Loma Iguana, el pasto pangola se sembró entre los árboles sembrados, para hacer heno, forraje y ensilaje por su valor nutricional e importancia económica dentro para la ganadería (Juárez *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Especies sembradas en módulos agroforestales de la selva húmeda de México

Localidades	Forestales	Agrícolas anuales/forrajeros	Frutales perennes
Nuevo Progreso, Campeche	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (Tzalam), <i>Simarouba amara</i> (Pasa'ak), <i>Brosimum alicastrum</i> (Ramón), <i>Pimenta dioica</i> (Pimienta), <i>Cordia dodecandra</i> (Ciricote), <i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba)	<i>Sorghum bicolor</i> (Sorgo), <i>Zea mays</i> (Maíz), <i>Cucurbita</i> sp. (Calabaza chihua), <i>Panicum maximum</i> (Pasto guinea)	<i>Citrus limon</i> (Limón persa), <i>Citrus sinensis</i> (Naranja valencia), <i>Citrus paradisi</i> (Toronja), <i>Mangifera indica</i> (mango Tommy Atkins)
Loma Iguana, Veracruz	<i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba), <i>Cedrela odorata</i> (cedro), <i>Tabebuia rosea</i> (roble), <i>Tabebuia donnell-smithii</i> (primavera)	<i>Zea mays</i> (Maíz, VS 536 y H 520), <i>Digitaria decumbens</i> (Pasto pangola)	

En cuanto a la producción del bloque agrosilvostoril, en Nuevo Progreso no se tuvieron resultados hasta la cosecha, esto debido, por un lado, a la edad de los cultivos anuales, ya que la producción de cítricos tiene un período juvenil más largo y se espera al tercer o cuarto año (Agusti y Fonfría, 2010); se alcanzaron alturas promedio de entre 0.55 m y 3.00 m y se tuvo una mortalidad de 6.6% para el mango, 14.16% para el limón y 18.33% en la naranja, principalmente por la sequía, pisoteo y ramoneo por ganado ovino. Por otro lado, el año en que se realizó la siembra de agrícolas anuales fue documentado como uno de los años con las sequías más hostiles en los últimos años en la región de Calakmul, Campeche (Chim, 2017), por lo que la sobrevivencia fue baja, siendo el sorgo el cultivo que presentó mayor resistencia a estas condiciones, situación documentada ya por Ruiz *et al.* (2013) (Figura 3). En Loma Iguala las condiciones ambientales fueron otras y, por ejemplo, con el uso de VS-536 a una densidad de siembra de 80,000 plantas por hectárea en el ciclo P-V (Figura 3), el ganadero puede producir una cantidad de forraje suficiente para la alimentación del ganado, logrando optimizar la producción de su predio.

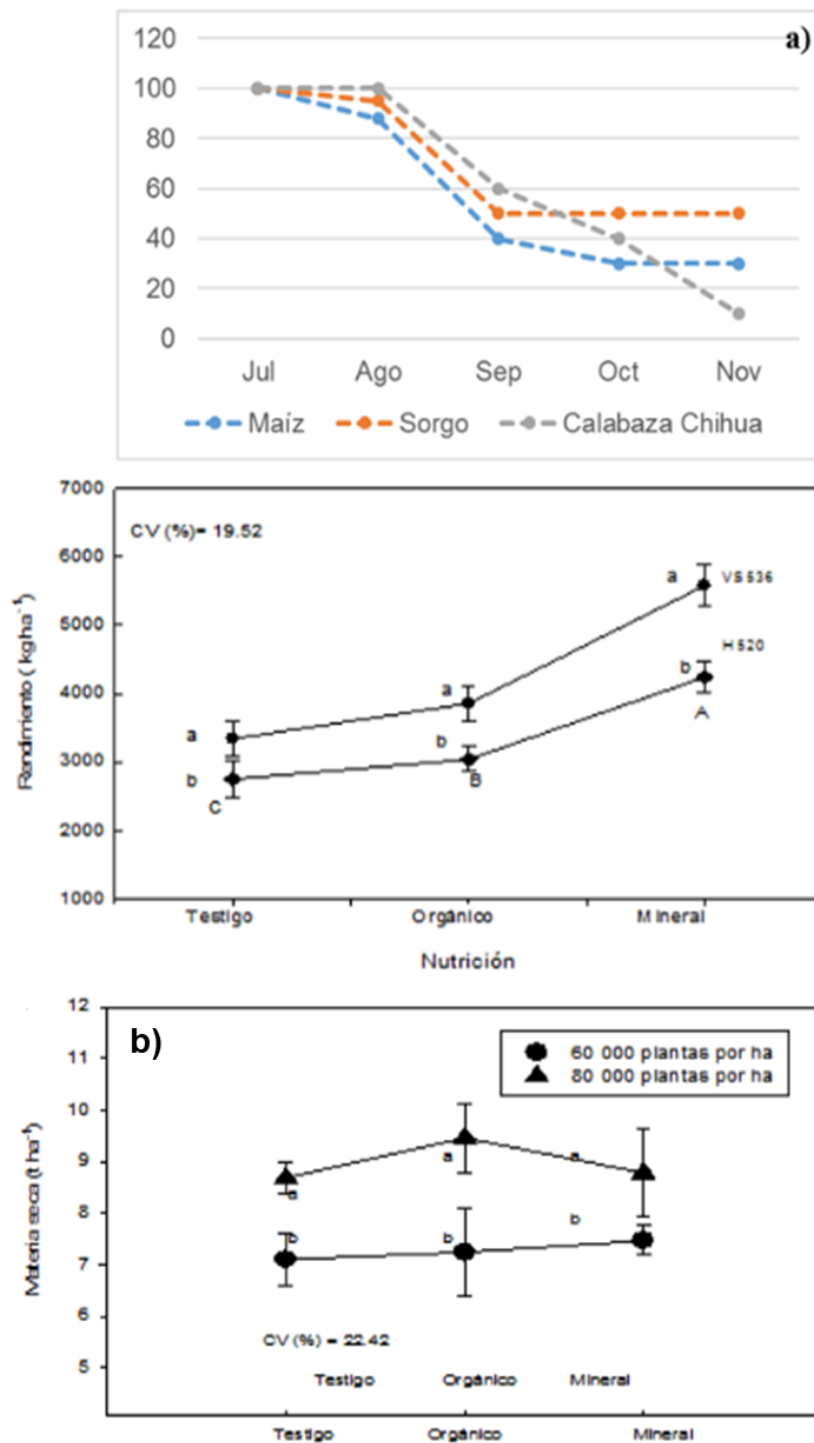


Figura 3. Cultivos anuales en módulos agroforestales de selva húmeda. a) Nuevo progreso; b) Loma Iguana.

En el módulo de Nuevo Progreso la sobrevivencia de las plantas de tzalam y pasa'ak en el bloque forestal mantuvo un comportamiento irregular a lo largo de las diferentes líneas establecidas, con un promedio de sobrevivencia de 72.2% para el pasa'ak y 82.6% para el tzalam. Ambas especies alcanzaron una altura promedio de 2.05 m y 0.35 m respectivamente, al año de establecidas, con diámetros promedio de 2.07 cm (tzalam) y 0.85 cm (pasa'ak). Las especies sembradas plantadas durante el segundo año de establecimiento del módulo alcanzaron una altura inicial de 0.13 m (pimienta), 0.36 m (ramón) y 0.61 m (caoba); mientras que el diámetro promedio a la base del tallo fue de 0.38 cm para el ramón, 0.20 cm para la pimienta y 0.75 cm en la caoba. Por el tiempo de establecimiento de este bloque no se pueden obtener datos suficientes para un análisis más detallado; sin embargo, los reportes en literatura, según Negreros-Castillo y Martínez (2011) reportan, por ejemplo, una tasa de crecimiento anual de 0.41 cm y 0.1 cm en altura para Tzalam sembrado en Quintana Roo; mientras que para pasa'ak se registran 0.87 cm de crecimiento al año en diámetro y 0.75 cm en altura (Bendezú *et al.*, 2004).

En Loma Iguana se tuvo una densidad de siembra de 72 árboles por ha a 14.5 x 8.0 m, con la intención que el ganado pueda entrar a pastoreas o pueda aprovecharse como pasto de corte. En este módulo hubo una respuesta favorable a la fertilización mineral. Se observó diferencia significativa entre especies ($p < 0.005$) en el desarrollo del árbol (altura promedio), y el roble fue la especie de mayor crecimiento. En el resto de las especies no se observaron diferencias estadísticas (Figura 5).

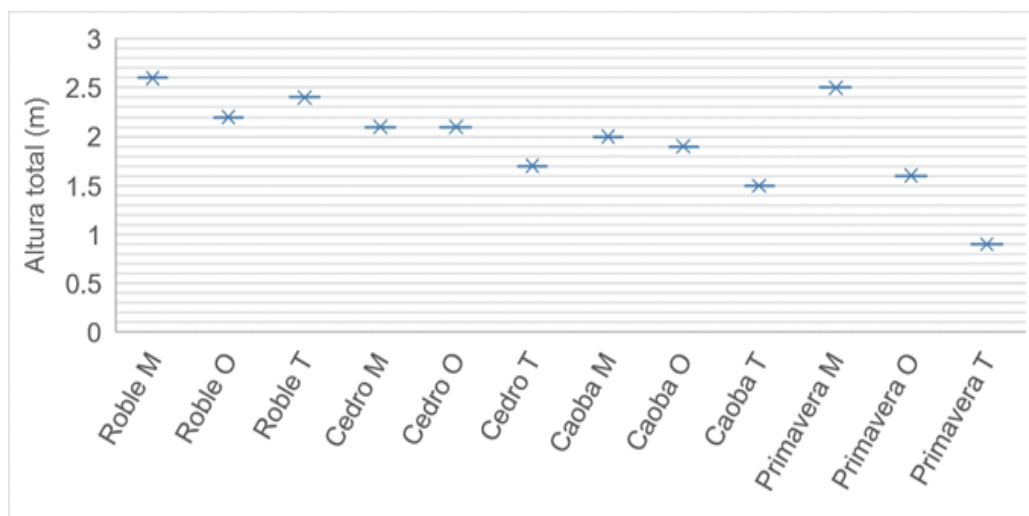


Figura 5. Crecimiento promedio de altura a 1.6 años por tipo de fertilización y especie forestal en Loma Iguana, Veracruz. M= mineral, O= orgánico, T= testigo

El uso de fertilizantes es recomendable para el desarrollo de los árboles sin importar la especie, y a este ritmo favorece el paso del ganado a los potreros a menor plazo, de acuerdo a lo realizado en este módulo si se toma como tiempo de espera 3 años, y que puede ser menor de acuerdo como lo considere el productor. En las condiciones similares a las del ejido de Loma Iguana, el uso de fertilización mineral se recomienda para el establecimiento de las especies: primavera, cedro y caoba; y opcional en el caso del roble.

Conclusión

En ambos módulos se contribuyó a la conservación de la biodiversidad y a la seguridad alimentaria al establecer sistemas de producción diversificada, intensiva y sustentable, ya que se favoreció la conservación del suelo y el productor tendrá acceso a una diversificación de productos tanto de uso humano como animal, en el de Nuevo Progreso, Campeche, al reconvertir un suelo de uso pecuario a uso agroforestal. En Loma Iguana se realizó un enriquecimiento de un sistema silvopastoril ya establecido.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento del proyecto “Sistemas Agroforestales y su relación con el aprovechamiento y protección de su biodiversidad asociada en diferentes ecosistemas de México”, Convocatoria CONACYT-Problemas Nacionales 2014.

Referencias

- Agustí M, Fonfría MA. 2010. Fruticultura. Barcelona: Mundi-Prensa Libros.
- Bendezú YF, Ugalde L, Galloway G, Carrera F. 2004. Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander Von Humboldt, Amazonia Peruana. *Recursos Naturales y Ambiente* (41): 111-121.
- CONAFOR. 2018. Sistema Nacional de Información Forestal - CONAFOR: Sistema Nacional de Información Forestal. Consultado de <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/>
- Ekström H, Goetzl A. 2007. El mercado estadounidense de productos de madera tropical. *Actualidad Forestal Tropical*. Boletín de la OIMT 15(2): 3-6.
- Fredericksen T, Contreras F, Patriona W. 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Juarez A, Cerrillo M, Gutiérrez E, Romero E, Colín J, Bernal H. 2009. Estimación nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. *Revista Técnica Pecuaria en México* 47(1): 55-67.

- Negreros-Castillo P, Martínez Salazar I. 2011. Crecimiento y regeneración avanzada de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth en una selva de Quintana Roo. *Revista mexicana de ciencias forestales* 2(5): 15 - 27.
- Ruiz C JA, et al. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. 2ª Edición. INIFAP. México.
- SIAP. 2016. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap>

Crecimiento de *Diphyssa yucatanensis* Hanan-Alipi & M. Sousa en Dos Densidades de Plantación en Campeche, México

B.B. Dzib-Castillo^{1*}, R.O. Morales-Luax¹, E. González-Lazo², G. Pérez-González³

Resumen. *Diphyssa yucatanensis* es una especie maderable nativa de la Península de Yucatán de la cual no existe información sobre su crecimiento en condiciones de plantación en monocultivo, a pesar de ser una especie con demanda local por la dureza de su madera, utilizada en cercos de predios, construcción de casas, leña, y como planta medicinal por sus propiedades, por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue identificar el crecimiento de *D. yucatanensis* establecida en plantaciones con dos densidades; para esto se establecieron dos tratamientos (10000 (1X1 m) y 1111 (3X3 m) plantas ha⁻¹) con tres repeticiones en un diseño de bloques al azar, realizando mediciones de altura y diámetro durante un año, el análisis de datos se realizó mediante un ANAVA no paramétrico (Kruskal wallis); los resultados mostraron que los incrementos tanto en altura como en diámetro fueron mayores en la densidad de 10000 plantas ha⁻¹ al año de edad de la plantación, con estos resultados se concluye que el desarrollo en altura es mayor en alta densidad, sin embargo, para lograr el incremento del diámetro debe realizarse un aclareo en la plantación con alta densidad.

Palabras clave: campeche, diphyssa, crecimiento, plantación

Introducción

La familia Fabaceae, también llamadas Leguminosae o familia de frijoles y guisantes, es la tercera familia más grande de angiospermas después de Orchidaceae (orquídeas) y Asteraceae (margaritas, girasoles), y solo superada por Poaceae (hierbas) en términos de importancia agrícola y económica.

¹Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche.

²Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Campeche.

³Universidad Tecnológica de Candelaria, Campeche.

*Autor para correspondencia: bernadzib@yahoo.es

Las leguminosas incluyen una gran cantidad de especies domesticadas cosechadas como cultivos para el consumo humano y animal, así como para aceites, fibras, combustibles, fertilizantes, madera, medicinales, productos químicos y variedades hortícolas (Lewis *et al.*, 2005).

En la Península de Yucatán existe una gran cantidad de especies arbóreas maderables de la familia de las fabáceas, las cuales tienen diversos usos, sin embargo, no existe información que muestre datos sobre el crecimiento de estas especies, por tal motivo, se seleccionó la especie *D. yucatanensis* por su importancia en cuanto a usos locales y escasos en los bosques naturales, buscando generar información para su establecimiento y manejo en plantaciones, para lo cual se planteó como objetivo de este trabajo identificar su crecimiento en diámetro y altura en dos densidades de plantación (1111 y 10000 plantas ha⁻¹).

Materiales y métodos

Área del estudio

Esta experiencia se estableció en el municipio de Campeche, Estado de Campeche (Figura 1), en el rancho Xamantún, perteneciente al Instituto Tecnológico de Chiná, ubicado en las coordenadas 19°42'51.36''N y 90°25'03.31''W, con una altura sobre el nivel del mar de 44 m, en el km 10 de la carretera Chiná-Pocayaxún.

El primer paso fue la colecta de germoplasma (semillas) para realizar la reproducción de las plantas en vivero, utilizando tubetes. Una vez que las plántulas alcanzaron los 25 cm de altura, estas fueron trasplantadas en campo, en donde el terreno ya se había limpiado con maquinaria.

Se trazaron sitios experimentales con dos tratamientos (10000 (1x1m) y 1111 (3x3m,) plantas por hectárea, bajo un diseño de bloques completamente al azar, donde se realizaron mediciones de altura y diámetro de las plantas de *D. yucatanensis*. Los datos se analizaron con un ANAVA no paramétrico, utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2016).

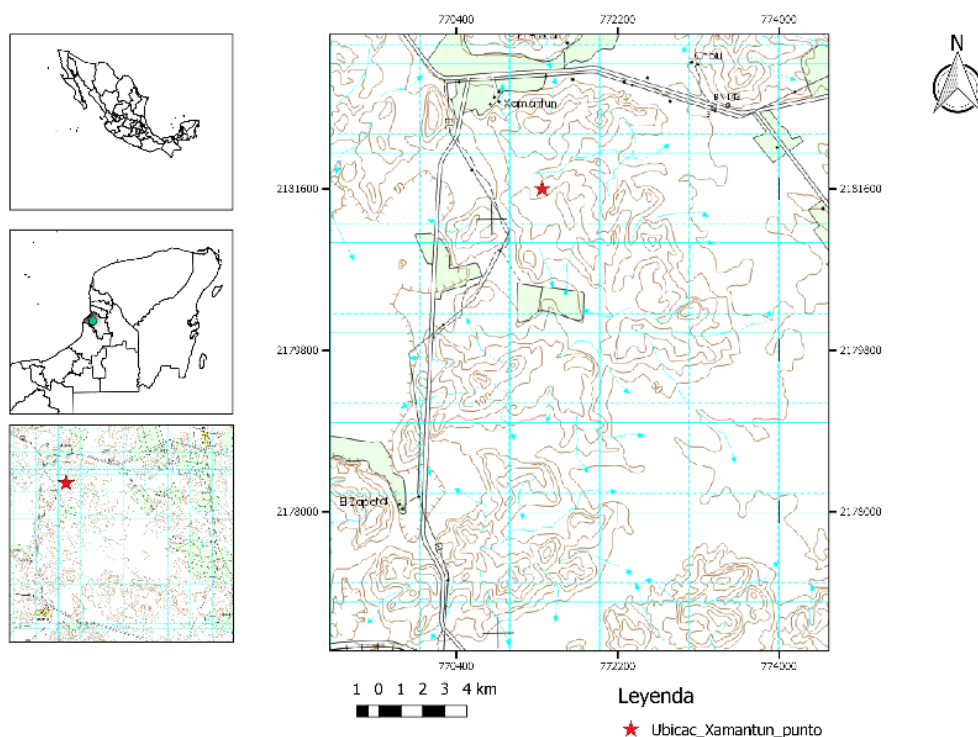


Figura 1. Sitio de estudio en el municipio de Campeche, Estado de Campeche.

Resultados y discusión

Los resultados indican que el crecimiento (Figura 2) en diámetro ($p=0.0010$) y altura ($p=0.0054$) mostraron diferencias estadísticas significativas, siendo mayores en el tratamiento de 10000 plantas ha^{-1} , donde el promedio en diámetro alcanzado a los doce meses de edad fue de 25.68 mm y 2.44 m de altura, mientras que en la plantación establecida a con una densidad de 1111 plantas ha^{-1} , el diámetro promedio a la misma edad fue de 23.11 mm, y la altura de 1.76 m. El crecimiento fue constante (Figura 4) y no se vio afectado por la falta de precipitación y las temperaturas que se presentaron en el periodo de medición (Figura 3).

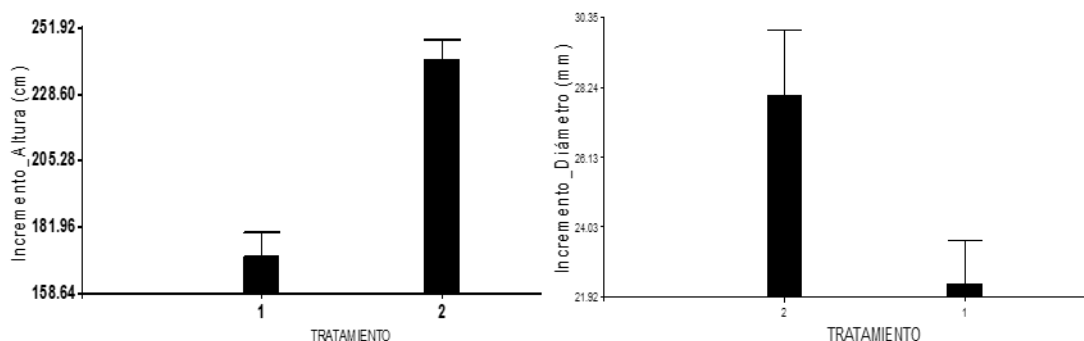


Figura 2. Incremento en altura y diámetro para *Diphysa yucatanensis* establecida en plantaciones con dos densidades. 1: 1111 (3x3) plantas ha⁻¹ y 2: 10000 plantas ha⁻¹.

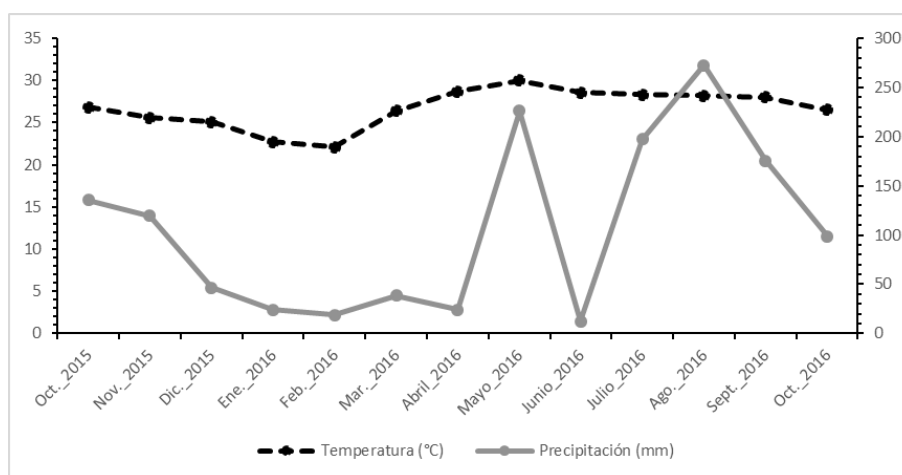


Figura 3. Temperatura y precipitación en el periodo de medición del crecimiento de *Diphysa yucatanensis* establecida en plantaciones con dos densidades.

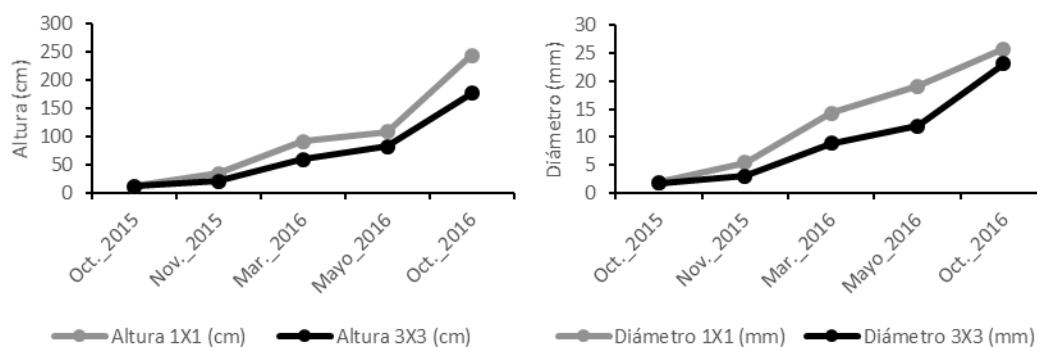


Figura 4. Crecimiento en altura y diámetro para *Diphysa yucatanensis* establecida en plantaciones con dos densidades. 1: 1111 (3x3) plantas ha⁻¹ y 2: 10000 plantas ha⁻¹.

Conclusiones

El crecimiento en diámetro y altura en la especie *D. yucatanensis* fueron mas altos en la densidad de 10000 plantas por hectárea, sin embargo, por el periodo que se midió, es necesario considerar la realización de aclareos en esta plantación para que se pueda incrementar el diámetro.

Referencias

- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Lewis GP, Schrire B, Mackinder B, Lock M. 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew. 577 p.

Abundancia y Riqueza de Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) en Agro-Ecosistemas Contrastantes en el Sur de Quintana Roo, México

B.E. Santos-Chable¹, L.A. Lara-Peréz¹, P.J. Ramírez-Barajas,
A. Escobedo-Carbrera¹, I. Tucuch Haas², A. Cabañas-Gallardo¹, I. Pat-Ake,
F. Casanova-Lugo^{1*}

Resumen. El objetivo del presente estudio fue conocer abundancia y riqueza de escarabajos, en cuatro agro-ecosistemas contrastantes en el sur de Quintana Roo. Para ello se emplearon dos sistemas silvopastoriles (SSP) conformados por *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociado con *Panicum maximum* cv. Mombaza (L+M) y otro con pasto estrella (L+E) (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.); un sistema ganadero a base de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. con árboles dispersos en potreros (ADP) y; una selva mediana perennifolia semi-conservada (SMP). En cada agro-ecosistema se colocaron 5 trampas de caída “pitfall NTP-80” en temporada de sequía de septiembre 2017 a abril de 2018, cuatro colectas por cada mes. Los especímenes fueron colectados, identificados y contados por género y especie. En general se colectaron 396 individuos adultos, que representan a 12 especies incluidas en 11 géneros. Las especies con mayor abundancia fueron *Canthon cyanellus* y *C. viridis*. En el SSP de *L. leucocephala* con *C. plectostachyus* se colectaron 28 individuos adultos, que representan a 6 especies incluidas en 5 géneros. En el SSP de *L. leucocephala* con *P. maximum* se colectaron 63 individuos adultos, que representan a 5 especies incluidas en 5 géneros. En el sistema con ADP se colectaron 51 individuos adultos, que representan a 8 especies incluidas en 7 géneros. Finalmente, en la SMP se recolectaron 254 individuos adultos, que representan a 11 especies incluidas en 10 géneros. Se concluye que la mayor diversidad de especies se presentó en la selva mediana perennifolia y menor riqueza en las parcelas de *L. leucocephala* con *C. plectostachyus*. No obstante, el estimador no paramétrico Chao 1 indica que los agroecosistemas *L. leucocephala* con *P. maximum* y los pastizales con árboles de sombra mantiene una riqueza equiparable con la selva semiconservada con diferencias en la estructura de la comunidad.

Palabras clave: diversidad, coleóptera, agroecosistemas, selva mediana subperennifolia.

¹Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mochochá, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: fkzanov@gmail.com

Introducción

La identificación de los indicadores de la calidad del suelo es actualmente un problema universal, debido a la importancia de este recurso para la producción vegetal y para la alimentación animal y humana. Por lo general, se han utilizado un grupo de variables para predecir la salud del suelo, a partir del estado de sus propiedades físicas, químicas y/o biológicas (Cabrera, 2012).

Muchos organismos de la macrofauna son importantes en la transformación de las propiedades del suelo, entre ellos: las lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta), las termitas (Insecta: Isoptera) y las hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae), sin embargo, los escarabajos coprófagos (EC), también llamados estercoleros, los pertenecientes a la familia scarabaeinae (Coleópteros) es la más diversa y son dominantes en las regiones tropicales debido a que representan cerca del 40% de todas las especies de insectos en el mundo (Martínez *et al.*, 2011; Morón, 2003; Noriega *et al.*, 2013).

La subfamilia Scarabaeinae son un grupo clave para la sustentabilidad de los agroecosistemas debido a su papel en el ciclado de nutrimentos al incorporar elementos nitrogenados y aumentar la fertilidad al acelerar la incorporación de estiércol al suelo (Halffter y Edmonds, 1982; Steinfeld *et al.*, 2006). Debido a su actividad a su ciclo de vida subterráneo se derivan beneficios como el aumento de la permeabilidad, capacidad de retención de agua, mejora la asimilación de minerales y dispersión secundaria de semillas (Lobo y Veiga, 1990; Andersen y Feer, 2005). Además de contribuir a la supresión de enfermedades causadas por nematodos y protozoarios de importancia pecuaria y humana (Nichols *et al.*, 2008). Sin embargo, en los sistemas ganaderos del sureste de México, y más aun en los sistemas silvopastoriles los estudios de diversidad de la macro-fauna edáfica son escasos en comparación con los ecosistemas naturales. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue conocer diversidad y abundancia de la macro-fauna edáfica en dos sistemas silvopastoriles de *L. leucocephala* con pastos asociados (*C. plectostachyus* y *P. maximum*); en específico del orden coleóptero, comparado con dos tipos de vegetación contrastantes (i.e. un sistema ganadero con árboles dispersos en potreros en baja densidad y una selva mediana perennifolia), en el sur de Quintana Roo.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente estudio realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ubicado en la carretera Chetumal–Escárcega km. 21.5, en el ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco,

Quintana Roo, México. El clima es cálido subhúmedo tipo Aw₁, (cálido húmedo con lluvias en verano y parte del invierno). La temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 25.8 °C. Los suelos predominantes son los Gleisoles de acuerdo con la clasificación de la (FAO, 2006).

Agro-ecosistemas experimentales

Para el presente estudio se utilizaron cuatro parcelas de una hectárea cada una; dos están conformadas por *L. leucocephala* asociado con pasto mombaza y otro con pasto estrella (*P. maximum* y *C. plectostachyus*), las cuales fueron establecidas en el año 2014. La distancia entre filas de *L. leucocephala* es de 2.0 m y 0.20 m entre plantas y en los callejones se sembró el pasto, con una densidad aproximada de 25,000 plantas/hectárea. También se utilizó un sistema ganadero a base de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. con árboles dispersos en potreros en bajas densidades, donde *Lysiloma latisiliquum* (L.), es la especie dominante. Finalmente, se utilizó un parche de selva mediana perennifolia semi-conservada caracterizado por presentar árboles maduros que en conjunto forman el espesor de la selva, donde distinguen especies como *Cecropia ficifolia* Warb. ex Snethl., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cedrela odorata* L. y *Swietenia macrophylla* King, principalmente (Figura 1).



Figura 1. Agro-ecosistemas estudiados: a) Potrero de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociado con *Panicum maximum* cv. Mombaza; b) Potrero de *L.*

leucocephala asociado con *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.; c) potrero de pasto *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. con árboles dispersos en baja densidad; d) selva mediana perennifolia semi-conservada.

Muestreo y preservación de material colectado

Para analizar la diversidad de escarabajos se estableció un transecto 20 m de largo donde se colocaron cinco trampas de caída (pitfall NTP-80 calamar de cebo) a una distancia de 4 m largo en cada uno de los sitios muestreados. En cada trampa se colocaron 200 ml de una mezcla a base de etanol y anticongelante para evitar la evaporación (Figura 2). La colecta se realizó en la temporada de secas de septiembre 2017-abril 2018. El material de cada trampa se colectó cada tres días en frascos con acetato de etilo para preservar el material. Los individuos se etiquetaron y agruparon por morfoespecies para el conteo de las abundancias. Para el agrupamiento de morfoespecies e identificación se consultó el catálogo y claves ilustradas de escarabajos coprófagos de Yucatán (Pacho-Avilés *et al.*, 2014) y será validado por un experto en el área.



Figura 2. a y b) colocación de trampas de caída; c) se le colocó 250 ml de alcohol y 250 ml de anticongelante y 50 gr de calamar como cebo; d) Para evitar la pérdida de trampas por los animales se le colocaron piedras por encima; e) colecta de escarabajos; f) los especímenes colectados se colocaron en frascos de vidrio para su posterior identificación; g) cuantificación e identificación por géneros; h) se montó en espuma-flex un espécimen de cada especie con su respectiva etiqueta.

Análisis estadístico

Para calcular la riqueza de géneros se utilizó el estimador Chao 1 y curvas de rarefacción basados en cobertura. El análisis se realizó utilizando el programa en línea iNEXT® configurado a 40 knots y bootstraps con 100 réplicas. Los índices de Shannon-Wiener (H') se calcularon utilizando el programa EstimateS®. La homogeneidad de Pielou (J') se calculó utilizando el programa PAST versión 2.02. Los datos de diversidad de los macro-artrópodos en los diferentes agro-ecosistemas se compararon con una prueba de Kruskal-Wallis y para determinar qué muestra fue diferente se utilizó la prueba de comparaciones pareadas de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni en el programa PAST ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Con relación a la abundancia y riqueza total de Scarabaeoidea se recolectaron 396 individuos adultos, que representan a 12 especies incluidas en 11 géneros (Figura 3). Las especies con mayor abundancia fueron *Canthon cyanellus* ($n = 166$) y *C. viridis* ($n = 103$).

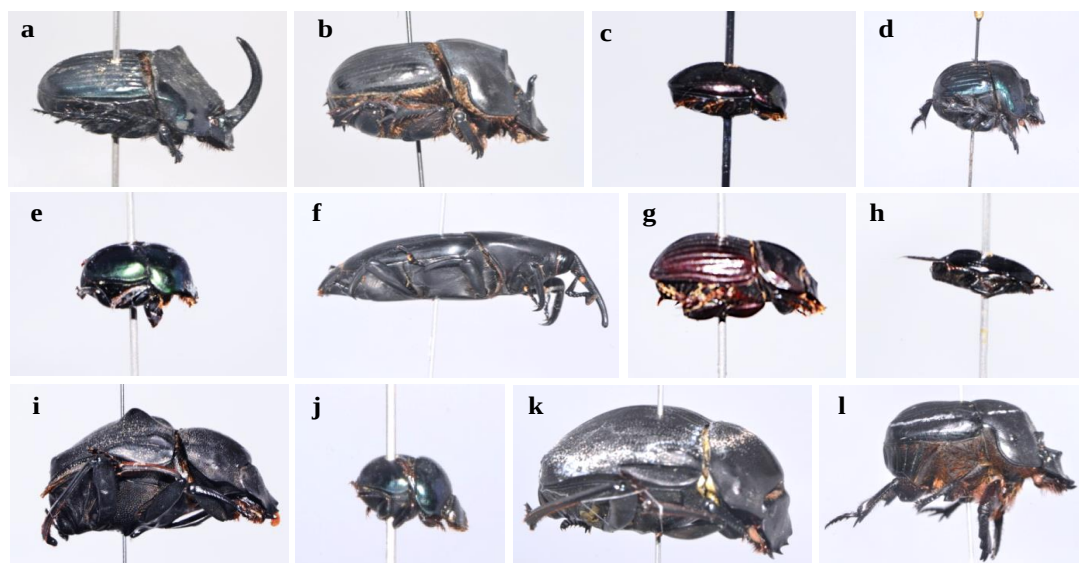


Figura 3. Escarabajos colectados en ecosistemas contrastantes con trampas NTP-80; a) *Phanaeus endymion*, b) *Digitonthophagus 2*, c) *Ateuchus perezvelai*, d) *Crophaneus olsoufieff*, e) *Canthon viridis*, f) *Rhynchophorus palmarum*, g) *Eurysternus mexicanus*, h) *Megadytes glaucuas*, i) *Deltochilum lopides*, j) *Canthon cyanellus*, k) *Sisyphus mexicanus*, l) *Copri lunaris*.

Por otra parte, abundancia y riqueza de Scarabaeoidea en cada agro-ecosistema presentó los siguientes resultados (Cuadro 1 y 2): En el sistema silvopastoril de *L. leucocephala* con pasto *C. plectostachyus* se recolectaron 28 individuos adultos, que representan a 6 especies incluidas en 5 géneros. Las especies con mayor abundancia fueron *C. cyanellus* (n = 17) y *C. viridis* (n = 7). En el sistema silvopastoril de *L. leucocephala* con pasto *P. maximum* se recolectaron 63 individuos adultos, que representan a 5 especies incluidas en 5 géneros. Del mismo modo, las especies con mayor abundancia fueron *C. cyanellus* (n = 35) y *C. viridis* (n = 24). En el sistema ganadero a base de *B. brizantha* con árboles dispersos en baja densidad se recolectaron 51 individuos adultos, que representan a 8 especies incluidas en 7 géneros. Las especies con mayor abundancia fueron *C. cyanellus* (n = 26) y *C. viridis* (n = 16). Finalmente, en la selva mediana perennifolia semi-conservada se recolectaron 254 individuos adultos, que representan a 11 especies incluidas en 10 géneros. Las especies con mayor abundancia fueron *C. cyanellus* (n = 88), *C. viridis* (n = 56), *Sisyphus mexicanus* (n = 33), *Ateuchus perezvelai* (n = 33) y *Copri lunaris* (n = 21).

La mayor abundancia y riqueza se encontró en la SMP, sin embargo, el estimador de riqueza indica que L+M, ADP, y SBP tienen una riqueza equiparable, no obstante, la abundancia claramente es mayor en la SMP (Cuadro 1 y 2). El agro-ecosistema L+M de acuerdo a la riqueza calculada tiene únicamente seis especies, siendo el ecosistema menos diverso. Para recuperar la mayoría de la riqueza de los agro-ecosistemas se requiere de un esfuerzo mayor de muestreo. De acuerdo al índice de diversidad de similitud, los agro-ecosistemas L+M, ADP presentan homología y los extremos de divergencia los presentan L+E y SMP (Figura 4).

Cuadro 1. Medidas de diversidad de escarabajos en diferentes ecosistemas sistemas.

Parámetros ecológicos	Ecosistemas			
	L+E	L+M	ADP	SMP
Riqueza de especies	6	5	8	11
Número total de individuos	28 ^a	63 ^a	51 ^a	254 ^b
Dominancia D	0.4362	0.4553	0.3649	0.2119
Shannon H	1.126	0.9352	1.309	1.781
Equitatividad J	0.6282	0.5811	0.6296	0.7426
Chao-1	12	5.5	11	11.5

L+E, potrero de *Leucaena leucocephala* asociado con *Cynodon plectostachyus*; L+M, Potrero de *Leucaena leucocephala* asociado con *Panicum maximum* cv. Mombaza; ADP, potrero de *Brachiaria brizantha* con árboles dispersos en baja densidad; SMP, selva mediana perennifolia semi-conservada. Letras diferentes en las filas muestran diferencias en los diferentes ecosistemas analizados (Kruskal-Wallis; P<0.05).

Conclusión

La mayor diversidad de especies se presentó en la selva mediana perennifolia semi-conservada y menor riqueza en las dos parcelas de *L. leucocephala* con *C. plectostachyus*. Los agroecosistemas que preservan una alta diversidad comparable con una selva semi-conservada son los pastizales con árboles de sombra y *L. leucocephala* con *P. maximum* Mombaza. Esto indica que estos ecosistemas la disponibilidad de recursos (estiércol de ganado, y posiblemente de vertebrados menores) y refugio son importantes para el mantenimiento de las comunidades de escarabajos estercoleros. Sin embargo, se tiene que analizar las actividades agrícolas aledañas a los sitios, la distancia con áreas de vegetación original, las características del suelo, así como de las necesidades alimentarias y reproductivas de cada gremio de la comunidad de los escarabajos. Es necesario realizar más colectas y ampliar el estudio para tener una mayor solidez de los datos y analizar el efecto de las actividades ganaderas sobre la diversidad de escarabajos en el sur de Quintana Roo.

Cuadro 2. Número de individuos y especies en cuatro agro-ecosistemas contrastantes en el sur de Quintana Roo.

Especies	L+E	L+M	ADP	SMP	Total
<i>Sisyphus mexicanus</i> Harold, 1893.	0	0	2	33	35
<i>Deltochilum</i> (Hybomidium) <i>lopides</i> Bade, 1982.	0	0	0	4	4
<i>Eurysternus mexicanus</i> Harold, 1869.	0	0	0	1	1
<i>Ateuchus perezvelai</i> Kohlmann, 2000.	1	0	1	33	35
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	0	0	1	0	1
<i>Coprophaneus olsoufieff</i> , 1924.	1	0	0	3	4
<i>Digitonthophagus</i> 2	0	1	3	2	6
<i>Copri lunaris</i>	1	0	0	21	22
<i>Megadytes glaucus</i>	1	2	1	0	4
<i>Canthon viridis</i> mole	7	24	16	56	103
<i>Phanaeus</i> (Notiophanaeus) <i>endymion</i> Harold, 1863	0	0	0	12	12
<i>Canthon cyanellus</i> Leconte	17	35	26	88	166
Desconocido	0	1	1	1	3

L+E, potrero de *Leucaena leucocephala* asociado con *Cynodon plectostachyus*; L+M, Potrero de *Leucaena leucocephala* asociado con *Panicum maximum* cv. Mombaza; ADP, potrero de *Brachiaria brizantha* con árboles dispersos en baja densidad; SMP, selva mediana perennifolia semi-conservada.

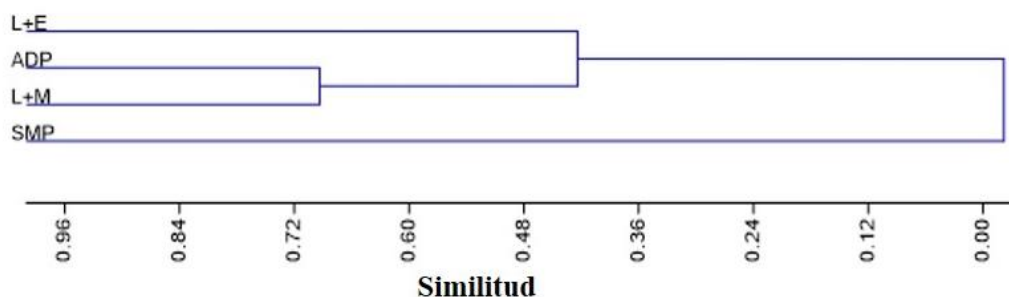


Figura 4. Gráfico de similitud de Bray–Curtis utilizando la abundancia por especies.

Agradecimientos

Se agradece al Tecnológico Nacional de México, por el financiamiento otorgado al proyecto clave 6324.17-P.

Referencias

- Andresen E, Feer F. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. Págs. 331-349. en: Forget P.M.; Lambert, J.; Hulme, P.; Vander-Wall, S.B. (eds.). Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment. CABI Publishing, Oxon.
- Cabrera G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y Forraje 35(4): 349-364.
- Halfpiter G, Edmonds WD. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología, México, D. F.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4: 9.
- Lobo JM, Veiga CM. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. Ecología 4: 313-331.
- Martínez MI, Cruz M, Montes de Oca E, Suárez T. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Primera edición. Secretaría de Educación de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa, Veracruz, México. 73 p.
- Morón MA. 2003. Análisis de la entomofauna necrófila del área norte de la reserva de la biósfera “Sian ka’an”, Quintana Roo, México. Revista Folia Entomológica Mexicana, 69: 83-98.
- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezcua S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. Biological conservation, 141(6), 1461-1474.
- Noriega JA, Solís C, García H, Murillo-Ramos L, Renjifo JM, Olarte JE. 2013. Sinopsis de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) del Caribe Colombiano. Caldasia 35(2): 465-477.

Pacho-Áviles J, Rodríguez-Vivas JI, Reyes-Novelo E. 2004. Catálogo y claves ilustradas de escarabajos coprófagos de Yucatán. UADY-CONACYT, México. 60 pp.

Actividad Biológica del Propóleo Rojo del Estado de Campeche, México

L.R. Martínez-Pérez de Ayala*, D.G. Córdova Quiñones

Resumen. El presente trabajo, tuvo como objetivo conocer las características de los propóleos rojos recolectados en el Estado de Campeche, México. Para lo cual se estableció la metodología siguiente: se georeferenciaron los apiarios donde se colectó el propóleo, se caracterizó la cubierta y uso de suelo en un diámetro de cinco kilómetros, utilizando imágenes de satélite LandSat ETM+. Los propóleos se colectaron mediante la trampa Propolizadora Campechana. La actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos, de cada muestra de propóleo rojo, se realizó con el método de difusión en agar llamado pozo-placa (Kirby-Bauer, 1966) y la determinación química se realizó mediante cromatografía de gases acoplado a masas. Se determinó que los propóleos rojos se producen en zonas de selva baja inundable o zonas de manglar inundable, pero siempre en presencia de agua encontrando que las plantas que abundan en estas áreas son las especies *Hematoxylum campechianum* y *Dalbergia glabra*. Respecto a la actividad bactericida y bacteriostática, se detectó que los propóleos rojos tienen un espectro amplio contra bacterias gram positivas y gram negativas.

Palabras clave: abejas, propóleo, tintura, extractos.

Introducción

El conocimiento del propóleo por el hombre, es más reciente que el de la miel, sin embargo, su uso se remonta a varios milenios antes de nuestra Era. En el Egipto antiguo (algunos milenios antes de Cristo), el propóleo era bien conocido por los sacerdotes en cuyas manos se hallaba la técnica de la momificación de cadáveres (Donadieu, 1980). La existencia de una gran diversidad de propóleos, se les atribuye a los diversos biomas existentes en el mundo (Park *et al.*, 2000).

Dirección General de Postgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Campeche.

*Autor para correspondencia: lrmartin@uacam.mx

En Europa, América del Norte y el sur de Brasil la principal fuente de resinas vegetales que le sirven a las abejas para formar el propóleo provienen de *Alamo Populus sp.* (Park *et al.*, 2001). Sin embargo, para el estado de Minas Gerais en Brasil se analizaron muestras de propolis en contrando granos de polen de las especies *Astronium sp.*, *Braccharis dracunculifolia*, *eucalyptus sp.*, *Hyptis sp.* y *Vernonia polyanthes*, predominando *B. dracunculifolia* y *V. polyanthes* (Barth, 2004)

La recolecta del propóleo se lleva a cabo por un número reducido de abejas (de más de 15 días de vida) y se realiza durante las horas más calientes del día, por lo regular entre las 10:00 a las 15:30 horas (Dos Santos, 1996).

Estudios efectuados en las últimas décadas enfocados a determinar la composición del propóleo, mencionan que su composición genérica se encuentra de la siguiente manera: 55% de resinas y bálsamos, un 10% de aceites volátiles, cerca de un 30% de cera y un 5% de polen (Borcic *et al.*, 1996). También posee ácidos grasos saturados y ácido 10-hidroxi-2desenoico (Manrique, 2000) En lo referente a su composición química, aún no se logra conocer la totalidad de sus componentes. Algunos autores señalan que el propóleo contiene más de 150 elementos (Basnet *et al.*, 1996), otros mencionan que su contenido está formado por más de 160 constituyentes (Cunha *et al.*, 1998). Por último Sforcin y colaboradores (1995) señalan la presencia de mas de 180 componentes para está resina. La diferencia en el número de constituyentes del propóleo reportado por los investigadores antes citados, pudo deberse, a que la composición del propóleo, depende directamente de su origen geográfico (Ackermann, 1991) y del recurso floral del que fue colectado (Markham *et al.*, 1996), e indirectamente de la localidad y tiempo de recolección (Woisky y Salatino, 1998). Cabe señalar que el propóleo se encuentra constituido principalmente por flavonoides, flavonoles, flavononas flavonas y ácidos orgánicos como el ferúlico, cinámico, cafeico y benzoico (Rojas *et al.*, 1990).

Debido a que la composición del propóleo está relacionada con la zona de recolección y que la actividad biológica depende directamente de sus componentes, es razonable encontrar propóleos con diferentes actividades biológicas. Lo anterior, ha provocado que se le asigne un amplio espectro de propiedades biológicas a los extractos de propóleos, como lo son: antibacterial, antifungal y antiviral, (Koo y Park, 1997), estimulador inmunológico, anestésico, antiúlceras, antioxidante, antihipertensión y antitumoral, entre otras (Palma y Malaspina, 1999).

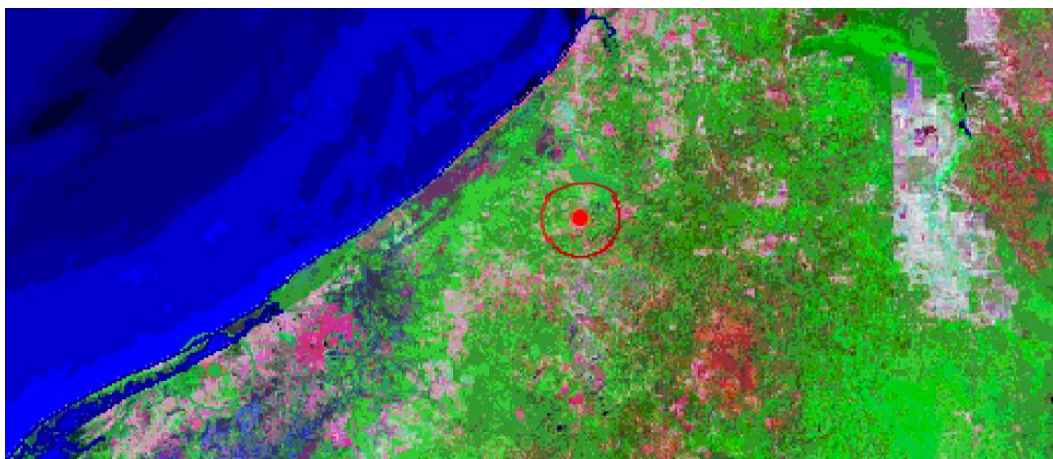
Diversos investigadores, han efectuado estudios enfocados a determinar la actividad antibiótica del propóleo. Esto se ha hecho con el uso de diferentes técnicas de extracción, con muestras de propóleo de áreas determinadas, encontrando que el propóleo presenta una actividad bacteriostática (Bonvehí *et al.*, 1994) y bactericida (Bankova *et al.*, 1995), siendo pertinente señalar que el extracto alcohólico del propóleo, posee una acción antibacteriana sobre cepas gram positivas y el extracto acuoso tiene un espectro más amplio sobre bacterias gram positivas y gram negativas.

Por otro lado, diversos autores señalan una baja sensibilidad al propóleo, para especies gram negativas en comparación con las gram positivas (Fernández Jr. *et al.*, 1995). Con estas premisas el presente estudio tuvo como objetivo conocer las características biológicas y químicas de los propóleos rojos recolectados en el Estado de Campeche.

Materiales y métodos

Identificación del tipo de cubierta y uso del suelo

Para poder llevar a cabo la interpretación de la cubierta y uso de suelo cercana a los apiarios se georeferenciaron los centros de cada uno de ellos utilizando un GPS en coordenadas UTM a fin de tener las unidades en metros. Los puntos de los apiarios se presentaron en 2 zonas UTM: en la zona 15 y 16, por lo que se agruparon según la zona correspondiente, quedando de la siguiente manera: Hecelchakán, Hampolol, Pixtún (3), Sabancuy (2) y Candelaria en la zona 15 y Calkiní, Hopelchen y Calakmul en la zona 16 (figura, 1).



Figura, 1, Foto satelital de la ubicación de los apiarios experimentales ubicados en Champotón, Campeche.

Una vez que se tuvieron estos puntos se calcularon zonas de amortiguamiento (buffers) de 5 km para cada apiario, el propósito de identificar la cubierta y uso del suelo en éstas áreas y abarcar la distancia que recorren las abejas para la colecta del propóleo.

La identificación de la cubierta y uso de suelo se llevó a cabo mediante una clasificación no supervisada con el algoritmo ISODATA (Duda y Hart, 1973) de una imagen Landsat ETM+ remuestreada a 14.25 metros de tamaño de píxel del 6 de abril del 2001.

El método de clasificación no supervisada se dirige a definir las clases espectrales presentes en la imagen, en esta estrategia se asume que los valores presentes en la imagen forman una serie de conglomerados o clusters, donde estos grupos equivaldrían a píxeles con un comportamiento espectral homogéneo y, por tanto, deberían definir las clases temáticas de interés. Este método se centra más en la interpretación, que en la consecución de los resultados (Chuvieco, 1990).

El algoritmo ISODATA (Duda y Hart, 1973), procede a partir de las siguientes fases (Chuvieco, 1990):

1. Se señalan una serie de centros de clase, de acuerdo al número y forma indicados por el usuario;
2. Se asignan todos los píxeles de la imagen el centro de clase más próximo;
3. Se calculan de nuevo los centros de clase, teniendo en cuenta los valores de todos los píxeles que se le hayan incorporado en la fase anterior;
4. Se vuelven a asignar todos los píxeles de la imagen al centro más cercano, el cual – debido al desplazamiento registrado en 3 – no tiene por qué coincidir con la anterior asignación realizada en 2;
5. Vuelven a calcularse los centros de clase, teniendo en cuenta las nuevas incorporaciones, y se retorna a la fase 4

Este proceso se repite iterativamente hasta que el centro de la clase no se desplace significativamente, lo que indica un buen ajuste a los grupos presentes en la imagen (Chuvieco, 1990).

Colecta de propóleo

La recolecta de las muestras de propóleo se llevo a cabo del mes de noviembre al mes de enero, por ser estos los de mayor producción (Martínez, 2000), utilizando para tal caso la Trampa Propolizadora Campechana, la cual consiste en la colocación de dos tablas de madera de 2 X 3 X 45 cm de alto ancho y largo respectivamente, mismas que fueron colocadas entre la cámara de cría y el alza (Martínez *et al.*, 2004)

La colecta se efectuó semanalmente utilizando un cuchillo de acero inoxidable para cortar el propóleo y un recipiente de plástico de boca ancha con tapa de capacidad de un litro para depositar el propóleo colectado.

Preparación de los extractos etanólicos

Las muestras de propóleo se introdujeron en un congelador a -18 ó -20° C por 24 horas, posteriormente se procedió a su maceración utilizando un mortero de porcelana de 500 ml de capacidad.

Las muestras de propóleo macerado se pesaron mediante una bascula granataria digital (marca: OHAUS, modelo: Navigator, capacidad: 2100g), depositándolo dentro de frascos de vidrio de boca ancha de un litro de capacidad, agregándole alcohol de caña

de azúcar (96°), en una proporción de 1000 ml por cada 300g de propóleo para la primera extracción, en la segunda extracción se utilizó una proporción de 600ml por cada 300g.

Los frascos conteniendo el alcohol y el propóleo se colocaron en cajas de cartón con divisiones individuales para cada frasco. Las cajas conteniendo los frascos se colocaron en un Ro Tap marca Tyler RX-29 W.S., por 24 horas con agitación intermitente de 30 minutos por una hora de reposo. Así mismo, durante la noche se dejó en reposo con el fin de que precipitaran las sustancias no solubles en etanol.

Los extractos obtenidos fueron filtrados utilizando embudos y coladores de plástico y filtros de papel para cafetera, separando la parte sólida del extracto, regresando los sólidos a los frascos para la segunda extracción en la cual se repite la misma acción. Los extractos obtenidos de la primera y segunda extracción se mezclaron y depositaron en frascos de plástico de boca angosta.

Actividad antimicrobiana

La actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos, de cada muestra de propóleo rojo, se realizó con el método de difusión en agar llamado pozo-placa (Kirby-Bauer, 1966), preparándolos en soluciones al 5% en dimetilsulfóxido (DMSO) y utilizando cepas de referencia (Cuadro 1) de la American Type Culture Collection (ATCC), descrito por Delgado-Herrera (2006).

Cuadro 1. Cepas de referencia de la ATCC utilizadas para evaluar la actividad antimicrobiana.

Microorganismo	Cepa ATCC
Bacterias Gram positivas	<i>Bacillus subtilis</i> (ATCC 6333)
	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6338)
	<i>Streptococcus agalactiae</i> (ATCC 260)
Bacterias Gram negativas	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 10536)
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 10231)
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 4209)
	<i>Shigella flexneri</i> (ATCC 9748)

Resultados y discusión

Con base en la interpretación de la imagen de satélite, revisión bibliográfica, consulta con expertos y revisión de cartografía temática existente, se identificaron 11 clases de cubierta y uso del suelo para las zonas de muestro: agua (cuerpos de agua naturales y artificiales permanente y semi-permanentes), selva baja, selva mediana, manglar, manglar + selva, pastizales y bajos inundables (tulares, popales, selva baja inundable,

tintales, sabana y pantanos), pastizales y bajos inundables + agricultura, agricultura (riego y temporal), agricultura + zonas sin vegetación aparente y/o dispersa (incluye bancos de material, zonas rocosas, áreas taladas y campos de cultivo en preparación), zonas urbanas + carreteras + zonas sin vegetación aparente y/o dispersa + agricultura y zonas urbanas + carreteras + zonas sin vegetación aparente y/o dispersa. A continuación, se detalla la distribución de las clases de cubierta y uso de suelos identificados, así como las áreas que éstas abarcan para cada punto de muestro:

Pixtún (1 apiario).

Clase	Área (ha)	Área (%)
Agua	56.2	0.41
Selva baja	5288.6	39
Pastizales/Bajos inundables	3629.4	26
Pastizales/Bajos inundables + Agricultura	1518.9	11
Agricultura	2476.3	18
Zonas urbanas + Carreteras + Zonas sin vegetación aparente y/o dispersa + Agricultura	763.7	6

Cabe señalar que las plantas que abundan en esta área son las especies *Hematoxylum campechianum* y *Dalbergia glabra*, por lo que podemos llegar a pensar que pueden ser estas las que están contribuyendo en la elaboración del propóleo por las abejas.

Actividad antimicrobiana

De acuerdo a los análisis microbiológicos efectuados a los propóleos rojos encontramos que estas resinas un amplio espectro activo contra bacterias gram positiva y gram negativas excepto contra *Shigella flexneri* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de propóleos en diferentes zonas del estado de Campeche.

Zonas	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. flexneri</i>
Champoton1	17	20	25	14	15	14	N.D

En lo que respecta a las concentraciones mínimas inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB), se observó que solo presentaron actividad inhibitoria del

crecimiento bacteriano (Figura, 1) y no bactericida (Cuadro 3 y 4), lo anterior pudo deberse a las concentraciones utilizadas en el presente trabajo.

Cuadro 3.- CMI y CMB los extractos etanólicos de propóleos que resultaron con halos de inhibición mayores de 10 mm, para bacterias Gram positivas

Zonas	<i>B. subtilis</i>			<i>S. aureus</i>			<i>S. agalactiae</i>		
	Halo	CMI	CMB	Halo	CMI	CMB	Halo	CMI	CMB
Champton1	17	0.0281	N.D	20	≥ 0.45	N.D	25	0.0281	N.D

Cuadro 4.- CMI y CMB los extractos etanólicos de propóleos que resultaron con halos de inhibición mayores de 10 mm, para bacterias Gram negativas.

Zonas	<i>P. aeruginosa</i>			<i>K. pneumoniae</i>			<i>E. coli</i>		
	Halo	CMI	CMB	Halo	CMI	CMB	Halo	CMI	CMB
Champton1	14	≥ 0.45	N.D	15	≥ 0.45	N.D	14	≥ 0.45	N.D

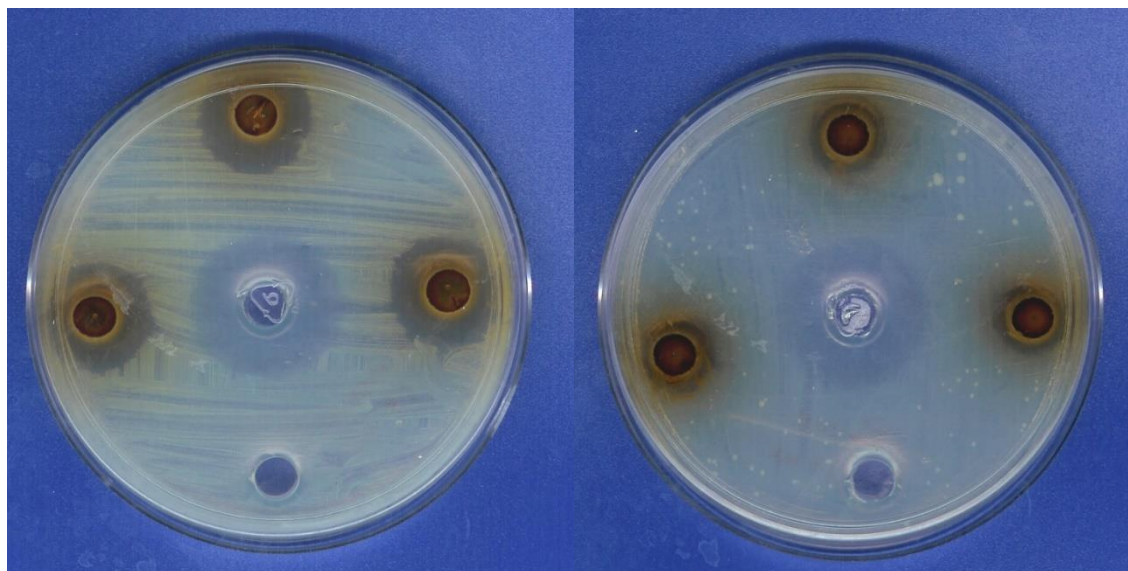


Figura 1. Halos de inhibición de *Staphylococcus aureus* (izquierda) y *Escherichia coli* (derecha).

Conclusión

De acuerdo a lo antes expuesto podemos concluir que los propóleos rojos del estado de Campeche se producen en zonas de selva baja inundable o zonas de manglar inundable,

pero siempre en presencia de agua encontrando que las plantas que abundan en estas áreas son las especies *Hematoxylum campechianum* y *Dalbergia glabra*.

Los propóleos rojos presentan un amplio espectro activo contra bacterias gram positiva y gram negativas excepto contra *Shigella flexneri* (ATCC 9748).

Se agradece a la Facultad de Química de la UADY, Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL), Universidad de La Habana y Laboratorio Antidoping de La Habana, por las facilidades en el uso de sus laboratorios para llevar a cabo estas evaluaciones.

Referencias

- Ackermann T. 1991. Fast chromatographic study of propolis crude; Food Chem. 42: 135-138
- Bankova V, Christov R, Kujumgiev A, Marcucci MC, Popov S. 1995. Chemical composition and antibacterial activity of Brazilian propolis. Z. Naturf. 50: 167-172
- Barth OM. 2004. Mekissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees; Scientia Agricola. 61 (3)
- Basnet P, Matsushige K, Hase K, Kadota S, Namba T. 1996. Four di-o-caffeoyl quinic acid derivatives from propolis: Potent hepatoprotective activity in experimental liver injury models; Biol. Pharm. Bull. 19: 1479-1484
- Bonvehí JS, Coll FV, Jorda RE. 1994. The composition, active components and bacteriostatic activity of propolis in dietetics, JAOCS 71 :529-532
- Borcic I, Radonic A, Grzunov K. 1996. Comparison of the volatile constituents of propolis gathered in different regions of Croatia; Flav. and Frag. Jour. 11 :311-313
- Cunha IBS, Oliveira ACC, Bretz WA, Valente P, Marcucci MCR, Caetano FM. 1998. Avaliação de diferentes extratos etanólicos de propolis provenientes de Abelhas Jataí X *Apis mellifera*; Anais do XII Congresso Brasileiro de Apicultura; Bahia. 200 p.
- Chuvieco E. 1990. Fundamentos de teledetección espacial, Editorial RIALP, Madrid, España. 453 p.
- Donadieu Y. 1980. La Propolis: Therapeutica Natural; Maloine, S. A. Editeur; París. 46 p.
- Dos Santos MA. 1996. Coleta de propólis em abelhas africanizadas; Anais do II encontro sobre abelhas; Riberao Preto, S. P., Brasil. 298 p.
- Duda RD, Hart PE. 1973. Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons, New York.
- Fernandes Jr. A, Sugizaki MF, Fogo ML, Funari SRC, López CAM. 1995. *In vitro* activity of propolis against bacterial and yeast pathogens isolated from human infections, J. Venom. Anim. Toxins. 1: 63-69.
- Kirby WMM, Bauer AW, Sherris JC, Turk M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. Am J Clin Pathol 45: 493-496.
- Koo MH, Park YK. 1997. Investigation of flavonoid aglicones in propolis collected by two different varieties of bee in the same region, Biosci. Biotech. Biochem. 61: 367-369.
- Manrique AJ. 2000. Producción de propóleo; FONAIAP DIVULGA. (66) <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd66/texto/propoleo.htm>
- Markham KR, Mitchell KA, Wilkins AL, Daldy JA, Lu Y. 1996. HPLC and GC-MS identification of the major organic constituents in New Zealand propolis; Phytochem. 42 :205-211
- Martínez LR, Delgado-Herrera MA, Rojas N, Casillas-Peñuelas R. 2004. El propóleo y las técnicas para su colecta, En: Memorias del XVIII Seminario Americano de Apicultura, Villahermosa, Tabasco. Pp. 143-151

- Palma MS, Malaspina O. 1999. El propóleo, Apitec. 17 :6-10
- Park YK, Alencar SM, Aguiar CL, Scamparini ARP, González M, Molina MAA. 2001. Comparação das características físico-químicas das própolis produzidas na região sub-tropical da América do sul: evidência fitoquímica de sua origem botânica; Mensagem Dose. (61) <http://www.apacame.org.br/index1.htm>
- Park YK, Ikelgaki M, Matias de Alencar S. 2000. Classificação das própolis brasileira a partir de suas características físico-químicas e propriedades biológicas; Mensagem Dose. (58) <http://www.apacame.org.br/index1.htm>
- Rojas NM, De la Cuétara Cuéllar A, Vázquez NM. 1990. Actividad antimicrobiana de una nueva estructura química aislada de una muestra de propóleo cubano. Rev. Biol. IV :47-56
- Sforcin JM, Funari SRC, Novelli ELB. 1995. Serum biochemical determinations of propolis - treated rats. J. Venon. Anim. Toxins. 1:31-37
- Woisky RG, y Salatino A. 1998. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. Jour. of Apic. Res. 37:99-105

Diversidad, patrones de distribución y usos potenciales de Convolvulaceae: estrategia para mitigar la crisis alimentaria de abejas melíferas en los periodos críticos de floración en Campeche, México

D. Zúñiga-Díaz^{1*}, W. Cetzal-Ix¹, E. Noguera-Savelli², J.F. Martínez-Puc¹, M. Cuevas¹, S.K. Basu³

Resumen. La familia Convolvulaceae a nivel mundial posee 1,500 especies en 40 géneros. En México, se registran 251 especies en 17 géneros; en la Península de Yucatán (PY) incluye 76 especies en 12 géneros. Las especies de esta familia crecen principalmente en vegetación secundaria y a orillas de caminos de los diversos tipos de vegetación en la PY, por lo tanto, son consideradas especies de áreas perturbadas y de hábito parásito. No obstante, sus especies poseen múltiples usos potenciales como alimenticios, ornamentales, medicinales, forrajeros, para construcción, y mágico religioso. Además, la mayoría de sus especies de este grupo son consideradas de amplia utilidad en la actividad apícola. El objetivo de este estudio fue determinar los patrones de distribución geográfica de Convolvulaceae en la porción norte de Campeche, para conocer sus aspectos ecológicos y áreas de mayor diversidad para su conservación y que permitan revalorar sus usos potenciales para su aprovechamiento en la apicultura. Con base en recolecciones de campo y una revisión de especímenes de herbarios (CICY y UCAM) se obtuvieron 60 registros de Convolvulaceae, de los cuales, 32 corresponden para Tenabo, 23 para Calkiní y cinco para Hecelchakán. Con base en estos registros se identificaron 23 especies en siete géneros que representan el 44% de las especies registradas para este grupo en Campeche (52 especies). Los géneros con mayor número de especies es *Ipomoea* (7) y *Merremia* (5), los demás están representados por una o dos especies (Cuadro 1). El municipio con mayor diversidad de especies es Tenabo con 21 especies, seguido de Calkiní con 11 y Hecelchakán con cuatro.

Palabras clave: Aprovechamiento, Campeche, conservación, flora melífera, Quintana Roo, Yucatán.

¹Tecnológico Nacional de México/ I T Chiná, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

²Catedrática Conacyt-Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Campeche, México.

³Department of Biological Sciences, University of Lethbridge, Alberta, Canada

*Autor para correspondencia: wozudy@hotmail.com

Introducción

La familia Convolvulaceae cuenta con 40 géneros y más de 1,500 especies (McDonald, 1997). En México, se registran 251 especies en 17 géneros. La Península de Yucatán (PY) incluye 76 especies en 12 géneros. El estado de Campeche cuenta con 53 especies. Este grupo de plantas se posiciona dentro de las ocho familias más diversas en la PY, por debajo de Cyperaceae (109), Euphorbiaceae (112), Orchidaceae (131), Asteraceae (142), Poaceae (214) y Fabaceae (225) (Carnevali *et al.*, 2010). Uno de los géneros que destacan dentro de Convolvulaceae es *Ipomoea* con 43 especies, siendo uno elemento florístico común en los diversos tipos de vegetación de la PY.

Esta familia es conocida comúnmente como ‘‘campanas o campanitas’’, por lo general, se caracterizan por su hábito trepador, la mayoría de las especies presentan flores con aspecto tubular y de diversos colores, generalmente con duración efímera. La mayoría de las especies crecen principalmente en vegetación secundaria y a orillas de caminos de los diversos tipos de vegetación en la PY, por lo tanto, son consideradas especies de áreas perturbadas y de hábito parásito. Sin embargo, la mayoría de sus especies poseen usos ornamentales, medicinales, para construcción y son consideradas de amplia utilidad en la actividad apícola por presentar floraciones durante todo el año. En lo que respecta al uso melífero, la PY es la región con la mayor producción de miel en México, ya que aporta aproximadamente entre el 35-45% del total de la producción (Porter-Bolland *et al.*, 2009).

Materiales y métodos

Área de estudio

Campeche se encuentra localizado geográficamente en el oeste y sureste de la península de Yucatán, con una extensión de 56 859 km²; comprendido entre los paralelos 17°49' y 20°51' de latitud norte y los meridianos 89°05' y 92°28' de longitud oeste. Limita al norte y noroeste con el estado de Yucatán, al este con el estado de Quintana Roo y con Belice. Al sur con el estado de Tabasco y Guatemala, al oeste con Tabasco y el Golfo de México (Gobierno del Estado, 2008). Conformado con 11 municipios. Las áreas de recolecta botánica de las especies de Convolvulaceae se establecieron con base en la cercanía de apiarios en la selva baja caducifolia y la selva baja sub-caducifolia y vegetación secundaria, en los municipios de Calkiní (coordenadas 20°22'21"N, 90°03'03"O), Hecelchakán (20°10'39"N, 90°08'11"O) y Tenabo (19°50'00"N 90°00'00"O).

Revisión y determinación taxonómica

Se consultaron las colecciones de los herbarios del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY) y la Universidad Autónoma de Campeche (UCAM). También se consultó literatura especializada (Arellano et al. 2003; Carnevali et al. 2010; McDonald A. 1997; Tapia 2011).

Selección de parcelas y recolecciones botánicas

En cada municipio se realizaron recolectas botánicas en áreas cercanas a zonas de producción apícola en selva baja caducifolia, en selva baja sub-caducifolia y en vegetación secundaria, durante cada estación (nortes, secas y lluvias). Dentro de las parcelas se realizaron recolectas botánicas (enero-diciembre 2017), se identificaron las especies con estructuras reproductivas. La recolecta, procesamiento y herborización de los ejemplares botánicos se realizó de acuerdo con la propuesta de Lot y Chiang (1986). Las determinaciones botánicas se efectuaron con base en literatura especializada, claves taxonómicas (Carnevali et al., 2010) y por comparación con colecciones de los herbarios CICY y UCAM durante el 2017.

Patrones de distribución geográfica

Para establecer los patrones de distribución geográfica de las especies de Convolvulaceae se utilizaron los registros obtenidos en campo, las especies revisadas de las colecciones de los herbarios CICY y UCAM. Además, se consultaron las bases de datos de Trópicos (<http://www.tropicos.org/>), que pertenecen al Jardín Botánico de Misuri (Missouri Botanical Garden, en inglés); la base de datos de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB), que pertenece a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y se solicitaron los registros de herbario de la Universidad Autónoma de México (MEXU). Con base en estos registros y a través del programa ArcGis (ESRI 2010) se elaboraron mapas de distribución para cada especie, usando capas de los tipos de vegetación de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>).

Usos actuales y potenciales de la familia Convolvulaceae

Los usos múltiples de las especies de Convolvulaceae fueron identificados con base en una revisión de diversos estudios de la flora de la PY, por ejemplo, Arellano-Rodríguez et al. (2003), McDonald A. (1997) y Carnevali et al. (2010). Las especies de Convolvulaceae presentan diversos usos entre los que destacan su uso medicinal, melífero, forrajero, alimenticio, mágico religioso.

Resultados y discusión

Se obtuvieron 60 registros de Convolvulaceae para estos tres municipios del norte de Campeche, de los cuales, 32 corresponden para Tenabo, 23 para Calkiní y cinco para Hecelchakán. Con base en estos registros se identificaron 23 especies en siete géneros,

representando el 44% de las especies registradas para Campeche. Los géneros con mayor número de especies es *Ipomoea* (7) y *Merremia* (5), los demás están representados por una o dos especies (Cuadro 1). El municipio con mayor diversidad de especies es Tenabo con 21 especies, seguido de Calkiní con 11 y Hecelchakán con cuatro (Cuadro 1).

El número registrado de especies en los municipios se encuentra influenciado por el efecto de recolecta, ya que los muestreos se realizaron principalmente en Tenabo y Calkiní, en tanto que Hecelchakán es intermedio entre estos (Figura 1). No obstante, estos tres municipios vecinos comparten parcialmente los mismos tipos de vegetación, siendo los principales donde se establecen los apiarios en la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia. Además, la mayoría de las especies de Convolvulaceae registradas en los municipios cercano a los apiarios son de amplia distribución en la península de Yucatán (PY), excepto especies como *Jacquemontia agrestis*, conocida solo hasta el momento en la parte norte de la PY.

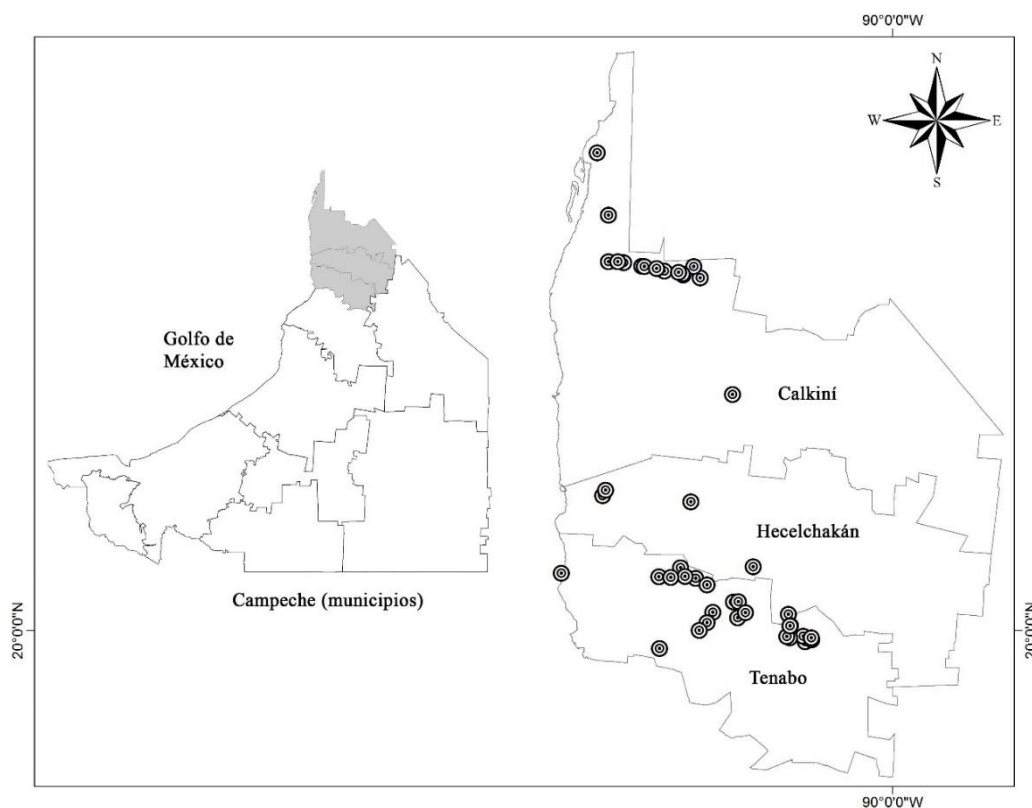


Figura 1. Registros de especies de Convolvulaceae en los municipios de la porción norte de Campeche, México.

La baja diversidad registrada en el municipio de Calkiní se debe en gran parte a los incendios provocados por el humano que se realizan a orillas de carretera cada año y que se escapa incendiando la vegetación secundaria, la selva baja caducifolia y la selva

mediana subcaducifolia o la deforestación para cultivos (Figura 2), estas actividades humanas impactan la vegetación cercana a los apiarios.



Figura 2. Selva baja caducifolia en temporada de secas en el municipio de Calkiní, Campeche, México.

En cuanto a la floración de las especies, se registró durante todo el año, aunque el pico de floración de la mayoría de las especies se registró en estos municipios durante la temporada de lluvias (Figura 3) y en lo que respecta en este año en la temporada de seca, fue muy escasa la floración de especies de Convolvulaceae (observación personal). En este sentido, este grupo de plantas pueden representar una alternativa económica para las familias que dependen de la actividad apícola, ya que muchas especies presentan floración durante todo el año, lo que beneficiaría a los apicultores en época de escasez de alimento en la temporada de lluvias.

En lo que respecta a sus usos potenciales, además de ser identificadas como melíferas son consideradas como ornamentales (especies de *Convolvulus*, *Ipomoea* y *Jacquemontia*), forrajeras (*I. crinicalyx* y *I. nil*) o son utilizadas para actividades mágico religiosas (*Turbina corymbosa*).



Figura 3. Diversas especies de Convolvulaceae creciendo en simpatria en la vegetación secundaria en la temporada de lluvias en el municipio de Calkiní, Campeche, México.

Cuadro 1. Especies de Convolvulaceae identificadas alrededor de los apiarios en la porción norte de Campeche, México.

Especies	Municipios	Especies	Municipios
<i>Convolvulus nodiflorus</i> Desr.	TEN	<i>Ipomoea tricolor</i> Cav.	TEN
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	CAL, TEN	<i>Ipomoea tuxtlensis</i> House	TEN
<i>Evolvulus nummularius</i> (L.) L.	TEN	<i>Jacquemontia agrestis</i> (Mart. ex Choisy) Meisn.	TEN
<i>Ipomoea alba</i> L.	CAL, TEN	<i>Jacquemontia sphaerostigma</i> (Cav.) Rusby	TEN
<i>Ipomoea anisomeres</i> B.L. Rob. & Bartlet	CAL, TEN	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	CAL, TEN
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	CAL, HEC, TEN	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f	TEN
<i>Ipomoea clavata</i> (G. Don) Ooststr. ex J.F. Macbr.	TEN	<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	TEN
<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	CAL, HEC, TEN	<i>Merremia tuberosa</i> (L.) Rendle	TEN
<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	TEN	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	TEN
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	TEN	<i>Operculina pinnatifida</i> (Kunth) O'Donell	CAL, TEN
<i>Ipomoea sagittata</i> Poir.	CAL	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	CAL, TEN
<i>Ipomoea steerei</i> (Standl.) L.O. Williams	CAL, HEC		

Abreviaciones municipios: Calkiní = CAL. Hecelchakán = HEC. Tenabo = TEN.

Conclusión

Las especies de Convolvulaceae se caracterizan por ser plantas trepadoras con numerosas flores y con periodos de floración durante la mayor parte del año, crecen principalmente a orillas de caminos y vegetación perturbada y a orilla de los caminos que se abren para establecer los apiarios. Por lo anterior, representan una alternativa importante como fuente de néctar y polen para las abejas durante los periodos críticos de floración en los diferentes tipos de vegetación de los municipios donde se establecen los apiarios.

Agradecimientos

WCI, JFMP y MC agradecen el financiamiento de los proyectos TecNM “Patrones de distribución, fenología y evaluación de la calidad del néctar de especies de Convolvulaceae: estrategia para incrementar los recursos florales de las abejas melíferas en periodos de escasez de alimento en Campeche, México” y al PRODEP “Caracterización morfológica y evaluación de la calidad del néctar de especies de Convolvulaceae para establecer modelos botánicos que permitan incrementar la producción apícola en la Península de Yucatán, México” (IDCA 24364, ITCHN-CA-4).

Referencias

- Arellano-Rodríguez JA, Flores-Guido JS, Tun-Garrido J, Cruz-Bojórquez MM. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. En: Flores JS. (Eds.). *Etnoflora Yucatanense*, pp. 20. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.
- Carnevali Fernández-Concha G, Tapia Muñoz JL, Duno de Stefano R, Ramírez IM (eds.) 2010. *Flora ilustrada de la Península de Yucatán: listado florístico*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida.
- Mcdonald A. 1997. Convolvulaceae: Taxonomía y florística. *Fascículo 12*. En: Gómez PA, Salvador FJ, Sosa OV, Diego PN, Tun GJ y Martínez MA. Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México. Eds.
- Porter-Bolland L, Medina ME, Montoy JA, Montoy P, Martin G, May G. 2009. *Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Ver. México. 322 p.
- Tapia-Muñoz JL. 2011. *La familia Convolvulaceae en la Península de Yucatán, Desde el Herbario CYCY, Mérida*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Yucatán, México.

Lepidópteros Diurnos como Indicadores Ecológicos en Agroecosistemas y Ecosistemas en Yaxcaba, Yucatán

M.I. Cahuich-Castillo¹, C. Yam- Chin^{2*}

Resumen. En Yucatán el 68% de la vegetación es secundaria y el 22 % a áreas agropecuarias y Urbanas, que necesitan ser evaluados de tal manera que se conozca su situación ecológica de manera económica. Hoy en día se utilizan a especies como indicadores de conservación o de perturbación tal es el caso de los lepidópteros. El presente estudio tiene la finalidad de determinar la diversidad de mariposas diurnas en tres tipos de vegetación con diferentes grados de perturbación. El área de estudio se localizó en la reserva privada “La suerte” en Yaxcabá, Yucatán. Se seleccionaron tres unidades ambientales (UA) un sistema agroforestal (SAF), área perturbada (AP), y área de conservación (AC), como tratamientos; aplicando un muestreo sistemático distribuyendo doce trampas Van Someren-Rydon por UA complementado con red entomológica aérea. Los datos fueron analizados determinando la riqueza y abundancia. Se elaboró un análisis de conglomerados para agrupar y diferenciar la composición de mariposas en las UA. Se registraron 3732 individuos y 55 especies distribuidas en cuatro familias, siendo Nymphalidae la más abundante. Se reportó una especie endémica registrada en las tres UA. El análisis de conglomerados generó dos grupos, siendo similares AC-SAF (46.59 %). Sin embargo, AP obtuvo mayor riqueza (50 especies). El grado de conservación de la vegetación tiene un efecto directo sobre la diversidad de mariposas. Se obtuvieron tres especies indicadoras de conservación.

Palabras clave: bioindicadores, conservación, mariposas.

Introducción

Yucatán presenta una tasa deforestación del 8% una de las más altas del país (Céspedes-flores y Moreno-Sánchez, 2010) mucho de ello producto de a la actividad agropecuaria.

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

²Tecnológico Nacional de México/ I T Conkal, Avenida Tecnológico, Conkal Yucatán.

*Autor para correspondencia: carlos.yam@itconkal.edu.mx

Estudios como la de Chiappy *et al.* (2004) reportan para Yucatán un 10% de vegetación primaria, un 68 % vegetación secundaria y el 22% corresponde a áreas agropecuarias y zonas urbanas. Cabe señalar que la vegetación secundaria tiene su origen de la milpa tradicional y generalmente se encuentra en diferentes estados sucesionales, con alta incidencia de perturbaciones como los incendios forestales que evitan la recuperación de la vegetación a su estado natural. Por otro lado, las superficies destinadas a las actividades agropecuarias se encuentran creciendo a un ritmo alarmante (Ellis *et al.*, 2017). Una de las estrategias utilizadas hoy en día es la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) que, junto con áreas protegidas y remanentes de selva original de una región, pueden ayudar a reducir el impacto negativo que causan los factores de sistemas de agricultura y pastoreo convencionales sobre la biodiversidad (Tobar e Ibrahim 2010; González-Valdivia *et al.*, 2011). De igual manera sirven como corredores para los movimientos migratorios que realizan la flora y fauna silvestre, pues indican que los SAF albergan tanta riqueza de especies como los hábitats conservados.

Por lo anterior es necesario herramientas que permitan conocer el grado de perturbación o conservación de los ecosistemas y los agroecosistemas. Para ello es necesario tener un referente ecológico de comparación (González-Valdivia *et al.*, 2016) y determinar uno o un conjunto especies con características logísticas, ecológicas y sociales que sirva para dicho propósito (Pozo *et al.*, 2014). Los lepidópteros son considerados especies indicadoras pues presentan una diversidad y distribución amplia determinada por condiciones ambientales particulares, algunas de ellas, con un alto nivel de especialización que los hacen exclusivos de hábitats específicos (Pozo y Galindo, 2000; Pozo, 2004, Maya-Martínez *et al.* 2005). Bajo este contexto, el presente trabajo se planteó como objetivo determinar la diversidad de lepidópteros diurnos en tres tipos de ecosistemas en Yaxcabá, Yucatán, considerando un enfoque en especies de mariposas indicadoras.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Yaxcabá se encuentra inmerso en llanura rocosa, con un clima predominante de cálido subhúmedo, cuya temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C, la temperatura máxima promedio es de 36 °C presentada en el mes de mayo, y la mínima promedio es de 16 °C en el mes de enero. La precipitación media anual es de 1,100 mm, con lluvias durante los meses de junio a octubre. Predomina el tipo de vegetación de selva mediana subcaducifolia (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2017).

Selección de sitios de muestreo

El muestreo se realizó con base a la metodología planteada por Pozo *et al.* (2014); se eligieron tres unidades ambientales (UA) que fungieron como tratamientos (T): área conservada (AC), Sistema Agroforestal (SAF), y Área Perturbada (AP). Se aplicó un muestreo sistemático distribuyendo 12 trampas Van Someren-Rydon en cada UA, complementado con un muestreo directo utilizando red entomológica aérea. El esfuerzo de muestreo fue mensual durante tres días a partir de septiembre 2016 a agosto 2017. La identificación de mariposas fue a través de libros ilustrados de Vargas-Fernández *et al.* (2008), Luis-Martínez *et al.* (2003), González-Valdivia *et al.* (2011) y Llorente-Bousquets *et al.* (1997).

Análisis de datos

Con los datos obtenidos, se empleó para la medición de la diversidad alfa los índices de abundancia. Se utilizó el índice de Simpson (D) como dominancia y el Shannon-Wiener (H') como índice de equidad (Moreno, 2001), al igual que se obtuvo el porcentaje de similitud y disimilitud entre ensambles de UA, ambos análisis fueron procesados en el software Past versión 3.0. Se realizó un análisis de conglomerados con la abundancia total por UA de cada especie con el método del vecino más cercano en el software STATGRAPHICS Centurion versión 16.1 para determinar la similitud entre unidades ambientales, a partir de la composición de especies.

Resultados y discusión

Se registró un total de 3732 individuos distribuidas en 55 especies y agrupadas en cuatro familias, siendo Nymphalidae la más abundante coincidiendo con Martínez-Noble *et al.* (2015); Pozo y Calmé (2005), Pozo y Galindo (2000) y Pozo (2004). Sin embargo, Martínez-Noble *et al.* (2015) reporta para la SMSc, 99 especies divididos en seis familias, cabe mencionar que se realizó durante mayo a octubre 2012 y que las áreas de estudio mantienen fragmentos de selva en buen estado de conservación y limitantes con selvas altas perennifolias de Campeche y Quintana Roo.

Se registraron ocho especies endémicas para la península de Yucatán, mismas que reportan Martínez-Noble *et al.* (2015), destacando Hamadryas julitta por ser de amplia distribución (Pozo y Calmé 2005) en las tres UA ($D=0.3927$, $H'=0.4355$). Las dos especies más abundantes en las tres UA fueron Hamadryas februa ferentina ($D=0.4123$; $H'=0.4292$), seguida por Anaea troglodyta aidea ($D=0.3778$; $H'=0.4452$), por otro lado, Anteos maerula presentó mayor abundancia ($D=0.5468$, $H'=0.2804$), solo en SAF y en AP. H. februa ferentina obtuvo mayor abundancia en AC y A. troglodyta aidea en AP.

Con respecto a la composición de especies en las UA, en AP se registró la mayor riqueza (50 especies) pues presenta espacios abiertos que incrementa la riqueza y abundancia de las especies generalistas asociadas a hábitats perturbados como menciona González-Valdivia *et al.* (2016). mientras que AC obtuvo (34) y SAF (39). Las tres especies encontradas entre SAF-AP conforman un grupo benéfico para la evaluación y monitoreo del estado de conservación de los remanentes de vegetación. Por tal motivo, es importante promover el modelo de uso de suelo diversificado de comunidades forestales y prácticas agroforestales, pues fomentan un complejo en el paisaje incrementando la vinculación ecológica de las unidades ambientales tal como reportan González- Valdivia *et al.* (2016) y Tobar e Ibrahim (2010).

Entre los ensambles, AC-AP difieren en un 71.58 % y SAF-AP en un 62.34 %, mientras que AC-SAF alcanzó una similitud de 46.59 % (Figura 1), esto se puede deber al número de especies compartidas y exclusivas de cada UA (Cuadro 1). La similitud registrada entre AC-SAF indica una tendencia al equilibrio entre las poblaciones de especies pues tienen capacidades de competencia similares, aunque esto podría provocar que algunas desaparezcan, principalmente si aumenta el manejo antrópico, provocando diferencias entre la composición de las especies de las UA (González-Valdivia *et al.* 2016), como sucede entre AC y AP.

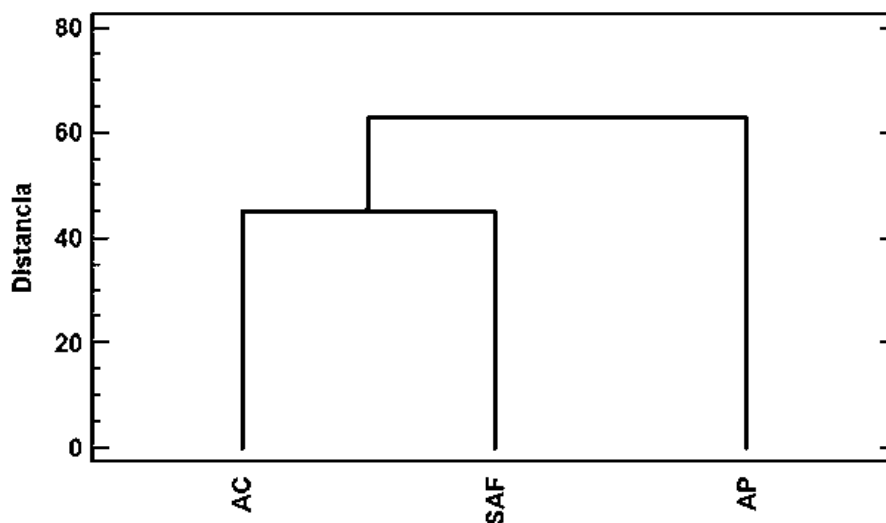


Figura 1. Conglomerado por tipo de vegetación (AC, SAF y AP).

Cuadro 1. Especies exclusivas (*) y compartidas (**) por UA.

Especie	AC	SAF	AP
<i>Abaeis nicippe</i>		**	**
<i>Anartia jatrophe</i>			*
<i>Anteos clorinde vinifera</i>		**	**
<i>Anteos maerula</i>		**	**
<i>Anthanassa tulcis</i>			*
<i>Cepheptychia glaucina</i>	**		**
<i>Chlosyne lacinia adjutrix</i>			*
<i>Danaus gilippus</i>			*
<i>Dynamine postverta mexicana</i>			*
<i>Euptoieta claudia</i>		**	**
<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>			*
<i>Heliconius charithonia vasquezae</i>	**		**
<i>Heraclides sp.</i>	**		**
<i>Hermeptychia hermes</i>		*	
<i>Junonia evarete</i>			*
<i>Marpesia petreus</i>			*
<i>Mestra dorcus amymone</i>	**		**
<i>Opsiphanes cassina fabricii</i>	**	**	
<i>Phoebis agarithe</i>		**	**
<i>Phoebis argante</i>			*
<i>Phoebis sennae marcellina</i>			*
<i>Protographium epidaus epidaus</i>			*
<i>Pyrisitia nise nise</i>		**	**
<i>Pyrisitia proterpia</i>		**	**
<i>Siproeta stelenes biplagiata</i>		**	**
<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	**		**
<i>Taygetis thamyra</i>	**	**	
<i>Temenis laothoe quilapayunia</i>	**	**	
<i>Zaretis callidryas</i>		*	

Conclusión

Para los agroecosistemas y ecosistemas pueden utilizarse como indicadores de conservación a: *Opsiphanes cassina fabricii*, *Taygetis thamyra* y *Tenemis laothoe quilapayunia*. Al menos 11 especies de lepidópteros pueden ser utilizadas como indicadoras de perturbación.

Referencias

- Céspedes-Flores S, Moreno-Sánchez E. 2010, Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Invetigación Ambiental*, 2: 5-13.
- Chiappy C, Gama L. 2004. Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. *Universidad y Conciencia*, Esp. I: 17-25.
- Ellis EA, Hernández-Gómez IU, Romero-Montero JA. 2017. Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán, México. *Ecosistemas*. 26: 101-111.

- González-Valdivia N, Pozo C, Ochoa-Gaona S, Ferguson G, Cambranis, E, Lara O, Pérez-Hernández I, Ponce-Mendoza A, Kampichler C. 2016. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 451-464.
- González-Valdivia N, Pozo de la Tijera C, Ochoa Gaona S, Dénommée Patriganni L. 2011. Catálogo de mariposas Rhopalocera diurnas en el ejido Niños Héroes de Chapultepec, Tenosique, Tabasco, México, con potencial de explotación, cría y comercialización. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2017. 708 p.
- Llorente-Bousquets J, Oñate L, Luis-Martínez A, Vargas-Fernández I. 1997. Papilionidae y pieridae de México: distribución geográfica e ilustración. UNAM, México.
- Luis-Martínez A, Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I. 2003. Nymphalidae de México I. (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae): distribución geográfica e ilustración, UNAM, CONABIO, México.
- Martínez-Noble J, Meléndez-Ramírez V, Delfín-González H, Pozo C. 2015. Mariposas de la selva mediana subcaducifolia de Tzucacab, con nuevos registros para Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86: 348-357.
- Maya-Martínez A, Pozo C, May E. 2005. Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperennifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana* 44: 123-143.
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Pozo C, Luis-Martínez A, Salas-Suárez N, Trujano-Ortega M, Llorente-Bousquets J. 2014. Mariposas diurnas: Bioindicadores de eventos actuales e históricos, González-Zuñiga, C, Vallarino A, Pérez-Jiménez J, Low-Pfeng A, Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental, El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)-Instituto Nacional de Ecología Climático (INECC), México. 327-348.
- Pozo de la Tijera M del C. 2004. Mariposas del Corredor biológico Mesoamericano-México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. Y006. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Pozo de la Tijera, M del C, S. Calmé. 2005. Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto). Informe final Subproyecto Mariposas SNIB-CONABIO BJ002. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Pozo de la Tijera M. del C, Galindo Leal C. 2000. Inventario y monitoreo de anfibios y mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J112. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Tobar D, Ibrahim M. 2010. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios?, *Revista de Biología Tropical* 58: 447-463.
- Vargas-Fernández I, Llorente-Bousquets J, Luis-Martínez A, Pozo C, János P, Pineda M. 2008. Nymphalidae de México II (Libytheinae, Ithomiinae, Morphiinae y Charaxinae): Distribución geográfica e ilustración, UNAM, México.

Gremios Alimenticios de Aves Presentes en un Sistema Agroforestal vs. Sistema Tradicional

I.N. Balam-Canul*, E.H. López-Cobá, L.E. Castillo-Sánchez, M.J. Campos-Navarrete

Resumen. Este trabajo pretende explorar la relación de la riqueza de aves presentes en dos sitios un sistema agroforestal vs. un sistema tradicional en la presencia de gremios alimenticios y la cantidad de especies que se clasifican dentro de ellos, usando un enfoque de redes bipartitas para identificar la robustez de la comunidad ante la presencia de los recursos que ofrecen estos sistemas para la subsistencia de las aves. Esto se evaluó en dos sitios un sistema agroforestal vs. sistema tradicional en el municipio de Tizimín, Yucatán. Se encontró que el sistema agroforestal presenta mayor cantidad de gremios alimenticios, respecto al tradicional. Ambos son similares en cuanto a la robustez que es su capacidad para resistir eventos como las perturbaciones. Y se presentó una diferencia significativa en favor del sistema agroforestal en cuanto a la abundancia. Este trabajo contribuye a remarcar los beneficios de los sistemas agroforestales sobre los tradicionales particularmente para el grupo de las aves. Explora a través de un análisis de redes la relación entre los recursos y la diversidad de especies, así como la posible robustez de la comunidad ante situaciones que pueden amenazarla.

Palabras clave: aves, conservación, diversidad, gremios, Yucatán.

Introducción

Los sistemas agroforestales, involucran plantas arbóreas y arbustivas que interactúan con pastos y animales, se obtienen beneficios diversos: disminución de los costos de establecimiento, incremento de la productividad a largo plazo; se atenúan los efectos adversos del estrés climático sobre los animales y se obtienen diversos servicios ambientales como la conservación de la diversidad Zapata *et al.* (2009). En contraparte el modelo tradicional de ganadería que se fundamenta en un pastoreo extractivo es aquel en el cual existe poca interacción humana y consideran a los árboles como perjudiciales para la producción Henao (2007).

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín.

*Autor para correspondencia: natybbalam@gmail.com

Esta situación ha generado el aislamiento de los remanentes de vegetación natural, cada vez más pequeños y escasos, inmersos en una matriz de sistemas agropecuarios a escala regional, lo que se considera el principal factor para el descenso de las poblaciones de aves Fajardo *et al.* (2009).

Las aves son uno de los grupos más afectados por la fragmentación de bosques; hasta hace poco, la cacería y las especies introducidas causaban la mayor extinción de aves, pero hoy en día la mayor amenaza es la pérdida de hábitat. El problema se acentúa en la península de Yucatán, donde la ganadería y agricultura han desplazado gran parte de la vegetación original. La península de Yucatán es una de las áreas de México donde es posible encontrar mayor riqueza de especies; la avifauna de la región ofrece una excelente oportunidad para analizar los patrones de distribución de las aves y comparar los resultados con grupos previamente analizados. Con respecto a los estudios realizados sobre la avifauna abarcan temas de interés para su conocimiento y conservación. Gran parte de estos trabajos se enfoca en interacciones ecológicas de ciertas especies de aves, en especial migratorias neotropicales, con otros elementos del medio (Cortes *et al.*, 2011).

Este trabajo explora la relación de la riqueza de aves presentes en dos sitios un sistema agroforestal vs. un sistema tradicional en la presencia de gremios alimenticios y la cantidad de especies que se que clasifican dentro de ellos, usando un enfoque de redes bipartitas para identificar la robustez de la comunidad ante la presencia de los recursos que ofrecen estos sistemas para la subsistencia de las aves.

Materiales y métodos

Ambos sitios se encuentran dentro de propiedad denominada Rancho Santa Cruz, ubicada en el municipio de Tizimín, Yucatán, México (N 21 ° 09'16", O 87°54'45"). El primer sitio "Sistema Agroforestal" es un sitio con vegetación arbórea donde se mantiene un manejo que va de acuerdo con los principios que caracterizan estos sistemas. El segundo sitio "Sistema tradicional" es un sitio con pasto donde se practica la ganadería. Estos sitios estaban separados aproximadamente un kilómetro.

Se establecieron transectos lineales de 250 metros en cada sitio para la observación de las aves, estas fueron identificadas usando guías especializadas y con un registro fotográfico, para identificar al gremio alimenticio al que pertenecen, esto se llevo a cabo de julio a diciembre de 2016.

Con estos datos se llevo a cabo un análisis de redes bipartitas con el paquete bipartite R Core Team (2017), Dorman *et al.* (2018). Con este se exploró la relación entre las especies y los gremios alimenticios a los que pertenecen, donde se evaluó principalmente la robustez definida como la resistencia de la comunidad ante la pérdida aleatoria de especies Dorman *et al.* (2008). Además de un ANOVA se evaluó si existen

diferencias en el número de especies clasificadas en cada gremio alimenticio presente por sitio, esto también se realizó con el software R R Core Team (2017).

Resultados y discusión

En el sistema tradicional la relación especie-gremio alimenticio, fue constituida por la presencia de seis gremios funcionales los cuales fueron el carnívoro, frugívoro, granívoro, insectívoro, nectarívoro y omnívoro; constituidos por 44 especies, con un total de 59 individuos. Los gremios con más abundancia son el insectívoro y el granívoro, con 34 y 14 individuos respectivamente, a diferencia de los gremios funcionales como lo son el carnívoro, el frugívoro, el nectarívoro y el omnívoro los cuales presentan una menor abundancia.

En el sistema agroforestal, se obtuvieron como resultados la presencia de siete gremios alimenticios, el carnívoro, carroñero, frugívoro, granívoro, insectívoro, nectarívoro y omnívoro; entre estos el que tuvo mayor representación es el insectívoro, con un total de 59 individuos de un total de 97, en comparación del carnívoro, con un solo individuo.

Estos resultados son contrastantes respecto a estudios de diversidad clásicos donde se reportan riqueza de especie similar, pero mayores abundancias Alonso *et al.* (2004), Pacheco *et al.* (2013). Debido a que fue muy importante que al observar las aves están sean captadas haciendo uso de un recurso alimenticio, y debido a que no se usaron métodos radicales como la evaluación de contenidos estomacales. Nuestros resultados se basaron en observaciones activas en el campo, lo cual explica la baja cantidad de individuos registrados, no ha si la riqueza de especies.

En cuanto al análisis de red, ambos sitios se caracterizan porque las especies se agrupan de forma coherente con los gremios presentes y en la estructura tienden a ser clasificados correctamente dentro de su gremio, aun cuando la robustez presenta valores bajos 0.25 en el agroforestal y 0.20 en el sistema tradicional. Esto se debe a la gran cantidad de especies se agrupo principalmente en uno o dos gremios como máximo. Lo cual provoca cierto desequilibrio en la estructura de la comunidad, y nos hace suponer que la existencia de este patrón se debe ala concentración de un recurso particular Medel *et al.* (2009).

En cuanto a la abundancia de los individuos clasificados en los diferentes gremios encontramos diferencias significativas entre sitios ($F_{1,6} = 6.74$, $p < 0.05$), siendo obviamente el sistema agroforestal el que mayor cantidad presenta. Este resultado reafirma los beneficios múltiples veces citados sobre el uso de los sistemas agroforestales y los servicios ecosistémicos que prestan, en este caso particularmente la conservación de la biodiversidad de un grupo importante como las aves Henao (2007), Alonso (2011).

Conclusión

Este trabajo contribuye a remarcar los beneficios de los sistemas agroforestales sobre los tradicionales particularmente para el grupo de las aves. Explora a través de un análisis de redes la relación entre los recursos y la diversidad de especies, así como la posible robustez de la comunidad ante situaciones que pueden amenazarla.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de los proyectos “La fauna asociada a los sistemas agroforestales como indicador ecológico de sustentabilidad ambiental” CLAVE 5881.16P y “Servicios ecosistémicos proporcionados por los solares tradicionales del municipio de Tizimín, Yucatán” CLAVE 6181.18P ambos financiados por TECNM en las convocatorias 2016 y 2018 respectivamente.

Referencias

- Alonso J, Torres O, Ruíz TE, Febles G, Cárdenas G, Achan G. 2004. Estudio de la avifauna asociada a un sistema agroforestal leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 38: 203-210.
- Alonso J. 2011. Los sistemas agroforestales y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45: 107-115.
- Ramírez GC, Martínez AG, Sigüenza AGN. 2011. Patrones biogeográficos de las aves de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 530-542.
- Fajardo D, González RJ, Neira L, Chará J, Murgueitio E. 2009. Influencia de sistemas agroforestales en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos naturales y ambiente* 58: 9-16.
- Henao E. 2007. Los sistemas agroforestales: El futuro de la ganadería en Colombia. Bogotá: Universidad de los Andes. Colombia.
- Mendel R. Aizen MA, Zamora R. 2009. *Ecología Y Evolución De Interacciones Planta-Animal: Conceptos Y Aplicaciones*. Salesianos Impresores S.A., General Gana 1486. Editorial Universitaria, S.A. Argentina.
- Pacheco RL. 2013. Las comunidades de aves, sus grupos funcionales y servicios ecosistémicos en un paisaje cafetero colombiano. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

Caracterización de la Fauna de Tardígrados (Ecdysozoa: Tardigrada) de Liquen y Musgo en Dos Sitios con Diferente uso de Suelo, en Quintana Roo, México

L.Q. Cutz-Pool^{1*}, J.I. Crisanto¹, W.A. Pérez-Pech², A. Anguas-Escalante², R. Guidetti³

Resumen. El cambio de uso de suelo es un factor importante en la transformación del ambiente. Tales cambios originan nuevos ecosistemas, donde algunos microambientes puede ser hogar de tardígrados. Por lo cual, el presente estudio se basó en documentar la riqueza genérica en muestras de liquen y musgo colectados de un cultivo de cítricos y una vegetación de selva mediana subperenifolia. Mesobiotus, Macrobiotus, Echiniscus y Milnesium fueron los géneros registrados, de los cuales Macrobiotus fue el mejor representado en cuanto a su abundancia, y de forma general la preferencia de hábitat de los tardígrados fue hacia el musgo del cultivo de cítricos con pH ligeramente ácido (5.5). Estos primeros indicios aportan al conocimiento de la ecología de los tardígrados en agroecosistemas y muestra que este cubre con muchas de las necesidades biológicas para albergar distintos géneros de tardígrados.

Palabras clave: agroecosistema, biodiversidad, riqueza genérica, agroecología.

Introducción

El Antropoceno, se ha caracterizado por el actual dominio de la especie humana sobre el ambiente para la obtención de bienes y servicios. Lo anterior ha permitido la aparición de nuevos ambientes, mismos, que hasta hace algunas décadas no se valoraban.

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Insurgentes No. 330 C. P. 77013. Chetumal, Quintana Roo, México.

²Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal C.P 0440. Chetumal Quintana Roo México. pilon_45@hotmail.com, Abrilanguas@hotmail.com.

³University of Modena and Reggio Emilia via Campi 213/D, 41125, Modena, Italy.

Autor para correspondencia: cutzpool@yahoo.com

Sin embargo, recientemente este paradigma ha mostrado un cambio significativo, pues ha sido probado que algunos de estos ecosistemas, permiten el mantenimiento de la diversidad, al albergar un elenco de especies únicas, además de proveer de servicios ambientales (Bowman *et al.*, 2017; Meyer *et al.*, 2013). Entre los taxones que se han adecuado a los ambientes modificados se encuentran los tardígrados (Johansson *et al.*, 2011). Animales microscópicos con simetría bilateral, que en estos ambientes optan por habitar musgo y líquen con pH ligeramente ácidos, ya que estos microambientes amortiguan la pérdida de agua, lo que resulta idóneo para su supervivencia, al ser organismos hidrófilos (Johansson *et al.*, 2011).

México cuenta con el registro de 43 especies de tardígrados (Kaczmarek *et al.*, 2011; Moreno-Talamantes *et al.*, 2015; Pérez-Pech *et al.*, 2017), procedentes de ecosistemas naturales y transformados como el agroecosistema. Los agroecosistemas son espacios que proveen de alimento y que activan la economía local familiar en las zonas rurales, además que fungen como corredores biológicos dando hogar a una gran variedad de especies animales (Meyer *et al.*, 2013). En Quintana Roo el interés por caracterizar la fauna de microartropodos asociada a agroecosistemas y otros ambientes modificados (urbano y rural) recientemente es abordada por Cutz-Pool *et al.* (2015), Cutz-Pool *et al.* (2016), Pérez-Pech y Cutz-Pool (2015), al caracterizar la estructura de las comunidades de ácaros, colémbolos y otros microartrópodos. En el caso particular de tardígrados, Pérez-Pech *et al.* (2016; 2017) registran tres géneros y una especie endémica de suelo para la zona urbana de Chetumal. Mientras que Anguas-Escalante *et al.* (2018), reportan tres géneros para un agroecosistema de traspatio en la comunidad de El Palmar Q. Roo. Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar la fauna de tardígrados en Musgo y Líquen de una Selva mediana subperenifolia y de un cultivo de cítricos, así como determinar su relación con ciertas variables físicas (temperatura y humedad) y química (pH) de los microambientes.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado en el ejido de la comunidad de El Palmar Quintana Roo, en un área ubicada a los 18°28'20.4"N 88°37'56.9"W. Para el muestreo se seleccionaron dos sitios con distinto uso de suelo (Figura 1), un primer sitio corresponde a una porción de selva mediana subperenifolia y un segundo sitio a cultivo de cítricos. Ambos separados por una brecha de 10 metros de ancho. En cada sitio se seleccionó un área de 5000 m² donde se establecieron dos transectos de 50 m de largo. Uno de estos en el borde del cultivo y otro en el borde de la selva. De la misma manera uno para el interior de la selva y del cultivo, siendo un total de cuatro transectos.

En cada transecto se seleccionó un árbol de forma arbitraria, de donde se desprendió 10 cm² de líquen y musgo. Se eligieron seis árboles en el transecto desde el punto cero

y cada diez metros entre cada uno. Al mismo tiempo se registraron la temperatura y humedad relativa con un termohigrometro (Onset HOBO[®] data logger). Las muestras se depositaron en sobres de papel encerado y transportados al laboratorio de Zoología en el Instituto Tecnológico de Chetumal. En donde se procedió a la separación de los especímenes, de la siguiente manera: las muestras se colocaron en cajas de Petri y se hidrataron con agua potable durante 1 h. mismas que se procesaron en un tamiz de 45 µm. El producto del tamizado se reviso con ayuda de un microscopio Stemi DV4 Carl Zeiss[®] de disección para separar y contabilizar a los tardígrados encontrados. Para la identificación genérica se realizaron preparaciones permanentes empleando como medio de montaje el líquido de Hoyer, realizando observaciones y toma de fotografías digitales a través del microscopio óptico VELAB B-1T[®]. Así también, se emplearon claves de identificación especializada (Pilato y Binda, 2010; Ramazzotti & Maucci, 1983). Se obtuvo la riqueza de géneros, las abundancias absolutas y relativas de los organismos de cada microambiente. Para la medición del pH se separo 1 gr de muestra y fue sumergido en 10 ml de agua, seguidamente se tomo lectura del pH. Para evaluar la influencia de las variables Físicas (temperatura y humedad) y química (pH), sobre la composición de la fauna de tardígrados en los sitios y microambiente recolectados, fue necesario realizar un Análisis de Componentes Principales (con los datos normalizados), en el programa Primer versión 6.0 Clarke *et al.* (2006).

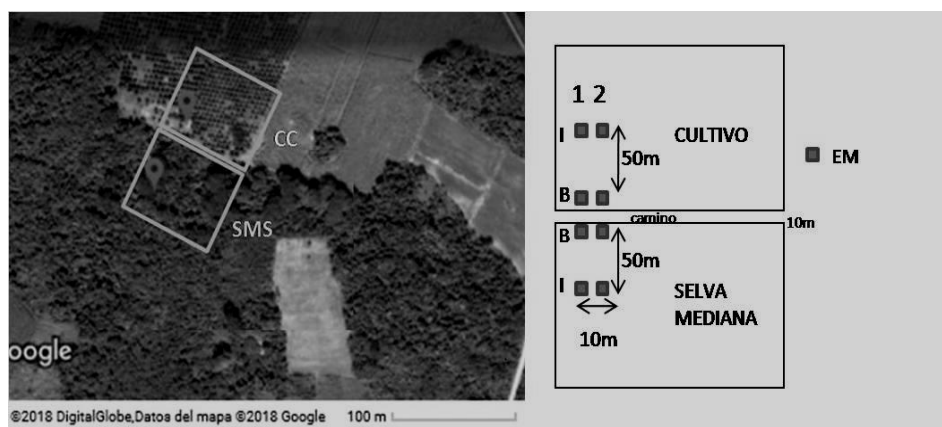


Figura. 1.- Diseño de muestreo. **EM** estación de muestreo, **I** región interna, **B** borde, **CC** cultivo de cítrico, **SMS** selva mediana subperenifolia.

Resultados y discusión

Los tardígrados se encuentran dentro la fauna catalogada como capaz de ocupar ambientes naturales, así como ambientes modificados en zonas rurales (Johansson, 2011; Meyer *et al.*, 2013a,b; Anguas-Escalante *et al.*, 2018). En el presente estudio un total de 817 tardígrados fueron colectados en 8 muestras de musgo y 8 de líquen tomados de una vegetación de selva mediana y un cultivo de cítricos. Dichos animales pertenecieron a tres familias (Macrobiotidae, Milnesiidae y Echinisidae) y cuatro géneros (Cuadro 1). La Composición de familias y géneros es similar a lo obtenido por Pérez-Pech *et al.*, 2016, 2017 en suelos urbanos de Chetumal y Áreas circundantes de Pachuca Hidalgo. De los géneros documentados en este estudio Echiniscus y Macrobiotus son nuevos registros para cultivos de cítricos. Los géneros Milnesium y Mesobiotus han sido documentados anteriormente como taxones comunes en microambientes de este tipo de agroecosistema (Anguas-Escalante *et al.*, 2018).

Del total de individuos registrados, 650 corresponden al género Macrobiotus seguido de Milnesium con 138 individuos (en su mayoría recolectados del musgo de las plantas del cultivo de cítricos; Cuadro 1). A pesar de sus altas abundancias de estos dos géneros se hace necesarios más estudios para validar su valor bioindicador, sin embargo, es importante resaltar que González-Reyes *et al.* (2016), catalogaron a Macrobiotus como indicador de calidad ambiental para Argentina. Por lo que estos resultados además de contribuir en la documentación de la diversidad de tardígrados en ambientes modificados (rurales y urbanos) en el estado de Quintana Roo, aportan información valiosa sobre la ecología de estos organismos, para en un futuro poder emplearlos como indicadores de calidad ambiental (Pérez-Pech y Cutz-Pool, 2015; Pérez-Pech *et al.*, 2016; Pérez-Pech *et al.*, 2017; Anguas-Escalante *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Parámetros ambientales y abundancias de los géneros de tardígrados por sitios de muestreo y biotopo. pH potencial de hidrógeno, H% humedad relativa, °C temperatura. A (1,2) BC, CC, BS, IS: Árbol Borde de Cultivo, Centro de Cultivo, Borde de la Selva, Interior de la Selva.

EM	<i>Macrobiotus</i>	<i>Mesobiotus</i>	<i>Milnesium</i>	<i>Echiniscus</i>	Microambiente	pH	H%	°C
A1BC	135	11	14	0	Musgo	5.7	94	26.5
	43	0	4	0	Liquen	5.1	94	26.3
A2BC	0	0	24	0	Musgo	5.8	83	27.4
	0	0	8	0	Liquen	5.3	85	27.4
A1CC	7	0	20	0	Musgo	5.1	84	27
	4	0	14	1	Liquen	5	84	27
A2CC	426	10	30	1	Musgo	5.4	66	30
	31	0	8	0	Liquen	5.2	66	30
A1BS	0	0	0	0	Musgo	-	70	30.6
	2	6	0	0	Liquen	5.1	70	30.6
A2BS	0	0	0	0	Musgo	-	66	34.3
	0	0	0	0	Liquen	-	66	34.3
A1IS	0	0	0	0	Musgo	6.17	71	27.4
	0	0	0	0	Liquen	-	71	27.4
A2IS	0	0	0	0	Musgo	-	72	26.4
	0	0	16	0	Liquen	5.9	72	26.4

La abundancia de tardígrados fue relativamente más alta en los microambientes del cultivo de cítricos, frente a lo reportado para la vegetación de selva (Cuadro1). Así también se encontró diferencia entre la abundancia de tardígrados entre musgo y el liquen (Cuadro 1.). Pues a pesar de que los cuatro géneros estuvieron presentes en ambos microambientes, las mayores abundancias se registraron en muestras de musgo con 83% del total de los individuos colectados. El género *Macrobiotus* fue el mejor representado en el musgo comparado con los del liquen, seguido por *Milnesium* que presenta la misma tendencia en cuanto a su distribución de su abundancia en los mismos microambientes, que fueron recolectados en el sitio del cultivo, siendo notoria la dominancia en cuanto a la abundancia el primer género (Fig. 2. A, B). Lo anterior se relaciona con estudios previos sobre ecología entre ecosistemas naturales y transformados, como lo agroecosistemas. Los cuales muestran la existencia de un cambio en la estructura, composición y diversidad de las especies (Bowman *et al.*, 2017). Por lo que es necesarios dar cierto valor de atención a estos ecosistemas transformados (Renewal Ecology; Bowman *et al.*, 2017), ya que proveen de recursos para la subsistencia de los seres humanos, y también es refugio y habitat para una gran variedad de especies animales.

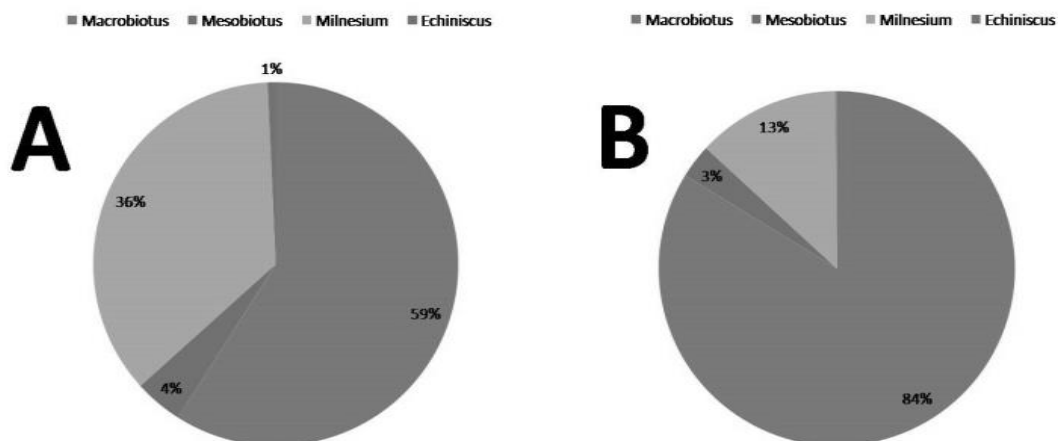


Figura 2. Distribución de la abundancia relativa de tardígrados en dos microambientes A. Liquen, B. musgo, recolectados de un sitio de Vegetación secundaria y un cultivo de cítricos.

Los cambios en la estructura y composición de especies podrían relacionarse con los cambios en los parámetros ambientales entre ambos ecosistemas, ya que los valores de temperatura del ambiente fueron mucho más bajas en el sitio del cítrico 27.72 °C que la registrada en la selva mediana que registra 29.63°C. La humedad ambiental presentó valores promedios de 80.25% para el sitio del cítrico y de 60.75 % para la selva mediana, mientras que los valores del pH estuvieron entre 5 a 6.17, similares a los reportados por Johansson *et al.* (2011) como los niveles de pH preferidos por los tardígrados. Lo que cual podría explicar las altas abundancias registradas en los cítricos, ya que fue ligeramente más ácido que la selva. Entre los microambientes, el musgo presentó un valor de pH de 5.5 contra 5.1 del liquen, lo que indica que el liquen suele ser mas ácido que el ambiente del musgo (Cuadro 1).

El Análisis de Componentes Principales mostró que los géneros de tardígrados recolectados durante el estudio tuvieron mayor afinidad al ambiente musgo en el centro de cultivo que presentó un pH de 5.4, lo que indica una ligera acidez del microambiente. Los géneros Macrobiotus y Milnesium son los que están más relacionados con el microambiente y la variable pH (Figura 3).

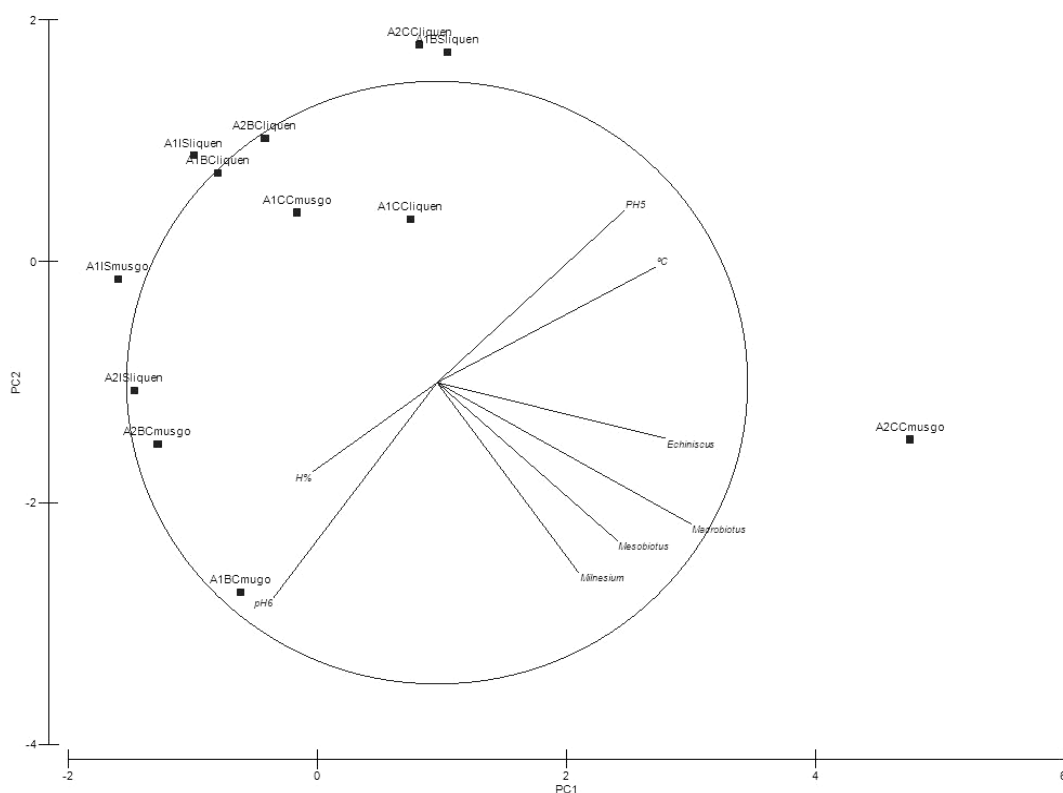


Figura 3. Análisis de componentes principales con abundancias de los género generos colectados frente a los parametros ambientales.

Conclusión

El presente estudio permite incrementar el número de géneros de tardígrados que habitan los agroecosistemas. Sé determina que, en estos ambientes, estos organismos optan por microambientes con un pH ligeramente acido. Así mismo, aunque la diversidad genérica fue similar ente los ambientes estudiados, la abundancia de tardígrados fue mayor en el cítrico, particularmente en muestras de musgo y aunque aun son necesarios más estudios para validar el valor de bioindicador de los tardígrados, el presente trabajo contribuye a conocer la ecología de tardígrados en ecosistemas modificados.

Agradecimientos

A la familia Guzmán Rodríguez por permitirnos la colecta en el cultivo de cítricos. Seila Domínguez, Guillermo Domínguez, Saúl Crisanto y ángeles Vergara quienes

apoyaron en la colecta de campo. Al Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico de asistente de investigador otorgado a la segunda autora. La investigación es parte de las líneas de investigación Ecología de artrópodos, CHE-LGEC-01-14, así como de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales, LGAC-2017-CHET-LBLG-21

Referencias

- Anguas-Escalante A et al. 2018. Tardígrados asociados a una plantación de cítricos de traspatio en la comunidad de El Palmar en Quintana Roo, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (73): 20-26.
- Bowman DM et al. 2017. Renewal ecology: conservation for the Anthropocene. *Restoration Ecology* 25(5): 674-680.
- Clarke KR, Gorley RN. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, 192pp.
- Cutz-Pool LQ, Escalante-Poot GA, Ortiz-León HJ. 2016. Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos ecosistemas contrastantes en el ejido de Petcacab, Quintana Roo. *Entomología Mexicana* 3: 58-63
- Cutz-Pool LQ et al. 2015. Riqueza genérica y preferencia de hábitat de collembola (hexapoda: collembola) en el municipio de Othón Pompeyo Blanco Quintana Roo. *Entomología Mexicana* 1(2): 161-166
- Johansson C, Calloway S, Miller WR, Linder ET. 2011. Are urban and rural tardigrade (Tardigrada) communities distinct and determined by pH: a case study from Fresno County, California. *Pan Pacific Entomology* 87(2): 86-97.
- Kaczmarek L, Diduszko D, Michalczyk L. 2011. New records of Mexican Tardigrada. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (82): 1324-1327.
- Meyer HA, Hinton JG, Samletzka CA. 2013a. Water bears in the Anthropocene: a comparison of urban and woodland tardigrade (Phylum Tardigrada) communities in Southwestern Louisiana, USA. *Journal of Limnology* 72(1s), 15.
- Pilato G, Binda MG. 2010. Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa* (2404): 1-54.
- Moreno-Talamantes A, Roszkowska AM, Guayasamín PR, Flores Maldonado JJ, Kaczmarek L. 2015. First record of *Dactylobiotus parthenogeneticus* Bertolani, 1982 (Eutardigrada: Murrayidae) in Mexico. *Check List* 11(4): 1723.
- Perez-Pech WA, Cutz-Pool LQ, Guidetti R, Blanco-Piñón A. 2016. Primer registro genérico de tardígrados, habitantes del área urbana de chetumal Quintana Roo, México. *Entomología mexicana* (3): 912-918.
- Pérez Pech WA, Cutz-Pool LQ. 2015. Estructura y sucesión de la fauna de artrópodos edáficos asociados al cultivo tradicional de maíz, en José María Morelos, Quintana Roo, México. *Revista Ingeniantes* 2(1): 24-27
- Perez-Pech WA, Anguas-Escalante A, Cutz-Pool LQ, Guidetti R. 2017. *Doryphoribius chetumalensis* sp. nov. (Eutardigrada: Isohypsibiidae) a new tardigradespecies discovered in a nunusual habitat of urban areas of Mexico. *Zootaxa* 4344(2): 345-356.
- Ramazzotti G, Maucc W. 1983. Il philum Tardigrada. III edizione riveduta e aggiornata. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* (41): 1-1012.

Diversidad Florística de un Fragmento de Duna Costera en el Sector Sabancuy, Campeche, México

E. Noguera-Savelli^{1*}, K. Rostro del Muro², D. Díaz³, E. Florean³, E. Avilés-Torres⁴

Resumen. La flora costera, está actualmente sometida a fuertes presiones por actividades antrópicas, siendo alterados generalmente de manera irreversible al ocurrir la pérdida total de la vegetación y la modificación del paisaje con fines, económicos y de recreación. El objetivo de este estudio fue generar conocimiento de la diversidad y estructura de la flora presente en un fragmento de duna costera en el sector Sabancuy, por ser una zona donde se ha experimentado la desaparición de la vegetación de duna por actividades humanas. Se efectuaron recolección de material vegetal en estado reproductivo durante seis meses, para la identificación de la flora, además, se establecieron transectos lineales cada 250 m de distancia para caracterizar la fisonomía de la vegetación. La diversidad florística está representada por 28 familias de plantas superiores y 48 especies, las familias más diversas a nivel de especies: Euphorbiaceae (5), Fabaceae (5), Asteraceae y Poaceae con 4 especies cada una. La vegetación está conformada por 4 estratos: Arbóreo, Matorral con Cactáceas, arbustivo y herbáceo. Es importante reconocer la importancia ecológica y económica de la flora costera y establecer medidas para garantizar la conservación de esta.

Palabras clave: Diversidad, Duna costera, conservación.

Introducción

México es un país megadiverso, rico en ecosistemas, con una amplia diversidad de flora y fauna, parte de esta diversidad, la conforman las zonas costeras con una extensión de 11,593 km, de los cuales 8,475 km se distribuyen en el Pacífico y 3,118 en el Golfo de México y Mar Caribe Ambas costas con una importante concentración de población aprox. 47 millones de personas (41.83%) del total de la población (INEGI, 2010).

¹Catedrática Conacyt-Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Campeche, México.

²Universidad de Guadalajara.

³Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca, México.

⁴Calle Benito Juárez s/n, Sihochac, Champotón, Campeche.

Autor para correspondencia: eliananoguera@gmail.com, noguera.eliana@colpos.mx

Por otro lado, diecisiete estados se distribuyen a lo largo de las costas mexicanas, entre ellos Campeche, que cuenta con una extensión 435.34 km² de costa, lo que le confiere el séptimo lugar a nivel nacional en extensión de costas (INEGI, 2010). En este sentido, Moreno-Casasola (1988) y Castillo *et al.* (1991) señalan que dada la extensión de la costa campechana y de la geomorfología costera se diferencian tres grandes tipos de ambientes: a) Ambiente de dunas costeras activas con predominio de sustrato móvil de arena y mayor salinidad; incluye el primer cordón de dunas y las zonas móviles, b) Ambiente de hondonadas tiene alto contenido de humedad edáfica (hábitat de hondonadas húmedas) y puede haber inundaciones durante varios meses (hábitat de hondonadas inundables), y c) Ambiente estabilizado no hay movimiento del sustrato, se tienen zonas totalmente estabilizadas con pastizales, matorrales y selvas.

Las dunas costeras de México no escapan a la problemática de pérdida de biodiversidad por las actividades antrópicas, debido a la extensión de las zonas urbanizadas, turismo y/o actividades agrícolas. En este sentido, en el estado de Campeche, además, de esta pérdida, existe un conocimiento limitado de la diversidad florística de la duna costera. Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo caracterizar la flora de la duna costera del sector Seybaplaya-Sabancuy para identificar especies nativas con potencial multipropósitos y para la restauración de áreas fragmentadas de la costa de Campeche, México. En este trabajo se presentan resultados de la fase inicial, con resultados del primer muestreo efectuado en el área de Sabancuy.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio comprende un transecto de 750 m lineales de duna costera ubicado entre las coordenadas 19° 01' 09.10" N; 91° 08' 24.09" O y 19° 01' 02.83" N; 91° 09' 23.81" O entre 1-2 msnm, en el km 91 de la carretera Champotón-Ciudad del Carmen, Campeche (Figura 1).

Recolecta botánica y transectos

Se efectuaron recolecciones quincenales de plantas durante un período de seis meses junio-diciembre 2018. Se realizaron técnicas tradicionales de recolección y procesamiento de muestras botánicas para su posterior identificación con literatura botánica y visitas al Herbario de la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM). Se establecieron transectos cada 250 m para caracterización de la fisonomía del fragmento de duna costera. Se escogió un área al azar de 75 m² para la cuantificación de la basura, posteriormente se separó en sacos para su traslado y pesado y clasificación en el Campus Campeche del Colegio de Postgraduados.



Figura 1. Fragmento de duna costera en el sector Sabancuy, Campeche, México.

Resultados y discusión

En el fragmento de duna costera estudiado se registraron un total de 28 familias de plantas superiores, 46 géneros y 48 especies (Cuadro 1, Figura 2). En este sentido, Moreno-Casasola (1988) indicaron que en promedio las dunas costeras en México presentan 22 especies de plantas, lo que en nuestro caso evidencia el nivel de diversidad que tiene el fragmento en estudio al duplicar el número de especies. El biotipo más dominante fue hierba (21 especies), seguido de árbol (9 spp.) trepadora y arborecente (6 spp cada uno), acaulescente, estúpide y parasítica (1 especie cada una). Se identificaron dos tipos de ambiente en el área de estudio: ambiente de duna costera activa (DCA) y ambiente estabilizado (AE). En el ambiente DCA se registró un total de 31 especies lo que representa el 64.58% de las presentes en el fragmento, en este ambiente es frecuente la asociación de especies de playa: *Sesuvium portulacastrum* (L.) L., *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br., *Scaevola plumeri* (L.) Vahl., *Euphorbia mesembrianthemifolia* Jacq. y *Croton punctatus* Jacq., este ambiente tiene una extensión variable a lo largo del fragmento, oscila entre 16 m y 65 m de extensión, en esta zona dependiendo de la época del año se observa una disminución o ampliación del área de playa por acercamiento y además por cobertura de la vegetación

dependiendo de la fenología de las especies presentes, particularmente de *Ipomoea pes-caprae*, y por otra parte, dependiendo de la ubicación de la carretera federal.

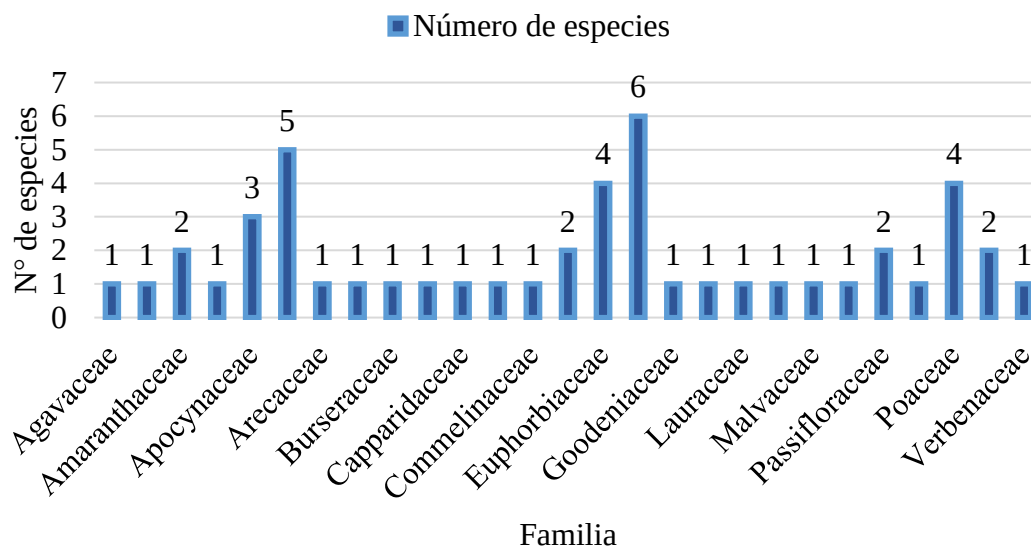


Figura 2. Principales familias registradas en el fragmento de duna costera del sector Sabancuy, Campeche, México.

En el ambiente estabilizado lo constituye vegetación de selva secas, se registraron 17 especies (35.41%) de las cuales son frecuentes: *Agave angustifolia* Haw., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Hampea trilobata* Standl., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., y *Lysiloma latisiliqua* A. Gray ex Sauvalle. Tiene una extensión variable entre los 18 y 24 m en un transecto vertical al mar, y está fragmentado por la carretera federal, lo que ha afectado su composición al registrarse en partes aledañas a la carretera especies como sorgo *Sorghum halapense* (L.) Pers., esta probablemente presente por la actividad de transporte que ocurre en la carretera.

Se identificaron cuatro estratos, uno arbórea, en el ambiente estabilizado y que alcanza alturas de 3 a 5 m. seguido de uno arbustivo entre el límite del ambiente estabilizado y el inicio de la duna costera activa, este cubre aprox. 15 m y tiene una altura que oscila entre lo 80 cm y 1.70 m alto y en la DCA crecen de forma dispersa algunos arbustos oscilando entre 70 y 1 m alto (Figura 3); y un estrato de hierbas erguidas y rastreras que se extiende aprox. 62 m y tiene alturas que oscilan entre 12 cm a 40cm estas hierbas en áreas cubren la DCA y en otras crecen de forma dispersas formando asociaciones por lo general de tres especies, en este sentido es frecuente observar: *Ipomoeae pes-caprae*, *Croton punctatus* y *Sesuvium portulacastrum*. La especie más dominante en la DCA es *Ipomoeae pes-caprae*.



Figura 3. Estratos en el fragmento de duna costera del sector Sabancuy, Campeche, México.

La vegetación de la duna costera reviste una importancia ecológica, social y económica para el estado debido a que representa una fuente de bienes y servicios ambientales para los pobladores locales y por ende del estado. Este estudio persigue el conocimiento de los recursos florísticos disponibles como conocimiento base para la propuesta de uso y aprovechamiento sustentable.

Cuadro 1. Listado de familias, especies y tipo de ambiente donde crecen en el fragmento de duna costera estudiado. Ambientes en la duna costera (**ADC**): **DCA** = Duna costera activa, **AE** = Ambiente estabilizado.

Familia	Especie	ADC
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	AE
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	DCA
Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth.	DCA
	<i>Amaranthus greggii</i> S. Watson	DCA
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	AE
Apocynaceae	<i>Gonolobus barbatus</i> Kunth.	DCA
	<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	DCA
	<i>Plumeria</i> sp.	AE

Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	AE
Asteraceae	<i>Porophyllum</i> sp.	AE
	<i>Ambrosia hispida</i> Prush	DCA
	<i>Bidens pilosa</i> L.	DCA
	<i>Launaea intybacea</i> (Jacq.)	DCA
	<i>Tridax procumbens</i> L.	DCA
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem & Schul	DCA
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	AE
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	AE
Capparidaceae	<i>Quadrella indica</i> (L.) Iltis y Cornejo	AE
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	DCA
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.	DCA
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb	DCA
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	DCA
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq	DCA
	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	DCA
	<i>Euphorbia mesembrianthemfolia</i> Jacq.	DCA
	<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.	AE
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	DCA
	<i>Centrocrema</i> sp.	DCA
	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.	AE
	<i>Lysiloma latisiliqua</i> A. Gray ex Sauvalle	AE
	<i>Mimosa pudica</i> L.	DCA
	<i>Tephrosia cinerea</i> Malme ex. Hassl.	DCA
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumeri</i> (L.) Vahl.	DCA
Iridaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	DCA
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	DCA
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	AE
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	AE
Nyctaginaceae	<i>Okenia hypogea</i> Schltld. y Cham.	DCA
Passifloraceae	<i>Passiflora ciliata</i> Aiton	DCA
	<i>Passiflora pallida</i> L.	DCA
Phytolacaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	AE
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	DCA
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	DCA
	<i>Sorghum halapense</i> (L.) Pers.	AE
	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth.	DCA
Rubiaceae	<i>Chiococca</i> sp.	AE
	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W. R. Anderson	AE
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	DCA
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i> sp.	DCA

Durante el estudio se realizó la recolección de basura en un área aprox. de 75 m² principalmente en la DCA, en la misma se registró un total de 28 kg de residuos sólidos inorgánicos (RSI) (Figura 4), no se pesaron residuos sólidos orgánicos, por no estar presente en el área muestreada, pero si se les puede observar en otros puntos del fragmento de vegetación. El RSI con mayor peso fueron plásticos correspondientes a envases de productos de aceite para motor, correspondientes a (Polietileno Alta Densidad (PEAD) y Policloruro de vinilo (PVC), en segundo lugar, Polietileno tereftalato (PET) conformado por 112 botellas plásticas de bebidas gaseosas, la presencia de residuos de aluminio y vidrio en el área muestreada para la basura fue baja.

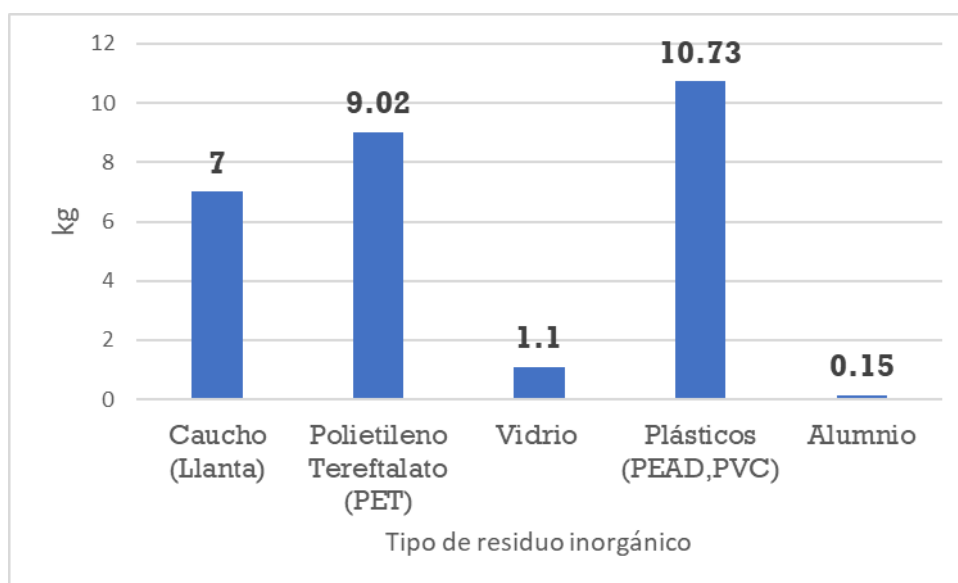


Figura 4. Cantidad de Residuos sólidos inorgánicos recogidos en 75 m² en un fragmento de duna costera en el sector Sabancuy, Campeche, México.

Es importante destacar que el área de estudio es una playa sin carga turística, en su mayoría los residuos sólidos inorgánicos presentes en la duna provienen de lo que arroja el mar a la playa. Y en este sentido los resultados obtenidos coinciden con los señalado por Acuña (2017), debido a que anualmente entra al océano de 4 a 8 millones de toneladas de basura en aguas abiertas y en zonas costeras, y de estos el 80 % son plásticos; que, por deterioro, se fragmente y genera a su vez partículas más pequeñas “microplástico secundario”, lo que agudiza el problema de la contaminación en el mar y por ende en playas (Figura 5).

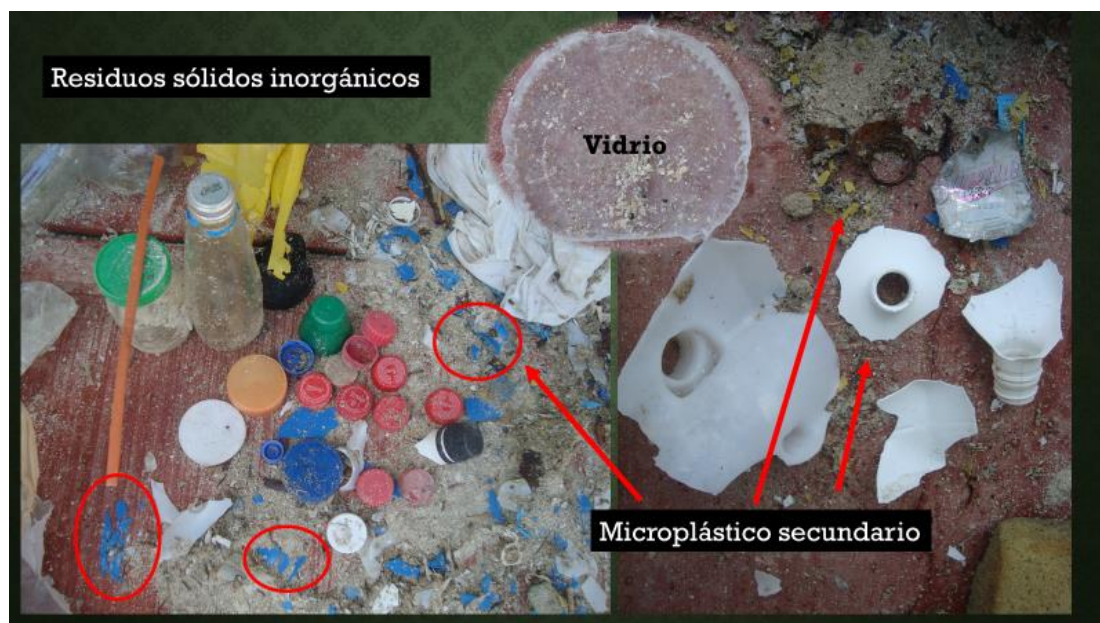


Figura 5. Residuos Sólidos Inorgánicos y microplástico secundario registrados en un área de 75m2 de un fragmento de Dunas costera en sector Sabancuy, Campeche, México.

Conclusión

1. La zona de estudio representa un área de alto valor ecológico debido a la presencia del matorral este tipo de vegetación prácticamente ha desaparecido a lo largo de la costa de Campeche. 2. El fragmento de Duna costera estudiado tiene un alto valor ecológico debido a que provee el hábitat a varias especies de fauna, entre ellas de las tortugas marinas. 3. No se han registrado especies endémicas para flora costera del estado de Campeche. 4. A lo largo de la franja costera de Sabancuy la duna costera está fragmentada por caminos o carreteras pavimentadas. 5. Los bienes y servicios que aporta a vegetación de la duna costera del sector Sabancuy representan una oportunidad de desarrollo social y económico para las comunidades locales.

Agradecimientos

La primera autora agradece al Proyecto Cátedras #364. Asimismo, al Colegio de Postgraduados, por el “Apoyo a Actividades Académicas”. Al Lic. Alberto Dzib por su colaboración en el traslado a la zona de estudio y su apoyo en la recolección de datos de campo. A los estudiantes Donaji Zuñiga, Alondra Pastrana Madrid, Alejandra Cruz

Bautista, Samantha Mendoza Sánchez y Ángel Aquino Luna por su colaboración en la toma de datos de campo.

Referencias

- Anguas-Escalante A et al. 2018. Tardígrados asociados a una plantación de cítricos de traspatio en la comunidad de El Palmar en Quintana Roo, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (73): 20-26.
- Bowman DM et al. 2017. Renewal ecology: conservation for the Anthropocene. *Restoration Ecology* 25(5): 674-680.
- Clarke KR, Gorley RN. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, 192pp.
- Acuña. S. 2017. Basuras en playas: tendencias e influencias en la acumulación de residuos en zonas costeras a través de experiencias en ciencia ciudadana. *Ecologistas en Acción*. España. 28 p.
- Castillo S, Popma J, Moreno-Casasola P. 1991. Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 73–88.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2010. <http://www.censo2010.org.mx/>
- Moreno-Casasola P. 1988. Patterns of plant species distribution on Mexican coastal dunes along the Gulf of Mexico. *Journal of Biogeography* 15: 787 806.

SECCIÓN II: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Aislamiento de Fitopatógenos en Variedades de Caña de Azúcar y su Biocontrol con *Trichoderma* spp. *in vitro*

V.M. Canul Koyoc, C.A. Rangel Ortega, J. Cristóbal Alejo, J.C. de la Cruz*

Resumen. En México es evidente que desde hace tiempo existen enfermedades de las plantas, la cual fue por causa del hombre que los agentes causales, comenzaron a cobrar una notable importancia incidiendo negativamente en la producción. Son diferentes organismos que afectan a las plantas entre las cuales se encuentran: virus, bacterias, nematodos, hongos, micoplasmas e insectos los cuales causan hasta el 100% en cultivos de importancia económica además que incrementan los costos de producción, el registro de nuevas enfermedades y la variación genética en espacios reducidos aumenta la importancia en variedades y las hace más resistentes a enfermedades fitopatógenas a corto, mediano y largo plazo en la actualidad presenta un problema debido a que cada día la adaptación de las especies vegetales es de mayor importancia y con eso podemos aclarar que se necesita un mejor control de especies fitopatógenas en cultivos y aumentar el rendimiento en especies cultivadas, las medidas de control que se establece deben ser cumplidas como estipula el reglamento de Sanidad Vegetal. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad biológica *in vitro* de 5 sepas (*Trichoderma* spp) contra 2 sepas fitopatógenas identificadas en la Estación Cuarentenaria de la Caña de Azúcar (ENCCA).

Palabras clave: Control biológico, fitopatógenos, *Trichoderma*.

Introducción

En la actualidad, el control biológico con microorganismos es una alternativa a bajo costo, eficiente y compatible con el ambiente para control de los principales fitopatógenos (Sánchez, 2009). Existen dos tipos de microorganismos utilizados en la agricultura, bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) y los hongos micorrízicos (HM).

Estación Nacional Cuarentenaria de la Caña de Azúcar, Tizimín, Yucatán (ENCCA) del Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA, A.C), C. Río Niágara Núm. 11 Colonia Cuauhtémoc, Cd. de México. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3, antigua carretera Mérida-Motul. 97345, Conkal, Yucatán,
1Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín, final aeropuerto Cupul s/n. 97700, Tizimín, Yucatán, México. México.

*Autor para correspondencia candelercruz@hotmail.com

La asociación micorrízica que se calcula existe desde hace más de 400 millones de años, está en al menos el 90% de las plantas descritas (Sánchez, 2009). Entre los microorganismos más usados para control biológico destaca *Trichoderma* spp. Se ha sugerido que especies del genero *Trichoderma* poseen buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por el hongo patógeno *Fusarium* spp. (Vargas & Gilchrist, 2015).

Trichoderma es una de las especies más estudiadas, se utiliza como agente de biocontrol contra enfermedades que afectan a las raíces, incluso existen biofungicidas a nivel comercial que tienen como ingrediente activo esta especie (Sánchez *et al.*, 2012).

Fernández y Suárez (2009) mencionaron que diferentes concentraciones de *Trichoderma* spp. contra *Fusarium* spp. resultan efectivas a nivel campo, obteniendo concentraciones de 10^6 esporas/mL.

Las enfermedades producidas por microorganismos patógenos en plantas son debidas principalmente a hongos, bacterias y virus, y causan severas perdidas en la agricultura, la aplicación de productos químicos, los cuales son tóxicos e inespecíficos ya que además de eliminar los organismos fitopatógenos dañan a los organismos benéficos del suelo (Sánchez, 2009).

En los últimos años, se ha incrementado el uso de un hongo micorrizogénico perteneciente al género *Trichoderma* spp. (Sánchez, 2009). Básicamente, la evaluación del efecto *Trichoderma* spp. se ha enfocado en la disminución de la población de fitopatógenos en el suelo mediante el micoparasitismo, la competencia y la antibiosis, en la industria se utiliza debido a las enzimas hidrolíticas (específicamente celulasas y las xilanasas (Sánchez, 2009) y durante los procesos de confrontación de cultivos (glucanasas y quitinasas (Vargas-Hoyos & Gilchrist-Ramelli, 2015), ayudando a degradar la hemicelulosa y algunos polisacáridos complejos, difíciles de romper.

La interacción de *Trichoderma* spp. contra el hongo patógeno se produce por un ataque lítico, en esta etapa ocurre la producción de enzimas líticas extracelulares, que degradan las paredes celulares del hospedante, posibilitan la penetración de las hifas del antagonista por los puntos de contacto donde se produce la lisis y aparecen los orificios, penetra la hifa del micoparásito en las del hongo hospedante (García *et al.*, 2016).

Materiales y métodos

Ubicación

El presente estudio, se realizó en el área de campo y Laboratorio de Diagnóstico de la Estación Nacional Cuarentenaria de la Caña de Azúcar (ENCCA), en el municipio de Tizimín, Yucatán, del Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar, A.C. (CIDCA A.C). Con una precipitación y temperatura media anual, de 1167 mm y 25.4

C°, respectivamente. Se localiza en la latitud 21° 09' 31" N y longitud 88° 10' 03.7" E.

Obtención de *Trichoderma* spp. y fitopatógenos

Los aislados nativos de *Trichoderma* spp. identificadas: *T. harzianum*, Rifai, 1969 (Th07-05 y Th09-06, Th43-14), *T. pleuroticola*, S.H. Yu & M. S. Park 2006 (Th43-13), *T. virens*, J. Mill., Giddens & A.A. Foster, Arx, 1987 (Th02-01), se identificaron con técnicas tradicionales, se obtuvieron del cepario del laboratorio de Fitopatología del Instituto Tecnológico de Conkal (ITC). Se reactivaron en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) a 30°C durante siete días. Para los aislados de origen fúngicos, se cortaron trozos de hojas en 325 variedades extranjeras de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) de aproximadamente 1 cm², y desinfección se realizó con hipoclorito de sodio comercial al 1% durante 1 min. Las muestras se inocularon en el mismo medio de cultivo y las condiciones descritas en este apartado. El muestreo se realizó en un área de 6, 511 m² durante la fase de cuarentena abierta.

Identificación de fitopatógenos

Se realizaron observaciones macroscópicas y se reactivaron en el medio de cultivo PDA a 28°C durante 7 días. Para la observación de estructuras microscópicas; micelio, conidióforos y conidias, se realizaron preparaciones permanentes de cera y esmalte, con ayuda de un microscopio compuesto a 10x (Motic B1 advanced Series®) y con las claves de Barnett y Hunter (1998) permitió la identificación de los aislamientos a nivel de género.

Enfrentamientos duales

Para los cultivos duales in vitro, se colocaron discos del medio de cultivo PDA con 7 mm de diámetro con micelio de cinco aislados de *Trichoderma* spp. y dos de *Fusarium* spp. de 15 días de crecimiento, a una distancia de cinco cm entre aislados, se consideraron como tratamientos 10 interacciones; Th02-01/FSM01, Th07-05/FSM01, Th09-06/FSM01, Th43-13/FSM01, Th43-14/FSM01, Th02-01/FSM02, Th07-05/FSM02, Th09-06/FSM02, Th43-13/FSM02, Th43-14/FSM02, distribuidas en un diseño completamente al azar con dos repeticiones, a temperatura de 28 °C, con 12/12 h de alternancia de luz/oscuridad durante 3 días. Para indicar el micoparasitismo como posible mecanismo de acción de las especies nativas de *Trichoderma*, se consideró como índice el micoparasitismo, la invasión o colonización de los cultivos duales se midió el crecimiento del micelio (cm) a las 24, 48 y 72 h después de la inoculación, así como la presencia o ausencia de barreras (Ortuño *et al.*, 2013). Para la observación del micoparasitismo en las estructuras microscópicas se realizó según la técnica de Abdollahi *et al.* (2004), consistió en colocar portaobjetos estériles de 25 x 75 mm a la

mitad de la caja de Petri, luego, se le adicionó medio de cultivo PDA para formar una capa muy delgada. Posteriormente se colocaron discos de 7mm de diámetro con micelio de aislados fúngicos de *Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp. con siete días de crecimiento (Figura 1). El período de incubación fue similar a los bioensayos del cultivo dual. En condiciones asépticas fueron retirados los portaobjetos a los cuales se les depositó tres gotas de azul de metileno, sobre esta área se colocó un cubre objeto sellado. La observación de estructuras microscópicas alteradas, se realizó de la misma manera como en la identificación de fitopatógenos.

Análisis estadístico

Con la información obtenida de las variables respuesta se realizó el análisis de varianza, cuando se encontró diferencia significativa entre los cultivos duales, se utilizó como comparador de medias el método de (test: Scott Knott Alfa=05) Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico InfoStat versión 2018 (Di Rienzo, 2017).

Resultados y discusión

Identificación de hongos

Durante el seguimiento y evaluación de 325 variedades extranjeras de caña de azúcar en la etapa de cuarentena abierta, se aislaron e identificaron especies fúngicas sin importancia cuarentenaria, y según las claves de Barnett y Hunter (1998) permitió observar y diferenciar estructuras macros y microscópicas; como el color del medio de cultivo y del micelio, la presencia de conidióforos, fiálides y tipos de conidias, las que se identificaron los siguientes géneros; *Aspergillus* sp. (ASP-01.), *Acremonium* sp. (ACM-01), *Penicillium* sp. (PNM), *Rhizopus* sp. (RZP), *Alternaria* sp. (ALT) y especies de *Fusarium* con registros; FSM-01 y FMS-02.

Se procedió a la obtención del Porcentaje de Inhibición de Crecimiento Radial (PICR) de *Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp (Figura 1). con relación a su testigo respectivamente se pudo comprobar la inhibición de *Trichoderma* spp. como antagonista disminuyendo el crecimiento micelial donde el antagonista cubrió al fitopatógeno hasta en un 75% aproximadamente.

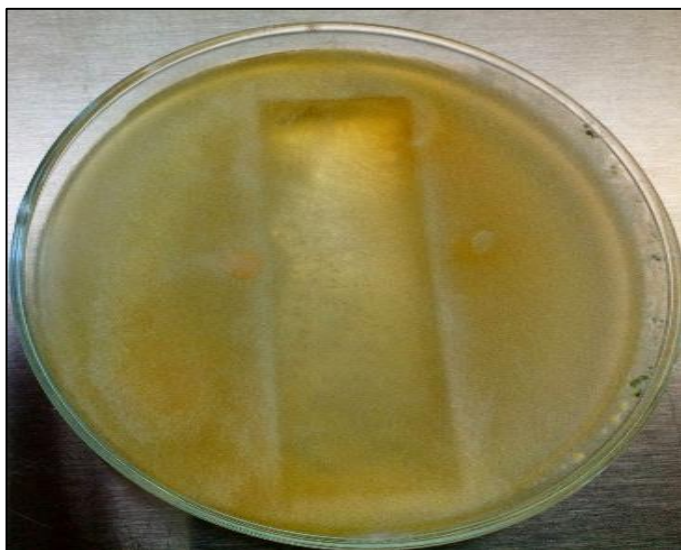


Figura 1. Micoparasitismo. Presentación de *Trichoderma* sp. & *Fusarium* sp

Cuadro 1. Crecimiento del micelio fúngico de *Trichoderma* sp. y *Fusarium* sp. en cultivos duales.

Interacciones	Crecimiento micelial (cm)					
	24 h		48 H		72 H	
Th 02-01/FSM-02	0.25 A	0.25A	0.40A	0.40A	1.95A	1.95A
Th 07-05/FSM-02	0.25 A	0.25A	0.40A	0.40A	1.90A	1.90A
Th 4314/FSM-02	0.25 A	0.25A	0.40A	0.40A	1.75A	1.75A
Th 09-06/FSM-01	0.30 A	0.30A	0.40A	0.40A	3.80B	1.00A
Th 4314/FSM-01	0.30 A	0.30A	0.40A	0.40A	1.90A	1.90A
Th 43-13/FSM-01	0.45B	0.30A	0.45A	0.40A	3.00A	1.25A
Th 02-01/FSM-01	0.30 A	0.30A	0.40A	0.40A	1.95A	1.95A
Th 09-06/FSM-02	0.40 A	0.30A	0.30A	0.30A	3.80B	0.80A
Th 07-05/FSM-01	0.35B	0.35B	0.40A	0.40A	1.85A	1.85A
Th 43-13/FSM-02	0.40 A	0.35B	0.40A	0.50A	2.00A	2.00A
Th 09-06	0.20 A	0.30A	1.00B	3.40C	4.60B	4.60B
Th 43-13	0.20 A	0.40B	3.70C	4.00C	4.70B	4.70B
Th 02-01	0.30 A	0.40B	1.30B	3.40B	4.60B	4.60B
Th 43-14	0.30 A	0.40B	3.50C	4.00C	4.70B	4.70B
Th-0705	0.30 A	0.40B	4.00C	4.00C	4.70B	4.70B
FSM-01	0.30 A	0.40B	3.60C	4.00C	4.70B	4.70B
FSM-02	0.30 A	0.40B	3.80C	4.00C	4.70B	4.70B

Medias con una letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

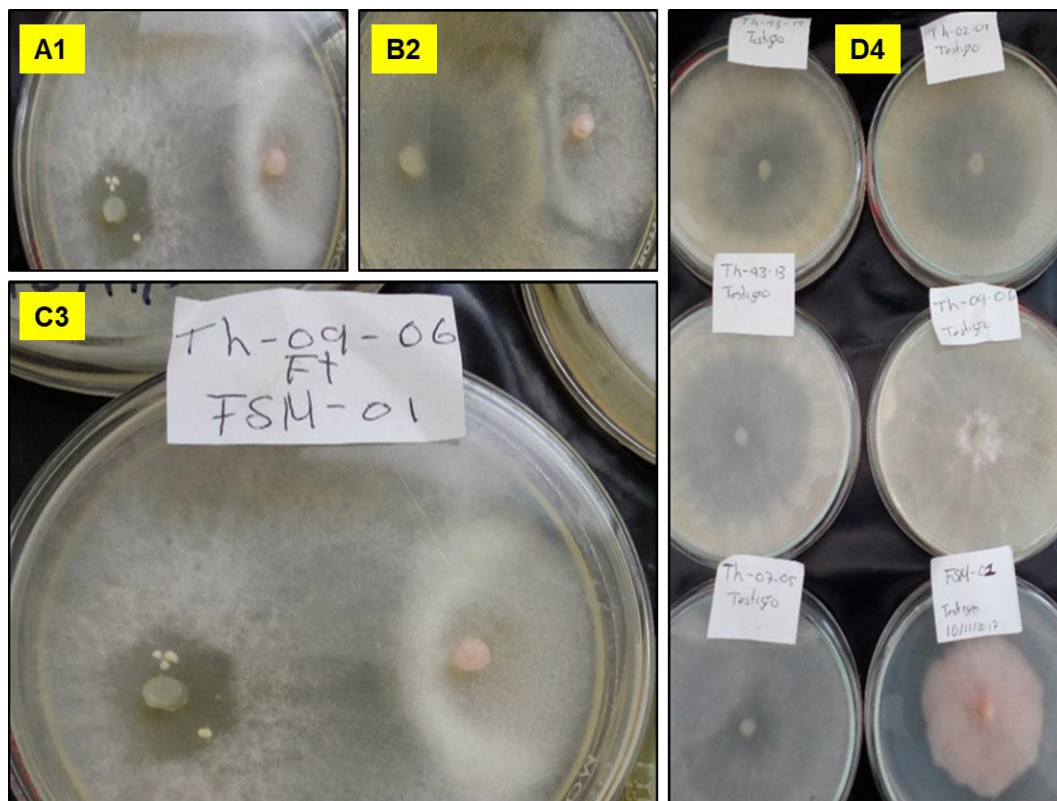


Figura 2. A1) C3) confrontación y formación de barreras de *Trichoderma* sp. ft *Fusarium* sp B2) *Trichoderma* como antagonista, inhibición de *Fusarium* sp. D4) Crecimiento de testigos.

Conclusión

Trichoderma tiene un valor significativo contra hongos fitopatógenos. La formación de esclerocios en hongos fitopatógenos se logra observar e inhibir el crecimiento de los mismos en confrontaciones de cultivos “*in vitro*”.

Referencias

- Cristina H, Enríquez V, Interno A, Ana D, González GL, Externo A, Junio DF. 2008. Instituto Politécnico Nacional. <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14592/1/> HAYDEE VERA INFORME FINAL.pdf
- Fernández R, Suárez C. 2009. Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium oxysporum* Schlecht f sp passiflorae en maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. Flavicarpa) del municipio zona bananera colombiana. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 62(1): 4743–4748.

- García C, Mamani M, Chávez G, Álvarez M. 2016. Evaluación de la actividad enzimática del *Trichoderma inhamatum* (BOL-12 QD) como posible biocontrolador. Journal of the Selva Andina Research Society 7(1): 20–32.
- López VS, Bolaños LM, González E a Z, Lepez MR. 2003. Morfológica En Diferentes Ecosistemas.
- Vargas-hoyos, H. A., & Gilchrist-ramelli, E. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) on two strains of *Fusarium* isolated from tomato crop (*Solanum lycopersicum*). Revista Mexicana de Micología 42: 9–16.

Efecto Nematicida de Filtrados Fúngicos (*Trichoderma* spp.) Contra *Meloidogyne incognita*

C.C. Cámara¹, J.D.C. Candelero^{1*}, J.M. Noh, F.L. Peraza¹, N.F. Ruz¹, J.C. Cristóbal²

Resumen. En condiciones de laboratorio, se evaluaron 32 filtrados fúngicos nativos de *Trichoderma* spp. con contra la motilidad de juveniles (J₂) del segundo instar de *M. incognita*. Se colocó un disco con micelio de 5 mm de diámetro en 50 mL del medio Caldo Papa Dextrosa (CPD) en matraces de 250 mL de capacidad durante 15 días a 28 °C. El CPD se filtró con gasas estériles, luego se centrifugó a 3600 rpm durante diez minutos y el sobrenadante se filtró a través de un filtro Milipore de 0.45 µm. Se adicionó 270 µL de cada filtrado fúngico de *Trichoderma* spp. más 30 µL de agua destilada con 30 a 50 Juveniles (J₂) de nematodos en microplacas de 96 pocillos. Se evaluaron treinta y dos tratamientos correspondientes a los filtrados fúngicos y un testigo con agua destilada estéril, distribuidos en un diseño completamente al azar. De acuerdo al análisis estadístico de la evaluación *in vitro* de los 32 filtrados fúngicos de las especies nativas de *Trichoderma* contra la motilidad o mortalidad de J₂ de *M. incognita*; 19 filtrados fúngicos ejercieron 100% de inmovilidad a las 24 h de evaluación; 29 indujeron efectos significativos sobre este parámetro de estimación a las 48 h; y solamente 27 lograron mantener su efectividad en la prueba de reversibilidad. Se comprobó que solo el agua destilada estéril por si solo ejerce un efecto de mortalidad, pero de acuerdo a la separación de medias, existen algunos aislamientos de *Trichoderma* spp. con potencial nematicida para disminuir la reproducción de *M. incognita*.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, control biológico, juveniles segundo instar (J₂).

¹Instituto Tecnológico de Tizimín (ITT), Yucatán. Avenida Tecnológico s/n. CP. 97000. Tizimín, Yucatán, México. Tecnológico Nacional de México.

²Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), Yucatán. Avenida Tecnológico s/n. CP. 97345. Conkal, Yucatán, México. Tecnológico Nacional de México.

*Autor de correspondencia: candelero cruz@hotmail.com

Introducción

En México, los fitonemátodos del género *Meloidogyne* spp. causan pérdidas en la producción de hortalizas que van desde el 50 al 75% y, en casos extremos del 100%. En particular la especie *M. incognita*, es un parásito obligado semi-sedentario en el que su etapa infectiva, los juveniles del segundo estadio (J₂) de este fitonemátodo son capaces de parasitar principalmente a las solanáceas, cucurbitáceas y otras hortalizas de importancia económica del estado de Yucatán. El daño que producen estos fitonemátodos en las raíces de las plantas cultivadas, inhiben su desarrollo y predisponen a la planta al ataque de bacterias, hongos y virus; que de cierta manera reducen la rentabilidad de los cultivos (Herrera *et al.*, 2011; Cristóbal Alejo *et al.*, 2010; Cid del prado-Vera *et al.*, 2001). En este sentido, el control de los nematodos es muy complicado y depende de las condiciones climáticas de la región, la fenología de la planta y otros factores que intervienen en su eficacia; Entre las prácticas más extendidas para el control de estos fitopatógenos es el uso de productos químicos, que conllevan a problemas medioambientales y de resistencia (Cardona *et al.*, 2014). En el caso particular de los nematicidas; si no se aplican de manera adecuada pueden inducir poblaciones resistentes y ocasionar fitotoxicidad en los cultivos. Estos agroquímicos sintéticos tienen como base compuestos organofosforados o carbamatos que, además de poseer fuerte acción insecticida, algunos actúan de forma sistémica y dan lugar a una mayor residualidad en los productos hortícolas. Por lo tanto, una de las alternativas más amigables con el ambiente y con la salud humana; es el uso de microorganismos de origen microbianos y fúngicos, las cuales ejercen efectos de control biológico sobre los fitoparásitos; tan solo algunas especies de *Trichoderma* son capaces de contrarrestar los efectos deletéreos de *M. incognita* (Cetz *et al.*, 2018; Candelero *et al.*, 2015). Efecto se le atribuye a la liberación de metabólicos secundarios como β -1,3-glucanasa, N-acetilglucosaminidasa, quitinasa y celulasas que actúan sobre las estructuras celulares de los fitopatógenos (Sivasithamparam y Ghisalberti, 2002; González *et al.*, 2012). Sin embargo, estos mecanismos que involucran a los Agentes de Control Biológico (AGB), su efectividad puede estar influenciada por el tipo de sustrato, la temperatura y las condiciones en las que crece el hongo; puede ser un excelente competidor en el laboratorio, pero no en las condiciones de campo donde la competencia es más rigurosa. Por todo lo anterior, el presente trabajo consistió en evaluar la exposición de 32 filtrados fúngicos con actividad nematostática y nematicida sobre J₂ de *M. incognita* en condiciones *in vitro*.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Biotecnología Ambiental y en el área de Producción e Investigación del Instituto Tecnológico de Tizimín Yucatán, Av. Tecnológico s/n, CP. 97700, coordenada: 21° 09' 29" N 88°10' 21" O.

Filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. Se obtuvieron 32 aislamientos nativos de *Trichoderma* del Laboratorio del Fitopatología del ITC, Conkal, Yucatán. Para la obtención de los filtrados, fúngicos, se colocó un disco de PDA con micelio de 5 mm de diámetro en 50 mL de medio de cultivo Caldo Papa-Dextrosa (CPD); 300 y 20 g de Papa y Dextrosa L⁻¹ de agua destilada con un pH final de 6.8, se dejaron crecer a 30°C sin agitación, durante 20 días, en matraces de 250 ml de capacidad (Espinal, 2010). Después de su desarrollo durante 15 días a 28 °C, el CPD se filtró con gasas estériles, luego se centrifugó a 3600 rpm durante diez minutos, el sobrenadante a través de un filtro Milipore de 0.45 µm. Los filtrados se almacenaron en tubos Falcon en refrigeración durante cinco días a 6 °C (Cardona *et al.*, 2014; Mohammed *et al.*, 2004; Candelero *et al.*, 2015).

Obtención de *M. incognita*. Se obtuvieron de raíces agalladas del fitonemátodo en plantaciones comerciales de chile habanero (*C. chinense*); se lavaron con agua corriente; y con el microscopio estereoscópico, se disectaron y se extrajeron las masas de huevos de *M. incognita* con la ayuda de aguja de disección. Para la desinfección y separación de la matriz gelatinosa, se realizó con hipoclorito de sodio al 1% durante tres minutos. Inmediatamente para la separación de la materia orgánica y la eliminación del resto del desinfectante, se realizó a través de una serie de enjuagues con agua destilada, al pasarlos en los tamices del número 200, 300 y 400, respectivamente. Por último, se incubaron a 28°C en cajas Petri con agua destilada estéril durante dos días para su eclosión. Para la identificación de *M. incognita*, se consideraron las características morfológicas del patrón perineal y la forma del estilete de la hembra (Cid del prado-Vera *et al.*, 2010; Jepson, 1987).

Evaluación de los filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. Se adicionaron 270 µL del filtrado fúngico de *Trichoderma* spp. más 30 µL de agua destilada con un estimado de 50 Juveniles (J₂) del fitonemátodo en microplacas de 96 pocillos. Se evaluaron treinta y dos tratamientos correspondientes a los aislados de *Trichoderma* spp. y un testigo con agua destilada estéril (ADE) (Silva *et al.*, 2002; Cardona *et al.*, 2014). La unidad experimental la constituyeron los filtrados fúngicos, con cinco repeticiones, distribuidos en un diseño completamente al azar. La variable de respuesta correspondió al porcentaje de nematodos inmóviles a las 24 y 48 h de exposición. Por lo que se estimó el efecto nematocida o nematostático de los filtrados a las 72 h, después de sustituir el filtrado fúngico con agua destilada estéril a las 48 h. La inmovilidad se corroboró empleando un pincel, con el cual, se estimuló al nematodo en su región

cefálica. Cuando la respuesta al estímulo fue inmóvil, se consideró inviable al nematodo (Cristóbal *et al.*, 2010). Para el análisis de varianza los datos se transformaron en porcentajes (Steel y Torrie, 1988) y la separación de medias por el método de Tukey ($P=0.05$).

Resultados y discusión

Evaluación de los filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. El análisis estadístico evidenció el efecto nematocida de 32 filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. sobre la inmovilidad de los J₂ de *M. incognita* a las 24, 48 y 72 h de exposición, mostraron altas diferencias significativas ($P \leq 0.001$), con respecto al Testigo con ADE. Los resultados indican que, a las 24 h, 19 filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. estadísticamente iguales (Tukey $P=0.05$) ejercieron un 100% de efectividad. A las 48 h de evaluación, 29 filtrados de *Trichoderma* spp. lograron rangos que van del 98.89 al 100% de efectividad sobre este parámetro de evaluación. En la prueba de reversibilidad después de las 24 h sin exposición del medio CPD, 27 filtrados fúngicos, lograron ejercer 100% de mortalidad sobre los J₂ de *M. incognita*, en relación al testigo ADE que presentó los valores más bajos (Cuadro 1). Este hecho indica que la manipulación de los nematodos en condiciones controladas de laboratorio tiene un efecto sobre la inmovilidad o mortalidad de este fitoparásito.

Cuadro 1. Inmovilidad o mortalidad de juveniles del segundo estadio de *M. incognita* por efecto de los filtrados fúngicos de las especies nativas de *Trichoderma*.

Origen de los aislados	Filtrados fúngicos <i>Trichoderma</i> spp.	Tiempo de exposición (h)		
		24	48	72
		% *		
Sacculum	Th36-60	100a	100a	100a
Akil	Th29-54	100a	100a	100a
Dzilam González	Th06-09	100a	100a	100a
Cansakab	Th08-65	100a	100a	100a
Panabá	Th03-05	100a	100a	100a
Ticul	Th33-58	100a	100a	100a
Yobain	Th14-21	100a	100a	100a
Sacculum	Th35-70	100a	100a	100a
Tadzhiu	Th25-69	100a	100a	100a
Tzucacab	Th20-35	100a	100a	100a
Sacculum	Th35-59	100a	100a	100a
Tadzhiu	Th25-68	100a	100a	100a
Tekax	Th24-50	100a	100a	100a
Tizimín	Th01-01	100a	100a	100a
Tzucacab	Th19-32	100a	100a	100a

Halachó	Th18-30	100a	100a	100a
Dzidzantún	Th11-16	100a	99.31a	100a
Yobain	Th14-24	100a	100a	94.07b
Oxkuztcab	Th32-56	100a	98.89a	91.09b
Peto	Th22-43	99.44ab	100a	100a
Ticul	Th33-57	99.43ab	100a	100a
Homún	Th40-62	98.60ab	100a	100a
Maxcanú	Th16-29	98.18ab	100a	92.45b
Peto	Th23-48	97.30abc	100a	74.15c
Buctzotz	Th09-13	96.47abc	100a	100a
Tizimín	Th02-04	95.67abc	100a	100a
Sacalum	Th35-67	91.80bc	99.50a	100a
Panabá	Th04-06	76.82c	99.59a	100a
D. González	Th05-07	61.60d	75 b	100a
Dzidzantún	Th12-19	47.57de	72.89bc	91.73b
Ticul	Th33-64	41.79de	100a	100a
Buctzotz	Th09-12	23.07ef	63.69c	100a
	ADE	11.16f	12.79d	14.87d
	Valor critico de Tukey	0.54843	0.21674	0.27534

Nota: Medias con la misma literal en columna son estadísticamente iguales (Tukey, P=0.05),
 *Porcentaje de inmovilidad o mortalidad de 50 Juveniles del segundo instar (J₂) de *M. incognita*.

Estos resultados coinciden con los reportados por Pinzón *et al.* (2015) y Candelero *et al.* (2015) demostraron en la prueba de reversibilidad (24 h), el 100 % de efectividad de 14 filtrados de *Trichoderma* spp. contra J₂ de *Meloidogyne* sp. A su vez, Peraza *et al.* (2014) obtuvieron un efecto de hasta el 79% de efectividad sobre este fitonematodo con la cepa Tri3 de *Trichoderma* sp. (1.5×10^6 conidias mL⁻¹). Otro de los efectos significativos que se confirman es la destrucción total de los componentes celulares de los fitonematodo (Mendoza *et al.*, 2013). Unos de los mecanismos que mejor explican este efecto; es la liberación de enzimas líticas como β -1,3-glucanasa, N-acetilglucosaminidasa, quitinasas, y algunos antibióticos volátiles como 6-penthy- α -pyrone y viridinas actúan directamente sobre la cutícula de los nematodos (Guédez *et al.*, 2012; González *et al.*, 2012; Sivasithamparam y Ghisalberti, 2002).

Conclusiones

De las 32 evaluaciones *in vitro* de las especies nativas de *Trichoderma*, 27 filtrados lograron ejercer 100 % de efectividad sobre la mortalidad de los J₂ de *M. incognita*.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado para la realización de las actividades del presente trabajo que forman parte del Proyecto “Uso potenciales de las especies nativas de *Trichoderma* en la productividad de chile habanero” Clave 6284.17-P).

Referencias

- Candelero-de la Cruz J, Arturo JC, Tún J, Gamboa M, Ruíz E. 2015. *Trichoderma* spp. promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagónicas contra *Meloidogyne incognita*. Revista Internacional de Botánica Experimental 84: 113-119.
- Cardona-Bustos N, Pavas N, Fernández H, Pamela E. 2014. Efecto del filtrado crudo de *Purpureocillium* sp. (Cepa UdeA0106), sobre la eclosión de huevos y movilidad de juveniles de *Meloidogyne incognita-javanica*. Revista Colombiana de Biotecnología 16 (2): 37-44.
- Cetz-Chi J, Cristóbal J, Tun J, Peraza F, Candelero J. 2018. Especies nativas de *Trichoderma* spp. y su actividad antagónica contra *Meloidogyne incognita* en *Solanum lycopersicum* L. Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 26(73): 5-12.
- Cid del Prado-Vera I, Tovar A, Hernández J. 2001. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 19(1): 32-39.
- Cristóbal-Alejo J, Herrera E, Oregel V, Ruiz E, Tún J, Celis T. 2010. *Glomus intraradices* para el control de *Meloidogyne incognita* (kofoid & White) Chitwood en condiciones protegidas. Revista Fitosanidad 14(1): 25-29.
- Espinal Churata C, Huanca M, Terrazas E, Giménez A. 2010. Evaluación de la actividad biocontroladora de *Trichoderma inhamatum* cepa BOL 12 QD, frente a *Botrytis fabae*, causante de la mancha chocolate en cultivos de haba (*Vicia faba*), Revista BIOFARBO 18(1): 13-30.
- Gicelly A, Mendoza T, Wilson JH, Colina JC. 2013. Efecto de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre huevos de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. Revista Científica de Estudiantes de la Universidad de Trujillo, Perú 1(2): 65-71.
- González I et al. 2012. Inducción de quitinasas y glucanasas en cepas de *Trichoderma* spp., promisorias como agentes para el control biológico. Revista Biotecnología Aplicada 29: 7-11.
- Guédez C, Cañizalez L, Castillo C, Olivar R. 2012. Evaluación *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 32: 44-49.
- Herrera Parra E et al. 2011. Nematofauna nociva (*Meloidogyne* spp.) en cultivos hortícolas tropicales: Distribución y perspectivas de manejo en Yucatán. En M. Gamboa Angulo & R. Rojas Herrera (Eds.), Recursos genéticos microbianos en la zona Golfo-Sureste de México (Vol. 1, pp. 138-150). México: Subnargem-CICY-UADY-SAGARPA.
- Jepson SB. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK: CAB International. 265 pp.
- Mohammed E, Pérez SC, Ahmed SI, Requena ME, Candela ME. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento *Capsicum annuum* L. Revista Científica: Anales de Biología 26: 35-45.

- Peraza PW, Orozco AMR, Esquivel HA. 2014. Evaluación *in vitro* de hongos nematófagos en zonas arroceras de Costa Rica contra el nematodo agallador *Meloidogyne javanica*. *Agronomía Costarricense* 38(2): 19-32.
- Pinzón-Espinoza L, Candellero J, Tún J, Reyes V, Cristóbal J. 2015. Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. *Fitosanidad* 19(1): 5-11.
- Sharon E, et al. 2007. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. *European Journal of Plant Pathology*, 118: 247-258.
- Silva GH, Oliveira DF, Campos VP. 2002. Purificação de metabólitos fúngicos com efeitos tóxicos sobre *Meloidogyne incognita*. *Fitopatologia Brasileira* 27: 594-598.
- Sivasithamparam GE, Ghisalberti EL. 2002. Secondary metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium*. In: *Trichoderma and Gliocladium* (Vol. 1). C.P. Kubicek and G.E. Harman (Eds). Taylor and Francis, Londres, Reino Unido, pp. 139-191.
- Steel RDG, Torrie JH. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición. McGraw-Hill. DF, México. 662 p.

Respuesta del Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) al Suministro de Abono Orgánico en Calkiní, Campeche, México

W.J. Torres^{1*}, E.R. Sánchez², M.B. Chuc-Armendariz¹, S.C. Almeyda¹

Resumen. Actualmente los abonos orgánicos son una alternativa sustentable para reducir el uso de fertilizantes químicos debido a que mantienen la dinámica del suelo, el desarrollo vegetal y la vida macro y microbiana además representan una alternativa para mejorar el nivel económico de los productores, mejorar el sistema alimentario y contrarrestar el problema de desnutrición en las comunidades rurales. Se evaluó el efecto de un abono orgánico en dos concentraciones sobre el crecimiento de la planta. Los tratamientos fueron: bokashi 1 (315.42 g), bokashi 2 (132.52 g) y el testigo en condiciones de campo. En la altura de planta se observó que el tratamiento bokashi 1 superó al testigo con 43 %. Con respecto al diámetro del tallo, se observó en el tratamiento bokashi 1 que las plantas tuvieron 26 % mayor diámetro de tallo que las plantas testigo. Estos resultados representan que el uso de los abonos orgánicos es una alternativa económica, ecológica y sustentable en la producción de chile.

Palabras clave: bokashi, abonos orgánicos, sustentable, desarrollo vegetal.

Introducción

En el estado de Campeche la producción de chile habanero está limitada solo a unos cuantos productores debido a que esta región bajo condiciones tradicionales suele ser muy costosa y en ocasiones poco rentable (Ruíz, 2007; Orozco, 2008). Además, no existen reportes de trabajos enfocados al uso de fertilizantes orgánicos en chile habanero en el estado de Campeche.

¹Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. Avenida AH-Canun SN, C.P. 24900 Calkiní, Campeche, México

²División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de México/Instituto Tecnológico de Conkal.

*Autor para correspondencia: wjtc_16@hotmail.com

Una de las alternativas es el aprovechamiento integral de los recursos naturales disponibles (estiércol, residuos vegetales) y de bajo costo para la producción. Su uso permite obtener mayores rendimientos de los cultivos, protegiendo el suelo sin contaminarlo, y haciendo más segura su manipulación (Leon-Najera, 2006; Lok, 1998; Nieto-Garibay, 2002). La fertilización química de cultivos actualmente está propiciando que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de materia orgánica y de un desbalance nutrimental, y que al transcurrir el tiempo pierda su fertilidad y capacidad productiva. La cantidad de residuos de cosechas que se obtiene cada año, sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, esto es un problema potencial de contaminación ambiental. La elaboración de los abonos orgánicos fermentados como el Bokashi son una alternativa económica y ecológica para reducir el uso de fertilizantes químicos debido a que los abonos orgánicos son de gran importancia en la fertilización del suelo, sin embargo, esto depende de la naturaleza del abono, características del suelo, tipo de cultivo, periodicidad de la aplicación y cantidad aplicada del abono. Además, los abonos orgánicos proporcionan nutrientes, corrigen deficiencias porque contienen nutrientes de lenta liberación y mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, así ayudan al desarrollo y crecimiento de las plantas (Astier, 2005). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un abono orgánico en dos concentraciones sobre el crecimiento de la planta.

Materiales y métodos

El experimento se realizó durante agosto-diciembre 2017 en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní (ITESCAM) México. El clima del sitio es cálido subhúmedo con régimen de lluvia en verano. La temperatura media anual fluctúa entre los 26 y 28 °C y la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 200 mm (Rico-Gray y Palacios-Ríos, 1996). El trasplante se realizó en surcos de 1.20 m depositando 1 planta cada 30 cm ajustado a una densidad poblacional de 25.000 plantas/ha. Los materiales que se utilizaron para la elaboración del bokashi fueron los siguientes: Estiércol de ganado, cascarilla de arroz, tierra roja, carbón vegetal, salvado de trigo, melaza, ceniza de fogón, levadura y agua. Los tratamientos fueron: bokashi 1 (315.42 g), bokashi 2 (132.52 g) y el testigo en condiciones de campo. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos se establecieron en una parcela de 25 x 20 m. Las variables evaluadas fueron, altura de la planta, diámetro del tallo y biomasa seca final a los 130 días después del trasplante. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey $\alpha < 0.05$.

Resultados y discusión

Se observó diferencias significativas entre los tratamientos para la variable altura de planta. Las plantas tratadas con bokashi 1 alcanzaron un promedio mayor 67 cm altura superando al resto de los demás tratamientos (Figura 1). El tratamiento que alcanzó la menor altura fue el testigo experimental de 47 cm.

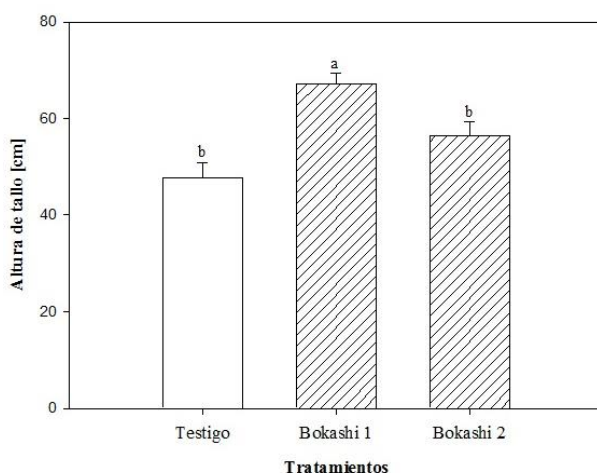


Figura 1. Efecto de abono orgánico en la altura de la planta de chile habanero 120 días después del trasplante. Bokashi 1 (315.42 g) y Bokashi 2 (132.52 g). Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias, Tukey, $\alpha = 0.05$. Las barras denotan las desviaciones estándar.

Nieto-Garibay *et al.* (2002) mencionan que debido al uso de composta en el cultivo de chile habanero la plantas alcanzan una mayor altura, por su parte Gómez *et al.* (2008) realizaron aplicaciones de abonos orgánicos (composta) y observaron un incremento en 48 % en la altura de la planta. El análisis de variancia mostró diferencias significativas para el diámetro del tallo. Los tallos con mayor diámetro se observaron en el tratamiento de bokashi 1 con 2.4 cm, superando a los demás tratamientos (Figura 2), bokashi 2 con respecto al testigo experimental no mostro diferencias.

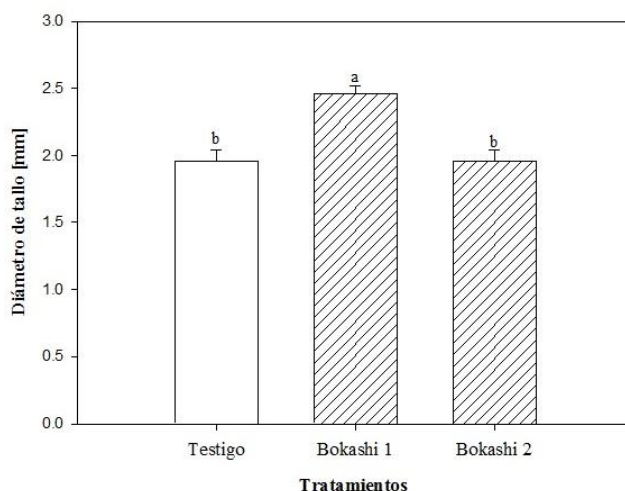


Figura 2. Efecto de abono orgánico en el diámetro del tallo de planta de chile habanero 120 días después del trasplante. Bokashi 1 (315.42 g) y Bokashi 2 (132.52 g). Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias, Tukey, $\alpha = 0.05$. Las barras denotan las desviaciones estándar.

En otros estudios realizados por López-Arcos *et al.* (2012) menciona que la aplicación de lombricomposta tiene un efecto positivo sobre el crecimiento del tallo en plantas de chile morrón (*C. annuum*) de la misma manera Sánchez y Ramírez (2009) menciona que con la incorporación de lombricomposta en el cultivo de chile jalapeño (*C. annuum*) se tiene un incremento en el engrosamiento del tallo. El análisis de variancia mostró diferencias significativas para biomasa seca final (hoja, tallo, raíz) excepto la variable raíz para el caso de hojas y tallos se observó diferencias en el tratamiento de bokashi 1 para el caso de peso de hoja con 69.92 g y tallo con 94.9 g, superando a los demás tratamientos, bokashi 2 con respecto al testigo experimental no mostró diferencias (Figura 3). Golueke (1989), menciona que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo se puede mejorar gracias a los abonos orgánicos además de aportar nutrientes a las plantas. Por su parte, Valdrighi *et al.* (1996) realizó un trabajo y observó un incremento en el contenido de bacterias nitrificadoras del suelo además mejoraron significativamente la biomasa del cultivo de *Chicorium intybus* L. debido al uso de abonos orgánicos

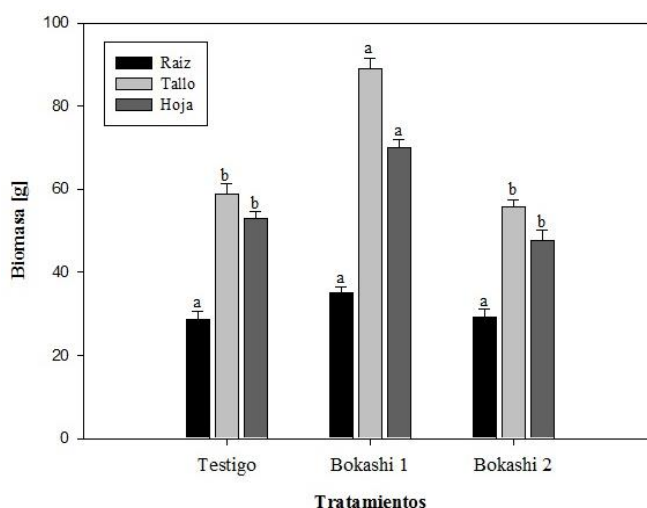


Figura 3. Efecto de abono orgánico la biomasa seca total de plantas de chile habanero 130 días después del trasplante. Bokashi 1 (315.42 g) y Bokashi 2 (132.52 g). Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias, Tukey, $\alpha = 0.05$. Las barras denotan las desviaciones estándar.

Conclusiones

El fertilizante orgánico bokashi 1 ejercen un efecto positivo sobre la altura y diámetro del tallo de la planta de chile habanero ya que obtuvo mejor resultado que las plantas testigo. Se observó un efecto positivo de la aplicación de abonos orgánicos bokashi 1 en la producción de biomasa seca de chile habanero, donde las mejores variables fueron hoja y tallo. La aplicación de abono orgánico bokashi en la producción de chile habanero representa una alternativa ecológica, económica y sustentable para reducir el uso de fertilizantes químicos.

Referencias

- Astier M, Hollands J. 2005. La evaluación de la sustentabilidad de experiencias agroecológicas en latinoamérica. Mediciones sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en latinoamérica. Gira A. C. Mundiprensa. D. F. México. 262 p.
- Gómez AR, Lázaro JG, León NA. 2008. Producción de frijol (*phaseolus vulgaris* l.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Universidad científica 24: 11-20.
- Golueke C. 1989. The rationale for composting. the biocycle guide to composting municipal wastes. j.g. press, inc. Usa p.1-4.

- León-Nájera JA, Gómez-Álvarez R, Hernández-Daumás S, Álvarez Solís J, Palma-López D. 2006. Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos, en los altos de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia* 22: 163-174.
- López-Arcos M, Matu JEP, Cortez MAM. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq.) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México| Response of habanero pepper (*Capsicum chinense* L. Jacq) organic fertilizer supply in Tabasco, México. *UDO Agrícola* 12(2).
- Lok RMA. 1998. Introducción a los huertos caseros tradicionales tropicales, proyecto agroforestal. Módulo de enseñanza agroforestal no. 3. Catie/gtz. Turrialba. 157 p.
- Nieto Garibay A et al. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L) en zonas áridas. *interciencia* 27(8): 417-421.
- Orozco y Rosales. 2008. Registro de datos de temperatura y humedad. En: Informe de proyecto sobre uso de abonos orgánicos en el cultivo de la mora. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. (p.38).
- Rico-Gray V, Palacios-Ríos M. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la Ciénega del nw de Campeche. *Acta Botánica Mexicana* 34: 53-61.
- Ruíz C, Russian T, Domingo T. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical* 57: 7-14.
- Sánchez-Paz Y, Ramírez-Villalobos M. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Revista de la Facultad de Agronomía* 23(3): 257-272.
- Valdrighi MM et al. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58: 133-144.

Efecto de *Beauveria bassiana* en el Control de *Melanaphis sacchari* en Chiná, Campeche

S.H. Pérez-Molina¹, J.R. Cauich-Cauich¹, M.A. Burgos-Campos², E. Arcocha-Gómez², N.A. González-Valdivia^{2*}

Resumen. Con el objetivo de aportar soluciones ambientalmente inocuas al manejo de la emergente plaga del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), en el estado de Campeche, se realizó en la apoca de temporal (junio-agosto) una investigación de campo en la Unidad de Producción Rancho Xamantun, del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Para esto se condujo un experimento en el que se contrastaron los efectos de la aplicación cuatro dosis, tres de ellas semanales y una última con dos semanas de separación respecto a la tercera, con una dosificación de 750 g/ha/aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en parcelas de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*). Los resultados demuestran que la densidad de pulgones pudo controlarse por medio del hongo, que logró disminuir la presencia del pulgón por debajo del registro de este insecto en las parcelas testigo. El rango de pulgones infectados, según las plantillas de muestreo (2 cm²), estuvo entre 10 y 35 en parcelas tratadas con hongos (1 a 4 pulgones por muestra/hoja) y la infección fungosa no se presentó en el testigo, el cual presentó la mayor densidad de pulgones durante el periodo de muestreo. La acción del hongo entomopatógeno queda demostrada en campo como una opción alternativa para el manejo del pulgón amarillo del sorgo en Campeche, México.

Palabras clave: Control biológico, Agroecología, Sorgo, México.

Introducción

La producción de sorgo en México enfrenta una plaga emergente, el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), capaz de causar pérdidas severas en el rendimiento de forraje o grano en el sorgo (*Sorghum bicolor*), que por su capacidad reproductiva es difícil de controlar por métodos químicos.

¹Estudiante, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Campeche, México.

²Docente, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Campeche, México.

*Autor para correspondencia: siankaan2003@gmail.com

El pulgón amarillo es una plaga emergente en México que apareció en el año 2013 y desde ese momento ha demostrado ser capaz de causar severos daños a la producción del sorgo en las áreas tropicales cálidas (SENASICA, 2014, Calero-Hortelano, 2015, Quijano-Carranza *et al.*, 2017). En el estado de Campeche recientemente se ha detectado la plaga y está ha iniciado a causar pérdidas severas en algunas zonas del estado.

El manejo convencional, que es ampliamente descrito por Rodríguez-del Bosque y Terán-Vargas (2014), ha resultado insuficiente contra el pulgón amarillo, además de costoso y contaminante. Una opción de manejo del insecto es el empleo de hongos entomopatógenos como control biológico (Hilje 2001). Al respecto se pueden experimentar los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, que son relativamente fáciles de producir a bajo costo, y una vez liberados permanecen en el área tratada atacando a los insectos (Delgado-Blandón *et al.*, 2001). Las condiciones de trópico húmedo que prevalecen en Campeche, facilitan el uso de hongos entomopatógenos en el manejo del pulgón amarillo y el estado del conocimiento al respecto es aun limitado, por lo que deben realizarse investigaciones de manera urgente, lo que representa una meta en el presente proyecto

Esta investigación tuvo como propósito conocer el efecto que el hongo *Beauveria bassiana* tiene sobre poblaciones de pulgón amarillo durante la época de temporal (junio-agosto) bajo condiciones de campo de la localidad de Chiná, Campeche, que es un periodo en el cual se espera baja presencia de la plaga por efecto de las lluvias, a fin de determinar su potencial de uso para disminuir la presión de esta plaga en la zona y el estado. Adicionalmente se estaría avanzando en la búsqueda de opciones de manejo de plagas con menor impacto a la salud humana y de los ecosistemas de la región.

Materiales y métodos

Establecimiento del experimento

Se seleccionó un área dentro de la Unidad de Producción “Rancho Xamantun”, del Instituto Tecnológico de Chiná, en la localidad homónima, en el estado de Campeche, en la cual se detectó la presencia de la plaga en su hospedero, el pasto Johnson (*Sorghum halepense*). En dicho terreno se establecieron parcelas de 50 m² (10 m x 5 m) cultivadas con sorgo forrajero a alta densidad de 300 mil plantas/ha. Una de estas recibió tratamiento con hongo *B. bassiana*, mientras la otra funcionó como testigo. El hongo procedió del Colegio de Posgraduados, sede Sihochac, Campeche. La dosis de hongo aplicado fue la recomendada por el proveedor, a razón de 750 g/h/aplicación. Esta se hizo cuatro veces durante el ciclo, iniciando después de 25 días de establecido el cultivo, con intervalo de una semana entre las mismas.

Se irrigó complementariamente por goteo, debido a la presencia de sequía. Se fertilizó edáficamente con la fórmula 17-17-17 a razón de 200 kg/ha, adicionando 200 kg/ha de Urea 46%, 30 días después de la siembra. El área se mantuvo libre de plantas arvenses durante los primeros 45 días, que es el crítico de competencia para el sorgo. La otra parcela no recibió tratamiento alguno. Cada parcela estuvo a una distancia de 5 m como mínimo de la parcela próxima y separada además por una barrera de maíz o yuca establecida *a priori*.

Dentro de la parcela útil, formada por seis surcos centrales de un total de ocho, considerando bordes 50 cm cada uno de sus extremos, se marcaron 10 plantas, a las cuales se visitó cada semana para contabilizar los pulgones infectados y no infectados, separando adultos de estados inmaduros.

Variables estudiadas

a) Pulgones adultos infectados (PAI): Se registró semanalmente el número de pulgones que aparecían con signos de infección fungosa, tomando algunos para verificar la presencia del entomopatógeno en ellos. Para el conteo se utilizó una plantilla de 2 cm de largo y 1 cm de ancho, que sirvió de marco perimetral, la cual se ubicó en la superficie de una hoja media y en otra hoja de la parte superior, donde se concentra la plaga según su hábito de alimentación. Con este dato se obtuvo el número de pulgones presentes en cada muestreo por parcela.

b) Pulgones adultos no infectados (PANI): Siguiendo el método descrito anteriormente, se determinó el número de pulgones adultos que no presentaron signos de infección por hongos.

c) Pulgones inmaduros infectados (PII): De la misma manera que en el inciso “a”, se contabilizaron los estados inmaduros de los pulgones, que presentaron signos de infección fungosa.

d) Pulgones inmaduros no infectados (PINI): Como se describió en “a”, se contabilizaron los pulgones inmaduros que no presentaron signos de infección fungosa en campo.

e) Total de pulgones infectados (PAI+PII): se sumaron los resultados de los conteos de pulgones PAI y PII para totalizar la densidad de población del insecto plaga afectado por *B. bassiana* en las parcelas experimentales.

f) Total de pulgones no infectados (PANI+PINI): se sumaron los resultados de los conteos de pulgones PANI y PINI para totalizar la densidad de población del insecto plaga no afectados por *B. bassiana* en las parcelas experimentales.

Análisis de datos

La información obtenida fue digitalizada en hojas de cálculo del programa Excel (Microsoft®) y procesada por medio del módulo de tablas dinámicas de esta aplicación,

para organizarlas y luego utilizar esta información para elaborar gráficas que ilustren el comportamiento de la plaga bajo los dos tratamientos en contraste experimental.

Resultados y discusión

PAI: El número de pulgones adultos infectados resultó claramente distintivo entre parcelas tratadas y no tratadas con *B. bassiana*, pues en aquellas en que el hongo fue aplicado se presentaron pulgones afectados a partir de la cuarta semana de muestreo. En la parcela testigo no se encontraron adultos infectados por hongos durante todo el periodo de monitoreo del experimento (Fig. 1, arriba).

PANI: El número de pulgones adultos infectados resultó claramente distintivo entre parcelas tratadas y no tratadas con *B. bassiana*, pues en aquellas en que el hongo fue aplicado se presentaron pulgones afectados a partir de la cuarta semana de muestreo. En la parcela testigo no se encontraron adultos infectados por hongos durante todo el periodo de monitoreo del experimento (Fig. 1, abajo).

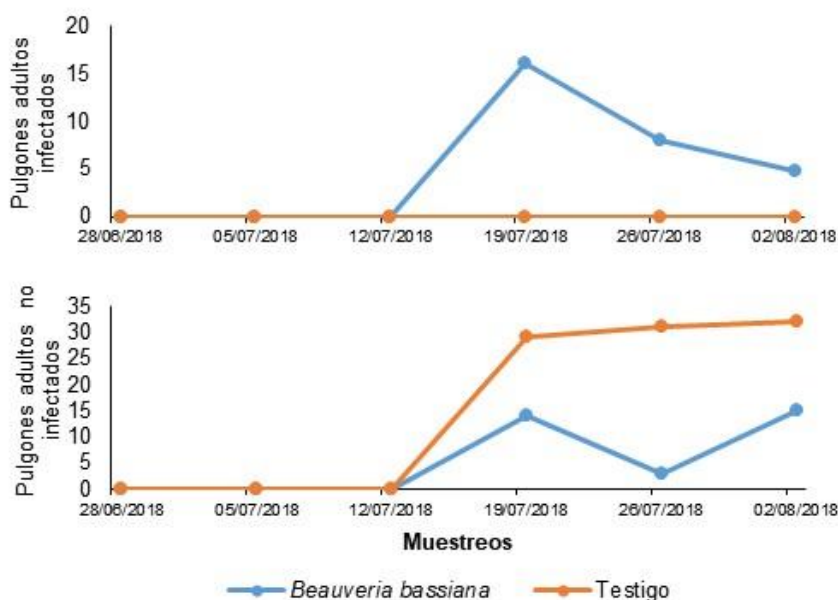


Figura 1. Número de pulgones adulto infectados (PAI, arriba) y no infectados (PANI, abajo) en parcelas de sorgo forrajero tratadas con *B. bassiana* y no tratadas (testigo) en la época de temporal (junio-agosto) en Chiná, Campeche, México.

De manera correspondiente al comportamiento observado anteriormente, la acción de *B. bassiana* fue evidente sobre los estados inmaduros del pulgón amarillo en parcelas

de sorgo que recibieron este hongo respecto a aquellos en parcelas exentas de este entomopatógeno. No hubo pulgones infectados en parcelas no tratadas, pero si en aquellas donde se aplicó el entomopatógeno (Fig. 2, arriba). Los individuos inmaduros no infectados fueron más abundantes en parcelas sin exponer al hongo al compararse con respecto a las tratadas (Fig. 2, abajo).

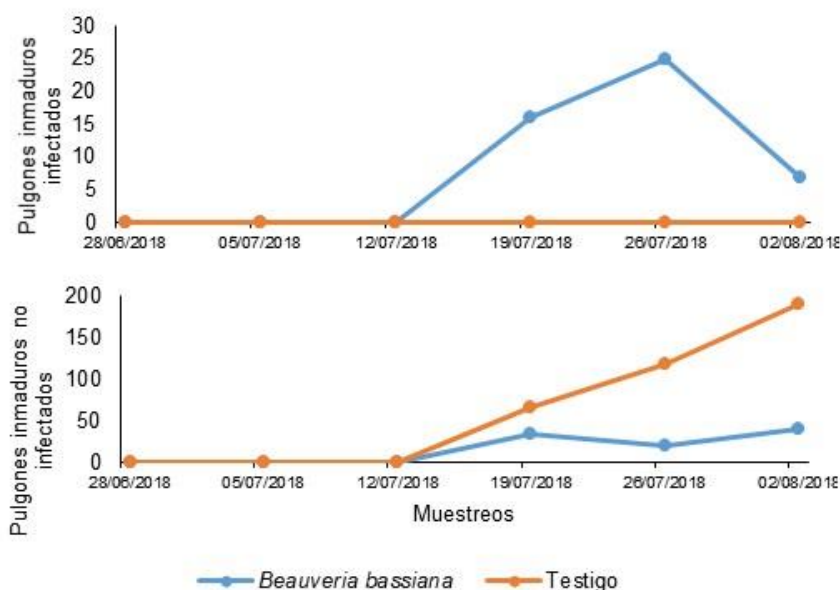


Figura 2. Número de pulgones inmaduros infectados (PII, arriba) y no infectados (PINI, abajo) en parcelas de sorgo forrajero tratadas con *B. bassiana* y no tratadas (testigo) en la época de temporal (junio-agosto) en Chiná, Campeche, México.

Al sumar el total de adulto con el total de inmaduros, tanto si estuviesen infectados con *B. bassiana* como en el caso de que no ocurriese la infección, se evidencia el efecto del hongo en el control de la densidad de población de la plaga. En las parcelas donde no se aplicó el entomopatógeno no se contabilizaron pulgones infectados, mientras el número de pulgones infectados estuvo presente desde la cuarta semana de muestreo en parcelas donde se aplicó en controlador biológico (Fig. 3 arriba). Los pulgones no infectados fueron notoriamente más abundantes en las parcelas donde no se aplicó *B. bassiana* que en aquella donde este hongo fue adicionado (Fig. 3, abajo). Este último dato es importante metodológicamente, puesto que evidencia que las medidas de aislamiento y consideraciones de borde, así como la direccionalidad de la aplicación del hongo en parcelas tratadas impidió que este migrara por deriva a parcelas testigo, garantizando la independencia de los resultados observados en campo.

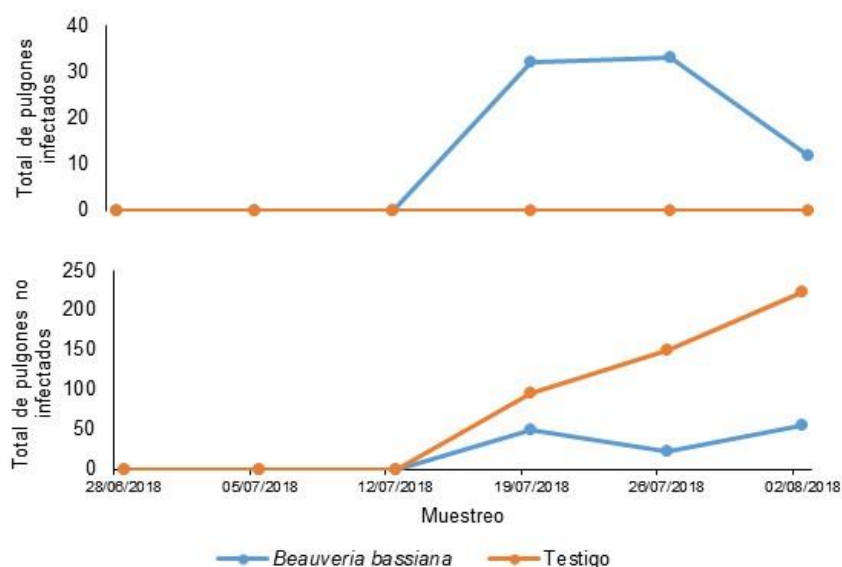


Figura 3. Total de pulgones infectados (arriba) y no infectados (abajo) por el hongo *Beauveria bassiana* en las parcelas de sorgo en Rancho Xamantun, Chiná, Campeche.

Conclusiones

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* demostró capacidad para disminuir la densidad de población del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), en campo, una vez que se inicia la época de temporal. La ausencia de insectos infectados en parcelas no tratadas con hongo, muestra que, en ausencia de este, aún en esta época que se esperaba adversa a insecto plaga, el pulgón puede causar daños al cultivo de sorgo forrajero (*S. bicolor*) en Campeche. No obstante, *B. bassiana* es capaz de controlarlo efectivamente, beneficiándose de las condiciones de humedad relativa que se presentan con las lluvias.

Referencias

- Calero-Hortelano ME. 2015. Manejo integrado de plagas del sorgo en Guanajuato. Campaña de Manejo Fitosanitario de Cultivos Básicos, SAGARPA/SENASICA/CESAVEG, Guanajuato, México. 36 p.
- Delgado-Blandón F, López-Forero Y, Giraldo-Cardozo EM. 2001. Actividad enzimática de hongos y su patogenicidad sobre *Hypothenemus hampei*. Manejo Integrado de Plagas 60: 43-49.
- Hilje L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca geminivirus en tomate, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 61: 69-80.

- Quijano-Carranza JA et al. 2017. Guía 2017 para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. INIFAP, Guanajuato, México. 42 p.
- Rodríguez-del Bosque LA, Terán-Vargas AP. 2014. Control químico del pulgón amarillo del sorgo. Proyecto No. 1025432562, Programa de Investigación: Sanidad Forestal y Agrícola, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tamaulipas, México. 2 p.
- SENASICA. (2014). Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Ficha Técnica No. 4. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 15 p.

Efecto de *Chrysoperla carnea* en el Control de *Melanaphis sacchari* en Chiná, Campeche

S. Puc-Madera¹, E.M. Mex-Martínez¹, M.A. Burgos-Campos², A.G. Hernández-Gamboa², C.A. Tzec-Pool², Portovanetti-Arroyo, A.², N.A. González-Valdivia^{2*}, A. Villalobos-González³

Resumen. La aparición reciente del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), en Campeche, pone en riesgo a los productores de este cultivo en la región. Su manejo químico es insuficiente y puede perjudicar la salud ambiental y humana. Se exploró la alternativa de utilizar al depredador *Chrysoperla carnea*, liberado en época de temporal (junio-agosto) en el Rancho Xamantun, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Se condujo un experimento contrastando al tratamiento químico convencional con base en Imidacloprid (Confidor), y un testigo en blanco (sin tratar), con los efectos de la aplicación cinco liberaciones semanales de 2 cm³ de huevecillos cada una, en parcelas de sorgo (*Sorghum bicolor*), aisladas con barreras de maíz Eh Hú y franjas de cinco metros de separación. Los resultados demuestran que la densidad de pulgones pudo controlarse por medio del depredador, que logró disminuir la presencia del pulgón por debajo del registro de este insecto en las parcelas testigo. El rango de pulgones presentes, según las plantillas de muestreo (2 cm²), estuvo entre 6 ind/cm² en parcelas tratadas con depredador, con el menor registro y los 11 ind/cm² presentes en el testigo, el cual presentó la mayor densidad de pulgones durante el periodo de muestreo. La acción del depredador como controlador biológico queda demostrada en campo como una opción alternativa para el manejo del pulgón amarillo del sorgo en Campeche, México.

Palabras clave: Control biológico, Depredador, Sorgo, México.

¹Estudiante, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Campeche, México

²Docente, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México, Campeche, México

³Investigador, Campo Experimental Edzná-INIFAP. Carretera Campeche-Pocuyaxum, km 15.5. Mpio. Campeche, Campeche, México.

*Autor para la correspondencia: siankaan2003@gmail.com

Introducción

El pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari* Zehntner), es una plaga de reciente aparición en México, la cual puede causar pérdidas severas en el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Este insecto es prolífico y por tanto, difícil de controlar por métodos químicos. Apareció en el año 2013 y demostrando su capacidad de causar severos daños a la producción del sorgo en las áreas tropicales cálidas (SENASICA, 2014, Calero-Hortelano, 2015, Quijano-Carranza *et al.*, 2017). En Campeche se ha detectado que esta plaga ya ha causado pérdidas económicas en las zonas productoras.

El manejo convencional predomina como método en México (Rodríguez-del Bosque y Terán-Vargas (2014), pero ha resultado insuficiente, sin dejar de mencionar el alto costo y el peligro que se presenta como factor contaminante. Ante este escenario, una opción de manejo de esta plaga es el empleo de enemigos naturales, dentro de los cuales se encuentra el depredador *Chrysoperla carnea* Stephens (Insecta: Neuroptera). Este organismo benéfico es relativamente fácil de producir localmente, con bajos costos y con la ventaja de que una vez liberados permanecen en el área tratada atacando a los insectos (CESAVEG S.F.a). Las condiciones de trópico húmedo que prevalecen en Campeche, facilitan el uso de *C. carnea*, pues está ampliamente adaptado y es un activo consumidor, preferentemente de pulgones, en todo su ciclo de vida, con particular agresividad en su tercer instar.

El uso de depredadores en el manejo del pulgón amarillo apenas si se ha utilizado en Campeche, permaneciendo limitada la experiencia en el empleo de estas tácticas de control biológico. Deben realizarse investigaciones de manera urgente, lo que representa una meta en el presente proyecto.

Esta investigación tuvo como propósito conocer el efecto del insecto depredador *Chrysoperla carnea*, sobre poblaciones de pulgón amarillo, durante la época de temporal (junio-agosto) en la localidad de Chiná, Campeche, a fin de determinar su potencial uso como control biológico de esta plaga. Adicionalmente se estaría avanzando en la búsqueda de opciones de manejo de plagas con menor impacto a la salud humana y de los ecosistemas de la región.

Materiales y métodos

Establecimiento del experimento

Se seleccionó un área dentro de la Unidad de Producción “Rancho Xamantun”, del Instituto Tecnológico de Chiná, en Chiná, Campeche, México, donde la plaga conocida como pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*) fue detectada en plantas del

pasto Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), su hospedero principal. Se establecieron parcelas de 50 m² (10 m x 5 m) cultivadas con sorgo de grano (*Sorghum bicolor*) a alta densidad (> 200 mil plantas/ha) en un diseño unifactorial con tres tratamientos. Un tratamiento fue constituido por liberaciones de crisopa (*C. carnea*), un segundo tratamiento fue el testigo químico o control con Imidacloprid (Confidor® 20 LS de Bayer Crop Science), mientras el tercer tratamiento funcionó como testigo absoluto o en blanco. El depredador procedió del Centro de Reproducción de Organismos Benéficos (CROB), del Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche. La dosis de huevecillos de crisopa aplicados fue el resultado de cinco liberaciones semanales consecutivas, depositando, mediante dosificadores manuales, 2cm³ de huevecillos en cada aplicación, divididas entre las tres parcelas que repitieron el experimento. Las liberaciones se iniciaron después de 25 días de establecido el cultivo. El imidacloprid fue aplicado mediante dos asperjaciones foliares realizadas con una separación de 15 días, con una dosis de 300ml/ha (CESAVEG S.F.b).

Se irrigó complementariamente por goteo, debido a la presencia de sequía. Se fertilizó edáficamente con la fórmula 17-17-17 a razón de 200 kg/ha, adicionando 200 kg/ha de Urea 46%, 30 días después de la siembra. El área se mantuvo libre de plantas arvenses durante los primeros 45 días, que es el crítico de competencia para el sorgo. La otra parcela no recibió tratamiento alguno. Cada parcela estuvo a una distancia de 5 m como mínimo de la parcela próxima y separada además por una barrera densa de maíz de la variedad nativa conocida en Maya como Eh Hu, que es un maíz de porte alto (>3.5 m) y ciclo tardío, establecida *a priori*.

Dentro de la parcela útil, formada por seis surcos centrales de un total de ocho, considerando bordes 50 cm cada uno de sus extremos, se marcaron 10 plantas, a las cuales se visitó cada semana para medir variables de crecimiento y de estas plantas, cinco fueron elegidas aleatoriamente para contabilizar los pulgones presentes, separando adultos de estados inmaduros. Las mediciones en campo iniciaron 15 días después de la siembra, una vez que el sorgo había emergido uniformemente.

Variables estudiadas:

1. Del crecimiento:

a) Número de hojas por planta: Se contabilizaron semanalmente las hojas por planta, en diez de estas seleccionadas al azar y marcadas dentro de cada parcela útil.

Altura de planta: Tomada en diez plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela útil, fue considerada como la distancia en centímetros medida desde la superficie del suelo hasta el nivel que el follaje alcanza sobre el eje vertical del tallo, auxiliándose con una cinta métrica.

b) Ancho de hoja: Tomada en diez plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela útil, fue considerada como la medida de la amplitud de la lámina de una hoja madura,

completamente desplegada de la zona media de la planta considerando su altura. Se expresó en centímetros, registrando el dato con ayuda de una regla graduada en milímetros.

c) Longitud de la hoja: Tomada en diez plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela útil, fue considerada como la medida de la longitud de la lámina de una hoja madura, completamente desplegada de la zona media de la planta considerando su altura. Se expresó en centímetros, registrando el dato con ayuda de una cinta flexible o flexómetro graduada en milímetros.

2. Del efecto del control

a) Pulgones adultos por planta (PAP): Se registró semanalmente el número de pulgones que aparecían en las hojas de las plantas que constituyeron la muestra. Para el conteo se utilizó una plantilla de 2 cm de largo y 1 cm de ancho (2cm^2), que sirvió de marco perimetral, la cual se ubicó en la superficie de una hoja media y en otra hoja de la parte superior, donde se concentra la plaga según su hábito de alimentación. Con este dato se obtuvo el número de pulgones adultos presentes en cada muestreo por parcela.

b) Pulgones inmaduros por planta (PIP): Siguiendo el método descrito anteriormente, se determinó el número de pulgones inmaduros presentes en cada planta elegida por parcela.

Análisis de datos

La información obtenida fue digitalizada en hojas de cálculo del programa Excel (Microsoft®) y procesada por medio del módulo de tablas dinámicas de esta aplicación, para organizarlas y luego utilizar esta información para elaborar gráficas que ilustren el comportamiento de la plaga y el controlador biológico bajo los tres tratamientos en contraste experimental.

Resultados y discusión

Sobre el crecimiento de la planta de sorgo (*Sorghum bicolor*)

Número de hojas por planta: Se detectó que, bajo el tratamiento con crisopa, la planta de sorgo presentó menos hojas por planta que en aquellas tratadas con Imidacloprid o sin tratamiento alguno (Fig. 1 izq.). Las plantas de sorgo obtuvieron un promedio de 5 hojas en el primer caso y de 6 en los dos testigos. No se tiene una explicación clara sobre este comportamiento, pero una menor área foliar disponible para la planta de sorgo puede significar la disminución en los rendimientos finales a obtener.

Ancho promedio de la hoja: En esta variable se dio un efecto similar al del follaje, mostrando que las plantas de sorgo bajo influencia del controlador biológico

presentaban una lámina más angosta que aquellas en plantas no tratadas o bajo el control químico (Fig. 1, centro). En el caso del testigo en blanco, el crecimiento en anchura fue notoriamente lineal durante las primeras cuatro semanas de medición, para descender en el ancho de las hojas presentes en la planta al final de las mediciones, cuando la planta inició la formación de panículas.

El imidacloprid muestra una curva similar, con un acelerado crecimiento a partir de la tercera semana de medición y una desaceleración hacia la cuarta semana, a partir de la cual se presentaron hojas menos anchas en campo. Esta situación no se presenta bajo el tratamiento con el controlador biológico, que muestra un crecimiento más continuo en el ancho de sus hojas. Los efectos de falta de agua de lluvia pueden modificar en campo estas variables de crecimiento, pues la planta de sorgo responde al estrés hídrico reduciendo la turgencia y enrollando su follaje, lo que puede indicar una reducción temporal del ancho de la lámina foliar.

Longitud promedio de la hoja: Se muestra un comportamiento similar al caso de la anchura. Nuevamente las plantas bajo el control biológico crecieron menos que aquellas tratadas con el químico y las no tratadas. En el primero caso se promedian al final del periodo de mediciones hasta 15 hojas /planta, menos que las 20 y 24 presentes bajo el testigo blanco y el químico respectivamente (Fig. 1, der.).

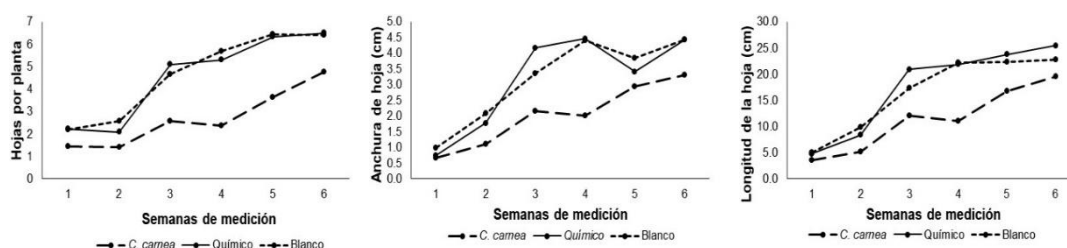


Figura 1. Número de hojas (izq.), anchura de hoja (centro) y longitud de la hoja (der.), en promedio para plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) tratadas liberaciones del depredador de pulgón amarillo *C. carnea*, y comparadas con plantas tratadas con Imidacloprid (Confidor, testigo químico) y no tratadas (testigo blanco) en la época de temporal (junio-agosto) en Chiná, Campeche, México.

Sobre el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*)

Número de pulgones adultos por planta (PAP): el PAP resultó claramente distintivo entre parcelas expuestas al depredador *C. carnea*, pues en aquellas en que el insecto fue liberador se presentaron un menor número de pulgones a partir de la cuarta semana de muestreo. En la parcela testigo blanco se encontraron un mayor número de adultos durante todo el periodo de monitoreo del experimento apenas superando al número de insectos plaga presentes bajo el efecto del químico Imidacloprid (Fig. 2).

La efectividad del controlador biológico *C. carnea*, sobre *M. sacchari*, ya había sido mencionada por otros investigadores (CESAVEG S.F.a y b, Cortez-Mondaca *et al.*, 2016) y recomendada en consecuencia para programas de manejo integrado de plagas orientado al pulgón amarillo (Quijano-Carranza *et al.*, 2017). En promedio, la mayor cantidad de pulgones se observó en el testigo en blanco con 11 individuos/cm², seguido muy de cerca por el químico (10 ind/cm²). Bajo el efecto de *C. carnea*, este número se redujo a casi la mitad, con 6 ind/cm², como la máxima densidad que pudo alcanzar *M. sacchari* en presencia del depredador liberado.

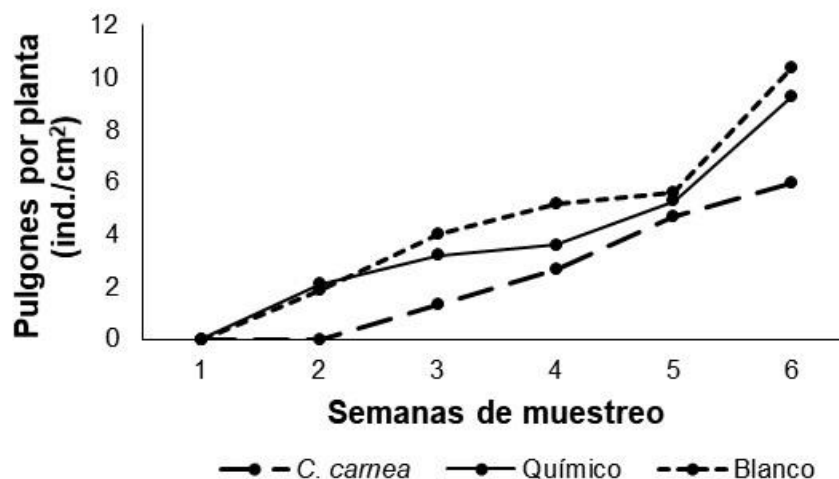


Figura 2. Promedio de pulgones amarillos por planta de sorgo (*Sorghum bicolor*) tratadas con liberaciones del depredador de pulgón amarillo *C. carnea*, comparado con plantas tratadas con Imidacloprid (Confidor, testigo químico) y no tratadas (testigo blanco) en la época de temporal (junio-agosto) en Chiná, Campeche, México.

Sobre el controlador biológico (*Chrysoperla carnea*)

El número de crisopas (*C. carnea*) adultas resultó mayor en las parcelas que no recibieron tratamiento (testigos en blanco), que sorprendentemente superaron los registros de aquellas en donde se liberó de forma dirigida las crisopas (*C. carnea*).

Incluso bajo el tratamiento químico con Imidacloprid, se observan cantidades de crisopas adultas en números similares en las plantas, respecto a los conteos provenientes de parcelas en las cuales fue dirigida la liberación del depredador. El promedio de pulgones en estados adultos fue mayor en el testigo blanco durante todo el periodo de monitoreo del experimento (Fig. 3, izq.).

Sobre el comportamiento de los estados inmaduros de crisopa (*Chrysoperla carnea*) en las plantas de sorgo puede nuevamente constatarse que es en el testigo blanco donde estas presentaron los mayores promedios en conteos de campo, durante todo el periodo de muestreo (6 semanas). Lo mismo sucede al analizar el promedio de inmaduros en parcelas en las cuales se dirigió la liberación del depredador, que consistentemente presentaron los menores valores a lo largo del periodo de muestreo, incluso superado por el reporte de estos estadios de *C. carnea* bajo el efecto del insecticida Confidor (Fig. 3, der.). La excepción se encuentra al inicio de las curvas, cuando *C. carnea* aparece con mayor frecuencia como inmaduro en las parcelas donde fue liberada inicialmente. Una posible explicación se debe encontrar en los hábitos de defensa que los insectos presentan, dentro de los cuales está el escape. Esto es, si un organismo emerge en un sitio de oviposición, o en el caso de este estudio, de liberación de huevecillos, es posible que el organismo proceda a cambiar de ubicación, evitando el mismo ser atacado por enemigos naturales. No obstante, más estudios son requeridos para ilustrar mejor estos hechos observados en campo.

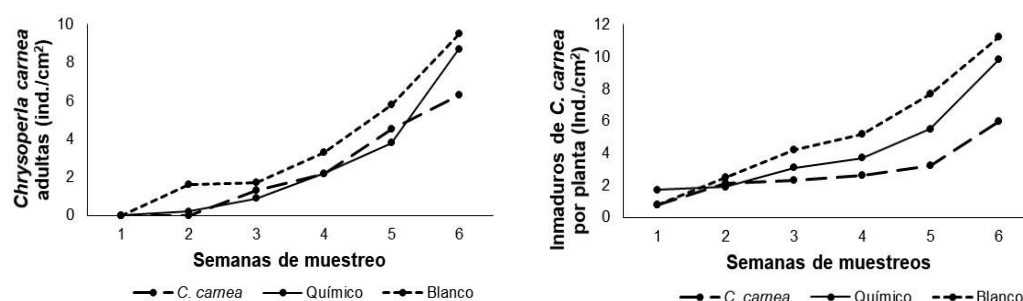


Figura 3. Promedio de crisopas (*Chrysoperla carnea*) adultas (izquierda) e inmaduras (derecha) por planta de sorgo (*Sorghum bicolor*) en parcelas con liberaciones dirigidas del depredador de pulgón amarillo *C. carnea*, comparadas con aquellas donde las plantas fueron tratadas con Imidacloprid (Confidor, testigo químico) o no tratadas (testigo blanco) en la época de temporal (junio-agosto) en Chiná, Campeche, México.

Conclusiones

El enemigo natural y depredador *Chrysoperla carnea* demostró capacidad para disminuir la densidad de población del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*), en campo cultivado con *Sorghum bicolor*, una vez que se inicia la época de temporal. La menor presencia de insectos plaga en parcelas en donde se liberó de forma dirigida el depredador, muestra que este organismo benéfico es capaz de reducir la población de pulgón amarillo en campo. La mayor presencia del depredador en parcelas que no fueron objeto de la liberación dirigida, parecen indicar una actividad de expansión del depredador en las áreas de cultivo, incluyendo una posible respuesta adaptativa para evitar el mismo ser atacado por sus enemigos. La presencia del pulgón amarillo, aún en esta época que se esperaba adversa al insecto plaga, muestra que este organismo puede causar daños mayores al cultivo de sorgo (*S. bicolor*) en Campeche. No obstante, *C. carnea* demostró que también es capaz de controlarlo en la época de lluvias.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por aportar los recursos para el proyecto mediante la asignación 6427.18-P, por la convocatoria de apoyo a la investigación y tecnológica 2018, para los institutos federales y centros, innovación. Al Instituto Tecnológico de Chiná y su Director, Manuel de Jesús Soria Fregoso, por el apoyo demostrado.

Referencias

- Calero-Hortelano ME. 2015. Manejo integrado de plagas del sorgo en Guanajuato. Campaña de Manejo Fitosanitario de Cultivos Básicos, SAGARPA/SENASICA/CESAVEG, Guanajuato, México. 36 p.
- CESAVEG. S.F.a. *Chrysoperla carnea* Stephens. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato AC, La Paz, Irapuato, Guanajuato, México. 8 p.
- CESAVEG. S.F.b.. Guía para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. Manejo Fitosanitario del Sorgo, Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato A.C., Guanajuato, México. 24 p.
- Hilje L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca geminivirus en tomate, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 61: 69–80.
- Quijano-Carranza JA, et al. 2017. Guía 2017 para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. INIFAP, Guanajuato, México. 42 p.
- Rodríguez-del Bosque LA, Terán-Vargas AP. 2014. Control químico del pulgón amarillo del sorgo. Proyecto No. 1025432562, Programa de Investigación: Sanidad Forestal y Agrícola, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tamaulipas, México. 2 p.
- SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Ficha Técnica No. 4. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección Nacional de Sanidad

Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 15 p.

Cortez-Mondaca E et al. 2016. Especies de Chrysopidae Asociadas al Pulgón del Sorgo en el Norte de Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist* 41(2): 541- 545.

Uso de Residuos Agroindustriales y Pecuarios en la Producción de Plantula de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* M.)

N. González Cortés^{1*}, R. Jiménez Vera¹, M. Ortiz Hernandez², R. Reyes Perez¹, M.A. Moreno Arcos², D.L. Espinosa Jiménez², M.A. Martínez Cuestas²

Resumen. El jitomate (*Lycopersicon esculentum* M.) es la segunda hortaliza con mayor producción en México. Sin embargo, para la producción de plántula, los productores adquieren sustratos comerciales, los cuales son caros, son de importación y en ocasiones no están disponibles en el mercado local. Por tanto, el objetivo del siguiente estudio fue evaluar 10 compostas a base de cachaza de caña, estiércol de borrego y aserrín para la producción de plántulas de jitomate saladette (*L. esculentum*). El experimento se realizó bajo un diseño al azar, con 10 tratamientos (T) y un testigo (sustrato comercial Peat Moss®) con 3 repeticiones (r), cada replica fue una charola de polietileno color negro de 50 cavidades de 2.5 x 2.5 x 7 cm de profundidad. Los datos se analizaron mediante una ANOVA con un α 0.05. Los resultados encontrados indicaron que la composta compuesta por 60% de cachaza de caña, 30% de estiércol de borrego y 10% de aserrín fue estadísticamente igual que Testigo (Peat Moss®) en germinación (97.3 y 98%), altura de planta (9.03 y 10.39 cm), número de raíces (5.9 y 5.3 cm), longitud de raíz (4 y 3.5 cm), peso fresco (0.33 y 0.37 g), respectivamente. Por tanto, se concluye que la combinación de cachaza de caña (60%), estiércol de borrego (30%) y aserrín (10%) previamente composteado por 90 días, se puede considerar como un sustrato hortícola para la producción de plántulas de jitomate saladette.

Palabras clave: cachaza de caña; estiércol de borrego; aserrín.

¹Profesor/Investigador del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

²Alumno del Programa de Maestría en Desarrollo Agropecuario Sustentable de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Car. Tenosique – Cascadas de Reforma km1, Col. Solidaridad, Tenosique Tabasco México. C.P. 86901.

*Autor para correspondencia: nicolas.gonzalez@ujat.mx

Introducción

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* M.) ocupa el tercer lugar en producción a nivel mundial, y la segunda en México. Sin embargo, para su cultivo se requiere de muchos insumos, siendo uno de los más importantes los tipos de sustratos que se utilizan para la germinación, los cuales son de importación, son caro y de baja disponibilidad (SIAP, 2015). En México, el jitomate es considerada la principal especie hortícola por su valor de producción; tan solo en 2014, la producción fue de dos millones 870 mil toneladas, con valor de más de 15 mil millones de pesos, consolidando a nuestro país como el principal exportador de este producto a nivel mundial (Agrichem, 2015).

El composteo es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en humus bajo la actividad de microorganismos de tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias, especialmente temperaturas, tasa C/N, aireación y humedad, para que se realice una descomposición aeróbica de estos materiales (Soto, 2003). La calidad de la composta final depende de varios parámetros que intervienen durante el proceso de fermentación y maduración, los cuales generalmente oscilan dentro de unos rangos debido a la heterogeneidad de la mezcla inicial (los residuos) y a las posibles variaciones estacionales en su composición, estos parámetros son la temperatura, humedad, relación Carbono/Nitrógeno (C/N), presencia de oxígeno, pH, etc. (Uribe, 2003). Las compostas son tecnologías agroecológicas sustentables en los sistemas de producción agrícola. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar compostas a base de cachaza de caña, estiércol de borrego y aserrín.

Materiales y métodos

Descripción del área de trabajo

El presente estudio se desarrolló de junio a diciembre de 2017 en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, ubicado en el municipio de Tenosique Tabasco, México. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperatura media anual de 30.5 °C y la mínima absoluta se mueve entre los 28.4 °C. La precipitación es de 3,286 mm con un promedio máximo mensual de 400 mm en el mes de septiembre y un mínimo mensual de 50 mm en el mes de abril. Las mayores velocidades del viento se registran en los meses de noviembre, con velocidades que alcanzan los 30 km.h⁻¹ (INEGI, 2015).

Material vegetal

El jitomate saladette, al igual que el resto de variedades, requiere condiciones climáticas ligeramente cálidas, ya que no tolera ninguna helada ni bajas temperaturas

por periodos prolongados. De igual forma, requiere que la temperatura entre el día y la noche varíe para asegurar buen amarre de frutos. Por lo tanto, la temperatura ideal de día para su crecimiento y desarrollo se encuentra entre los 21-30 °C; y de noche, entre 18-21 °C. En cuanto a tipo de suelos, el jitomate requiere de suelos bien drenados y profundos, siendo las texturas francas, franco-limosas, franco-arenosas, y limosas las más adecuadas. El pH idóneo debe ser ligeramente ácido, en el rango de 6.2 a 6.8 (SEMINIS, 2017).

Proceso de composteo

La cachaza se obtuvo del ingenio azucarero AZSUREMEX, el estiércol de borrego se obtuvo de granjas familiares y el aserrín de carpinterías locales. El composteo se llevó en camas de concreto, el tiempo de composteo fue de 90 días, durante este tiempo se estableció un calendario de riego, volteo y toma de temperatura, al final se determinó pH, densidad aparente, espacio poroso total y capacidad de campo en base a la metodología de Cavazos y Rodríguez (1992).

Diseño de tratamientos

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente con las 10 posibles combinaciones de los sustratos, con 40, 50, 60, 70 y 100 % de cachaza de caña, con 10, 20 y 30 % de aserrín y 30 % estiércol de borrego, y un testigo (sustrato comercial Peat Most®). Para evaluar las compostas en la producción de plántulas se utilizaron charolas de polietileno color negro de 50 cavidades de 2.5 x 2.5 x 7 cm (Figura 1).



Figura 1. Evaluación de compostas en la producción de plántulas de jitomate saladette (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en Tabasco, México.

Las variables a medir fueron: el porcentaje de germinación (a los 8 días después de la siembra), número de hojas (a los 20 días después de la siembra), altura de planta (de la base del suelo al meristemo apical), número y longitud de raíces (a los 20 días después de la siembra), así como también se determinó peso total de las plántulas de cada tratamiento. Se utilizó el paquete estadístico de Olivares (2015) para el análisis del ANOVA y comparación de medias.

Resultados y discusión

Se encontró que el porcentaje de germinación de semillas de jitomate fue significativo (α 0.05), sobresaliendo el T6 (60% de cachaza de caña, 30 % de estiércol de borrego y 10 % de aserrín), con relación al testigo (Peat Moss®) con un 97.3 y 98% de germinación, respectivamente. En cuanto altura de plántulas se tuvo que, a los 20 días de siembra, las plántulas del T6 tuvieron una altura similar al sustrato comercial, con 10.39 y 9.03 cm, respectivamente, con un α . 0.05), en comparación con lo obtenido por Favaro *et al.* (2002), quienes evaluaron un sustrato comercial (turba) y otro sustrato conteniendo 80% turba y 20% de perlita, obtuvieron plantas de 8 cm de altura a los 20 días. Para número de hojas hubo diferencia significativa (α 0.05) en los diferentes tratamientos, puesto que el experimento solo se llevó hasta los primeros veinte días y solo se contabilizaron las hojas verdaderas; pero cabe destacar que en esta variable también sobresalieron el tratamiento 6 al igual que el testigo T11, los cuales tuvieron 4 hojas verdaderas. Por otra parte, para el número de raíces los tratamientos T6 y T2 (40% cachaza, 30 % aserrín y 30% esterol de borrego), son estadísticamente (α 0.05) iguales con una media de 5.9 superando al testigo el cual obtuvo una media de 5.3. Para longitud de raíz principal se encontró diferencia significativa (α 0.05) entre los diferentes tratamientos, nuevamente destaca el tratamiento 6 junto en proporción al testigo. Y finalmente para peso fresco que consideró el peso total de la planta, incluyendo raíces, se pesaron un total de 10 plántulas por cada tratamiento para obtener su peso promedio, se observó que estadísticamente (α 0.05) hubo diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, siendo el de mayor peso el T6 y el testigo. Estos resultados del tratamiento 6 se debe posiblemente a las características físicas del sustrato, ya que la retención de agua del sustrato comercial es del 55 % y del tratamiento 6 es del 57 %, lo que da lugar a mantener una adecuada humedad y aireación; factores muy importantes a considerar para una buena germinación de las semillas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ortega *et al.* (2010) donde evaluaron turba y aserrín, obteniendo plantas de buena calidad. Esto indica que la cachaza de caña, el estiércol de borrego y aserrín adecuadamente composteados son un excelente sustrato para la producción de plántula de jitomate.

Conclusiones

El T6, compuesto por 60 % de cachaza de caña, 30 % de estiércol de borrego y 10 % de aserrín fue similar estadísticamente con el testigo (Peat Moss®) en todas las variables analizadas en respuesta a la producción de plántula de jitomate saladette. Por tanto, se concluye que la combinación de cachaza de caña (60%), estiércol de borrego (30%) y aserrín (10%) previamente componteado por 90 días contiene características fisicoquímicas apropiadas para la producción de plántulas de jitomate, lo cual puede sustituir el sustrato Peat most®, ya que es un sustrato muy caro, el saco de 20 kg tiene un costo de \$900 pesos mexicanos), y la cachaza de caña, estiércol de borrego y aserrín son sustratos económicos, de fácil de conseguir y disponibles todo el año en la región.

Referencias

- Agrichem. 2015. Cuáles son los 10 principales productos agrícolas de México. Disponible en: <http://agrichem.mx/cuales-son-los-10-principales-productos-agricolas-de-mexico/> (consultado 22 de septiembre de 2017).
- Cavazos T, Rodríguez O. 1992. Manual de prácticas de física de suelos. Edit. Trillas. 100 p.
- Favaro J, Buyatti M, Acosta M. 2002. Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas ("Salix sp.") compostados para la producción de plantones Investigación agraria. Producción y protección vegetales, ISSN 0213-5000, Vol. 17, N° 3, 2002, 367-374 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2015. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tenosique, Tabasco. Clave geo estadística 2017. En línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/27/27017.pdf> (fecha de consulta 15 de mayo de 2017).
- Ortega M, Sánchez O, Díaz R, Ocampo M. 2010. Revista Ra-ximhai, efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill), 6 (3) 365-372 pp.
- Soto MG. 2003. Abonos orgánicos: El proceso de compostaje. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Pp 27.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Producción de jitomate en México. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (consultado 5 de octubre de 2017).
- Uribe LL. 2003. Taller de abonos Orgánicos/CATIE. San José, Costa Rica. 10 p.

Accesiones de Calabaza Chihua y su Contenido de Proteína bajo Condiciones de Temporal en Campeche, México

J.L. Ruiz-García¹, A. Villalobos-González^{2*}, W.R. Cetzal-Ix¹, M.B. López-Hernández¹

Resumen. El trabajo tuvo como objetivo estudiar la respuesta tres accesiones de calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) al contenido de proteína en la semilla, cascara y pulpa en primavera-verano bajo condiciones de temporal en un suelo Luvisol de Campeche, México. Para ello se incluyó un ensayo con tres accesiones de calabaza chihua denominadas “Edzná”, “Becal” y “Pixoyal” de Campeche. La siembra del ensayo fue en junio del 2017, que se condujo bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones en la localidad de Pocyaxum, Municipio de San Francisco de Campeche, Campeche, México. La unidad experimental consistió de tres surcos de seis metros de longitud, separados a 2.40 m uno del otro y 1.25 m entre planta. Para la determinación de proteínas se empleó el método Kjeldahl, y siguiendo el proceso descrito en AOAC (2000). La accesión denominada Edzná y Pixoyal presentaron el mayor ($p \leq 0.05$) % $PROT_{SEM}$ en comparación con la accesión Becal, que presentó un 26.90 % de proteína en la semilla. La accesión Becal presentó el menor ($p \leq 0.05$) % $PROT_{CASC}$ con 9.4 % que el resto de las accesiones. La accesión denominada Pixoyal presentó el mayor ($p \leq 0.05$) % $PROT_{PULC}$ con 16 % en comparación con la accesión Edzná y Becal, que presentaron en promedio 12 % de $PROT_{PULC}$. La accesión que sobresalieron en relación al contenido de proteína en la semilla y cascara fueron Pixoyal y Edzná. Mientras que la accesión que prevaleció con mayor contenido de proteína en la pulpa fue Pixoyal.

Palabras clave: calabaza-nativa, proteína, primavera-verano.

Introducción

Actualmente en el estado de Campeche, el desarrollo de investigaciones sobre accesiones de calabaza nativa “chihua” es escaso. En este contexto, es vital la generación de estudios sobre la diversidad genética de la calabaza en Campeche (Villalobos et al., 2017).

¹Instituto Tecnológico de China (IT China). Carretera Campeche-Chiná, Camp. C.P. 24520

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Edzná. Carretera Campeche-Tixmucuy Km 15.5 Campeche, Camp. C.P. 24529.

*Autor para correspondencia: villagonzalez.antonio@hotmail.com

Actualmente en la región, la chihua, es un producto de gran importancia debido a la demanda que tienen sus semillas, las cuales se emplean en la elaboración de botanas y platillos regionales. Localmente la semilla tostada y salada se consume de forma directa, además de ser aprovechadas por sus propiedades medicinales. También se aprovecha las semillas, que son ricas en aceites y proteínas. También se utilizan como objeto de decoración, debido a sus diversas formas y sus colores que desde hace tiempo se convirtió en un objeto de decoración entre algunas familias del estado de Campeche.

En este sentido, en el estado de Campeche se siembran alrededor de 17 mil hectáreas. De esta superficie, el 99.3% se establece bajo condiciones de temporal o secano, y registró una producción de 10 592 t cosechadas en 15 885 ha, con un rendimiento promedio de 0.700 t/ha. El distrito con mayor superficie y producción es Escárcega, con 9 900 ha y 6 000 t de semilla de calabaza chihua (SIAP, 2016). El objetivo de la presente investigación fue estudiar la respuesta tres accesiones de calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en relación al contenido de proteína en la semilla, cascara y pulpa en el ciclo de primavera-verano bajo condiciones de temporal en un suelo Luvisol de Campeche.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el ciclo de primavera-verano 2017 en condiciones de temporal. Para ello se empleó una superficie de terrenos aledaños a la comunidad de Poc yaxum, Municipio de San Francisco de Campeche, Campeche, México. La localidad se localiza a 19.7333N, -90.3583O y a una altura de 30 msnm. El trabajo se instaló sobre los suelos rojos-arcillosos-profundos, denominados *Kancab* o *K'aancab* en la clasificación de suelos elaborados por los antiguos Mayas y llamados Luvisoles en la clasificación de la FAO-UNESCO 1970. El trabajo contempló la evaluación de tres accesiones de calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), que se denominan Edzná, Becal y Pixoyal del estado de Campeche.

La siembra del experimento fue en junio 2017. Para ello se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de tres surcos de seis metros de longitud, separados a 2.40 m uno del otro y 1.25 m entre planta, al depositar dos plantas por mata en suelo húmedo, a 3.0 cm de profundidad y posteriormente a los tres días de la emergencia se clareo a una planta. Se fertilizo de forma manual a los 15 días después de la siembra (dds) con 150 kg de fosfato diamónico (18-46-00) en mezcla con 100 kg de cloruro de potasio. En el presente estudio se evaluó el contenido de proteína de las accesiones de calabaza chihua en la semilla, cascara y pulpa. Para la determinación de proteínas se empleó el

método Kjeldahl, utilizando el equipo Kjeldahl y siguiendo el proceso descrito en AOAC (2000). Este método consiste de tres pasos: a) digestión de la muestra, b) destilación del nitrógeno y c) titulación, que a continuación se describen:

a) Digestión: se pesó 1 g de selenio y 1 g de muestra y se colocaron dentro de los tubos de ensayo del sistema compacto de digestión (Raypa MBC – 12 TB 26300 700), posteriormente se añadieron 10 ml de H_2SO_4 a los mismos tubos. La técnica se estandarizó utilizando un tiempo de digestión total de 3 horas y 15 minutos divididos de acuerdo a las siguientes actividades: 15 minutos para llegar a 150 °C, que se mantuvo durante 30 minutos; 15 minutos para llegar a 270 °C, que se mantuvo durante 30 minutos; 15 minutos para subir a 370°, que se mantuvo durante 90 minutos. Al finalizar se dejó enfriar durante 20 a 30 minutos para comenzar el proceso de destilación. b) Destilación: al término de la digestión; se agregó al tubo de destilación la muestra, también 25 ml de NaOH y 75 ml de agua destilada. No obstante, el equipo (destilador de nitrógeno proteína tipo flash, marca Raypa DNP – 1500 – MP) agrega 25 ml más de agua destilada durante el proceso. Previamente, se colocó en un matraz de 250 ml, 25 ml de H_3BO_3 al 4% y 3 gotas del indicador Tashiro. Posteriormente se configuró el proceso con tiempo de espera de 30 segundos, vapor al 100% y 8 minutos de destilado para recolectar 250 ml de muestra. c) Titulación: el proceso se realizó con HCl al 0.25% N, la muestra obtenida de la destilación se sometió a titulación hasta que haga el primer cambio de color (ligeramente rosa). El cálculo de nitrógeno obtenido se realizó utilizando la siguiente formula:

$$\% N = \frac{(\text{Gasto de la muestra} - \text{gasto del blanco}) (\text{Normalidad del Ácido}) (1.4)}{\text{Peso de la muestra en g}} \times 100$$

El porcentaje de proteína se calculó en relación al porcentaje de nitrógeno con la siguiente ecuación: % Proteína= (% N) (6.25); dónde: % N= porcentaje de Nitrógeno; 6.25= Constante para hortalizas.

Los datos recabados en la presente investigación fueron sometieron a un análisis de varianza con el programa SAS para Windows Versión 9.0 (SAS, 2002) en forma individual. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Porcentaje de proteína en la semilla de calabaza (% PROT_{SEMC})

En la Figura 1, se observan los resultados del % PROT_{SEMC} para cada una de las accesiones de calabaza nativa, que fueron evaluados en primavera-verano 2017 en

condiciones de temporal en Pocyaxum, Campeche. El análisis para el % $PROT_{SEMC}$ señalan que existen diferencias estadísticas al $p \leq 0.05$. La accesión denominada Edzná y Pixoyal presentaron el mayor ($p \leq 0.05$) % $PROT_{SEMC}$ en comparación con la accesión Becal, que presentó un 26.90% de proteína en la semilla. Estudios realizados en semillas de calabaza (*Cucurbita pepo*) por Kim *et al.* (2012), señalan que las semillas contienen en promedio entre 308 a 336.8 mg/g de muestra de contenido de proteína. Martínez *et al.* (2011) indican que la pepita o semilla de calabaza (*C. pepo*), contiene 31% de proteína, 36% de lípidos y 15% de hidratos de carbono.

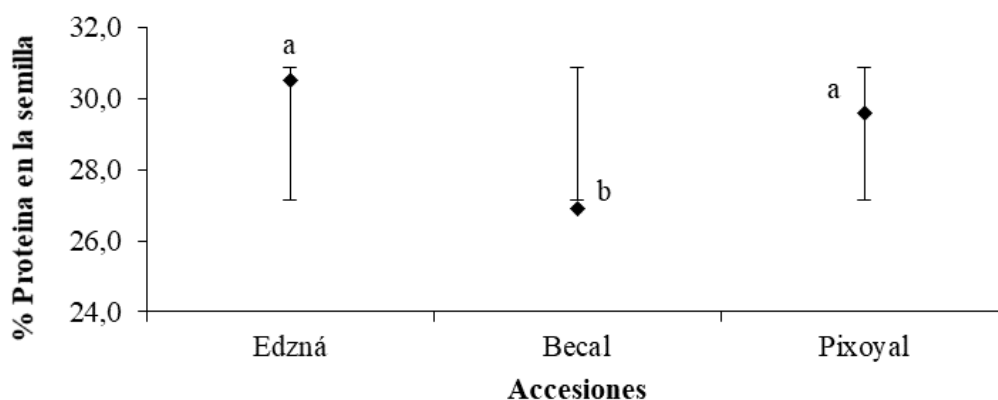


Figura 1. Accesiones de calabaza chihua y su porcentaje de proteína en la semilla bajo condiciones de temporal en el ciclo de primavera-verano 2017. Pocyaxum, Municipio de San Francisco de Campeche, Camp., México; Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0,05$.

Porcentaje de proteína en la cascara de calabaza (% $PROT_{CASC}$).

Los resultados para el % $PROT_{CAS}$ muestran diferencias al $p \leq 0.05$ para las accesiones evaluadas de calabaza chihua bajo condiciones de temporal en el ciclo de primavera-verano. En este contexto, en la Figura 2 se observa que la accesión Becal presentó el menor ($p \leq 0.05$) % $PROT_{CASC}$ con 9.4% en comparación con Edzná y Pixoyal. Applequist *et al.* (2006) realizaron un estudio en campo sobre materiales de calabaza y en el observaron, que una de las accesiones del estado de Campeche presentó 2.97 y 2.67% de proteína en la cascara menos que la accesión Edzná y Pixoyal.

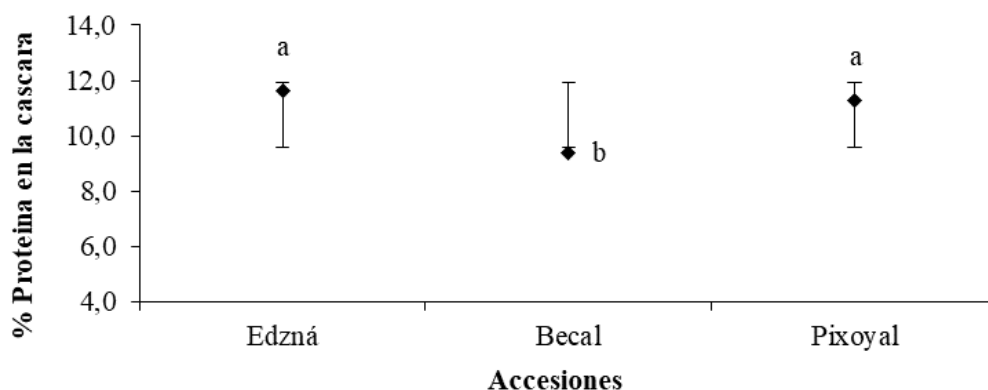


Figura 2. Accesiones de calabaza chihua y su porcentaje de proteína en la cascara bajo condiciones de temporal en el ciclo de primavera-verano 2017. Pocyaxum, Municipio de San Francisco de Campeche, Camp., México; Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0,05$.

Porcentaje de proteína en la pulpa de calabaza (% PROT_{PULC})

En la Figura 3, se muestran las diferencias significativas $p \leq 0.05$ para el % PROT_{PULC}. La accesión denominada Pixoyal presentó el mayor ($p \leq 0.05$) % PROT_{PULC} con 16% en comparación con la accesión Edzná y Becal, que presentaron en promedio 12% de PROT_{PULC}. Estudios realizados por Kim *et al.* (2012) en calabaza (*Cucúrbita pepo*), observaron que, entre los materiales estudiados, uno de ellos presentó en promedio 1.0% de PROT_{PULC}. En este contexto, estudios realizados por Applequist *et al.* (2006) observaron, que un material de calabaza (*Cucúrbita angyrosperma* Huber) poseía en promedio 8% de PROT_{PULC}; mientras que en el presente trabajo se presentaron mayores porcentajes de proteína en la pulpa, al observarse una diferencia de 9.8% de PROT_{PULC} para la accesión Pixoyal y 2.8% para Edzná y Becal.

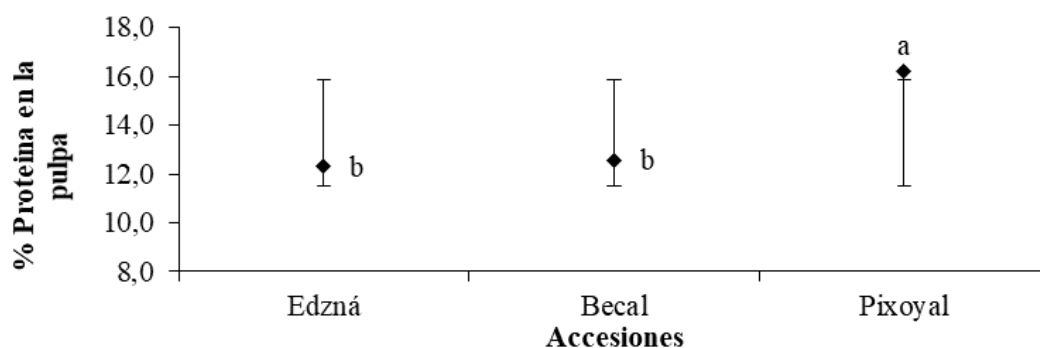


Figura 3. Accesiones de calabaza chihua y su porcentaje de proteína en la pulpa bajo condiciones de temporal en el ciclo de primavera-verano 2017. Pocyaxum, Municipio

de San Francisco de Campeche, Camp., México; Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0,05$.

Conclusión

La accesión que sobresalieron en relación al contenido de proteína en la semilla y cascara fueron Pixoyal y Edzná, sin embargo, la accesión que prevaleció con mayor contenido de proteína en la pulpa fue Pixoyal.

Referencias

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17^a ed. Gaithersburg, USA.
- Applequist WL, Avula B, Schaneberg BT, Wang Y-H, Khan IA. 2006. Comparative fatty acid content of four *Cucurbita* species grown in a common (shared) garden. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 606–611.
- FAO-UNESCO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 1970. Clave de unidades de suelos del mundo. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Dirección de Agrología. México, D.F.
- Kim MY et al. 2012. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutrition Research and Practice* 6: 21–27.
- Martínez AYO et al. 2011. Fitoesteroles y escualeno como hipocolesterolémicos en cinco variedades de semillas de *Cucurbita máxima* y *Cucurbita moschata* (calabaza). *Rev. Cubana Plantas Medicinales* 16:72-81.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Sistema de Información Agropecuarias de Consulta (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Versión 1.1, México, D.F. <http://www.siap.gob.mx/> (consultado el 10 de junio de 2018).
- Statistical Analysis System, Versión 9.0 para Windows. 2002. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Villalobos GA, Medina MJ Soto RJ, Hernández PM. 2017. Evaluación de cultivares de calabaza bajo condiciones de temporal en Campeche, México. XXIX Reunión Científica – Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2017 y VI Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. Pp. 238-244.

Respuesta Fisiológica de Genotipos de Arroz a Estrés Hídrico

M.B. López-Hernández¹, J. Arreola-Enríquez², A. Villalobos-González³, L.L. Pinzón-López⁴, E.J. Barrios-Gómez⁵

Resumen. Los rendimientos del arroz (*Oryza sativa* L.) responden a complejas interacciones entre el genotipo y el ambiente, el arroz tiene la particularidad de ser un cultivo semiacuático, como resultado de esto presenta menor adaptación al contenido hídrico limitante del suelo y es extremadamente sensible al estrés por sequía, por lo tanto, es el factor limitante más importante en la producción de arroz. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de ocho líneas avanzadas y una variedad testigo de arroz, en el rendimiento de grano y sus componentes, sistema radical, área foliar y eficiencia transpiratoria bajo riego (R) y sequía (S) en invernadero. El experimento se estableció en el Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, localizado en la Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México (17° 49' N, 91° 08' y 27 msnm); en el ciclo otoño-invierno 2015. El rendimiento de grano y sus componentes, así como el área foliar fue mayor en R que en S. Se redujo la transpiración por efecto del estrés hídrico y las plantas en sequía aumentaron su eficiencia transpiratoria. Se identificó a los genotipos 2 y 7 como los más sobresalientes con respecto al resto de los genotipos en el rendimiento de grano y sus componentes, área foliar, y eficiencia transpiratoria.

Palabras clave: rendimiento, sequía, biomasa, área foliar, eficiencia transpiratoria.

¹Instituto Tecnológico de Chiná. Carretera Campeche-China, Camp. C.P. 24520.

²Colegio de Postgraduados Campus-Campeche Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México. C.P. 24450

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Edzná, Campeche, Campeche. Km. 4.5. Carr. Chiná-PocYaxum. C.P. 24250.

⁴Instituto Tecnológico de Conkal. Av. Tecnológico s/n. Conkal, Yucatán. México.

⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec. km. 0.5. Carr. Zacatepec-Galeana. Zacatepec. México. C.P. 62780.

*Autor para correspondencia: mobel@colpos.mx

Introducción

Se considera a la sequía como un déficit de disponibilidad de agua suficiente para causar una disminución en el rendimiento de los cultivos (Bernier *et al.*, 2008). Por otro lado, la magnitud de la disminución del rendimiento de grano depende de la duración de la sequía y la severidad del estrés (Kumar *et al.*, 2014) además de la etapa de crecimiento del cultivo (Gana, 2011). Así, la sensibilidad del arroz (*Oriza sativa*) a la sequía aumenta, cuando la sequía ocurre en el periodo de floración (Maisura *et al.*, 2014). En consecuencia, en la etapa reproductiva se reduce considerablemente el contenido hídrico en las células de la planta, mostrando síntomas de marchitamiento y pérdida de turgencia, que repercuten en una disminución del intercambio gaseoso y fotosíntesis de la planta y finalmente, el rendimiento de grano (Blum, 2011). El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de ocho líneas avanzadas y una variedad testigo de arroz (*Oriza sativa*), en el rendimiento de grano y sus componentes, área foliar, transpiración total y eficiencia transpiratoria bajo riego (R) y sequía (S) en invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en el área de invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, localizado en la Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México (17° 49' N, 91° 08' y 27 msnm); en el ciclo otoño-invierno 2015. La localidad de Sihochac, tiene un clima del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano [Awo (w)], con una precipitación media de 1500 mm y temperatura media anual de 26 °C; con temperaturas máximas de 42 °C y mínimas de 10°C (García, 1988). Se realizó un análisis del suelo utilizado en el laboratorio de Edafología de la Universidad Autónoma Chapingo, cuyas características físicas y químicas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento.

Características físicas y químicas									
Textura	DA (tm^{-3})	CC %	PMP %	pH -	CE dS m^{-1}	MO %	N mg Kg^{-1}	P mg Kg^{-1}	K mg Kg^{-1}
Arcilla	1.23	40.7	32.2	7.2	0.72	3.1	23.8	6.3	536

La textura se determinó, método del hidrómetro de Bouyoucos; DA: densidad aparente, método de la probeta (t m^{-3}); CC: capacidad de campo, método de la olla de presión equivalente a 0.3 atm PMP: porcentaje de marchitamiento permanente, método de membrana de presión equivalente a 15 atm; pH, medidor electrónico de pH; CE:

conductividad eléctrica, método del puente de conductividad eléctrica; MO: materia orgánica, método de Walkley-Black; N: nitrógeno total, por arrastre de vapor; P: fósforo, método de Olsen; K: potasio, método de espectrofotometría de emisión de flama.

Se incluyeron ocho líneas avanzadas (F_6) de arroz (*Oriza sativa*) y una variedad testigo (El Silverio). Las líneas presentaban características de alto rendimiento y resistencia al vector del virus de la hoja blanca (*Tagosodes oryzicolus*) y “quema” del arroz (*Pyricularia oryzae*), calidad superior de grano, definida por su contenido de amilosa, apariencia del grano procesado, alta recuperación de granos enteros y tolerancia al retraso en cosecha; las líneas proceden de los viveros del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR, Palmira, Colombia). El material genético se preseleccionó por rendimiento de grano en ambientes de trópico húmedo, subhúmedo y seco en el ciclo primavera-verano (P-V) 2012 por investigadores del INIFAP en diferentes localidades (Palizada, Campeche; Zacatepec, Morelos; Cárdenas, Tabasco; y Tecomán, Colima, México) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Material genético preseleccionado por rendimiento, utilizado en el experimento.

No. de genotipo	Genealogía	Origen	Rendimiento de grano ($T\ ha^{-1}$)	Días a antesis
1	FL04621-2P-1-3P-3P-M	P-V 2005	6.8	85
2	FL05392-3P-12-2P-2P-M	P-V 2006	13.2	90
3	FL06747-4P-10-5P-3P-M	P-V 2007	10.5	89
4	FL07201-6P-5-3P-3P-M	P-V 2008	9.4	84
5	FL08224-3P-2-1P-2P-M	P-V 2009	10.9	90
6	FL08378-3P-5-2P-2P-M	P-V 2009	11.4	87
7	FL08224-3P-2-1P-3P-M	P-V 2009	15.9	92
8	FL10129-12P-4-2P-3P-M	P-V 2011	12.1	88
9	“El Silverio” (Testigo)	P-V 2011	12.0	91

El experimento consistió en dos tratamientos de humedad edáfica; riego (R) que consistió en mantener la humedad edáfica cercana a capacidad de campo (CC), y sequía (S) con la suspensión del riego a los 65 dds hasta la madurez fisiológica. En la siembra se utilizó una semilla de arroz de cada variedad por unidad experimental, con una dosis de fertilización de 180-40-40; se aplicó un tercio del nitrógeno y todo el fósforo y potasio en la siembra; un segundo tercio de nitrógeno al inicio de la etapa de amacollamiento (25 dds) y el resto del nitrógeno en la etapa de embuche (78 dds), con urea, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en riego y tres en sequía; la unidad experimental consistió de una planta individual por tubo de PVC de 1 m de alto y 10 cm de diámetro. Se colocó una bolsa cilíndrica de polietileno de las mismas dimensiones en cada tubo de PVC y se procedió a llenarla con suelo previamente esterilizado; el suelo se llevó a CC y se determinó el peso inicial a CC (PICC) en cada unidad experimental. En el tratamiento de riego (R) se pesaron los tubos cada tercer día, para calcular la cantidad de agua evapotranspirada (E_T) y agregar el agua requerida, para llevar el suelo de cada tubo al PICC y mantener el nivel de humedad cercano a CC desde la siembra hasta la madurez fisiológica de las plantas; en el tratamiento de sequía (S) se procedió de igual manera que en R; se agregó agua a los tubos, para llevar al suelo a CC y se mantuvo el contenido hídrico edáfico cercano a CC hasta los 65 días después de la siembra (dds); a partir de esta fecha se suspendió la aplicación de agua y solo se registró el peso a los 114 dds fecha en que se aplicó un riego de recuperación. La cantidad de E_T (g de agua) en cada tubo se calculó como la diferencia entre el peso inicial del tubo a CC (kg) – peso del tubo en cada fecha de pesada (kg). La transpiración por planta (T) se calculó como la diferencia entre la E_T – evaporación directa del suelo (E_s) estimada en tubos testigo sin planta en cada pesada; la transpiración total acumulada se calculó al sumar la T obtenida en cada pesada desde la siembra hasta la madurez fisiológica. Las plantas se mantuvieron debajo de una cubierta de polietileno a una altura de 3.0 m, para evitar la incidencia de la lluvia al experimento y permitir que las plantas estuvieran expuestas a la temperatura ambiental. Se evaluaron las siguientes variables: rendimiento de grano (RG, g) el cual se obtuvo al determinar el peso del grano después del desgrane de todas las panículas de las plantas cosechadas; biomasa aérea final (BMAF, g) se determinó al obtener el peso seco total de la parte aérea de la planta al llegar a la madurez fisiológica; índice de cosecha (IC); se calculó como el cociente entre el rendimiento del grano (RG, g) y la biomasa aérea final (g) ($IC = RG/BM$); número de panículas por planta (NPP), se determinó al contar el número de panículas en cada unidad experimental; número de granos por panícula (NGP^{-1}), se determinó al contar el número de granos en cada panícula por planta y promediar el número de granos entre el total de panículas por planta; peso de 1000 granos (PMG, g), se obtuvo al pesar 1000 granos tomados al azar de cada unidad experimental de la muestra utilizada para determinar el rendimiento de grano; días a floración o antesis (A), se registró cuando el 50% de las panículas de cada unidad experimental mostró espiguillas con anteras expuestas y en dehiscencia; días a madurez fisiológica (MF), se determinó cuando el 80% de las plantas presentes en cada unidad experimental habían perdido el color verde de sus órganos aéreos y presentaban un color paja característico de cada genotipo; altura de la planta (AP, cm), se determinó al medir la altura desde la superficie del suelo hasta la espiguilla terminal en cada unidad experimental en la etapa de madurez fisiológica; área foliar verde (AFV, cm^2),

se determinó el área (cm^2) de cada hoja del tallo principal de cada unidad experimental al multiplicar el largo (cm) x ancho (cm) x 0.75, cada cinco días desde los 18 hasta los 109 dds; transpiración total por planta (T_T , kg), se calculó al sumar la transpiración determinada entre mediciones consecutivas durante el ciclo biológico de cada planta y eficiencia transpiratoria para producir biomasa total de la planta (ET_{BMT} , g de BMT/kg de H_2O transpirada), se calculó al dividir la biomasa total entre la cantidad de agua transpirada por la planta al final del ciclo biológico. Con los datos se realizó el ANDEVA para todas las variables con el programa SAS, Versión 9.1, para Windows (SAS, 2009) en forma individual para cada tratamiento de humedad edáfica y en forma combinada, para determinar la significancia de la interacción genotipo x ambiente. La comparación de medias se realizó con DMS ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El contenido hídrico edáfico en el tratamiento de riego se mantuvo cercano a CC, durante todo el experimento; en el tratamiento de sequía el contenido hídrico edáfico se mantuvo cercano a CC hasta iniciar el tratamiento de sequía a los 65 dds. En sequía el contenido hídrico edáfico alcanzó valores por debajo del PMP, conforme transcurría el ciclo del cultivo (Figura 1).

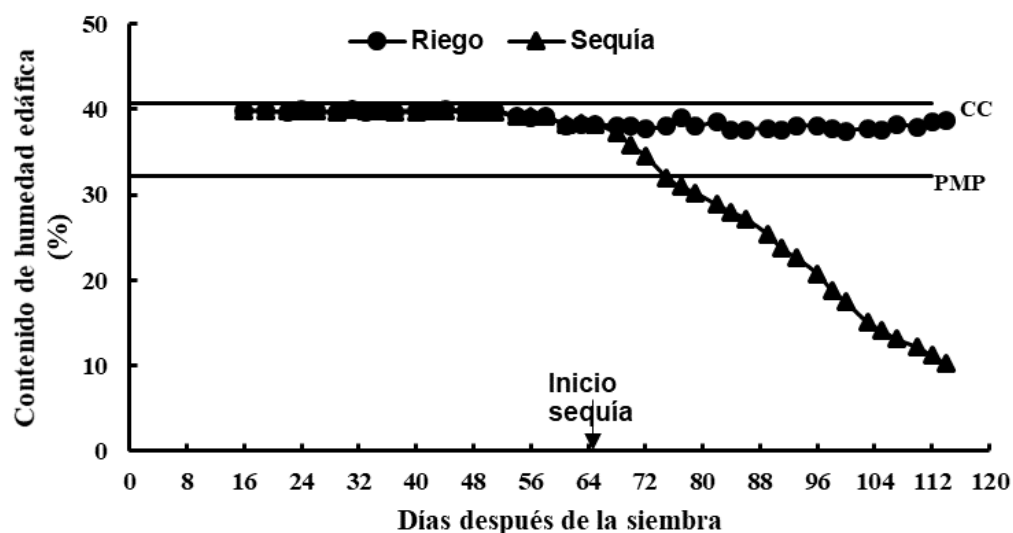


Figura 1. Contenido hídrico del suelo en riego y sequía desde los 8 a los 120 dds, en condiciones de invernadero. Ciclo Otoño-invierno 2015. Sihochac, Champotón, Campeche.

Rendimiento de grano y sus componentes

El análisis estadístico combinado de riego y sequía detectó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre niveles de humedad, entre genotipos y en la interacción niveles de humedad-genotipos en todas las variables evaluadas (Cuadro 3). La sequía redujo el rendimiento de grano, biomasa aérea final, índice de cosecha, número de panículas por planta, número de granos por panícula, peso de mil granos y la altura de planta (Cuadro 3). La reducción por efecto del estrés hídrico fue mayor en biomasa aérea final (52%), rendimiento de grano (45%), número de panículas por planta (36%), peso de mil granos (31%), altura de planta (28%), número de granos por panícula (27%) e índice de cosecha (15%) (Cuadro 3). Awio *et al.* (2015), realizaron un estudio con 10 genotipos de arroz en condiciones de invernadero en Uganda, con los siguientes tratamientos: riego-sequía alterna (7 días de riego y 7 días de sequía), sequía continua (riego una vez, cada semana), inundación continua (nivel de agua a 5 cm sobre la superficie del suelo). Los resultados indicaron que el rendimiento de grano fue mayor en el tratamiento de inundación continua con un promedio de 1.9 t ha^{-1} , en comparación con el tratamiento de riego-sequía alterna y sequía continua (1.7 y 1.5 t ha^{-1} , respectivamente). El genotipo P27H14 presentó el mayor rendimiento en los tratamientos de riego-sequía alterna y sequía continua, y el genotipo K5 presentó el mayor rendimiento en el tratamiento de inundación continua. Gana (2011) y Kumar *et al.* (2014), mencionan que la magnitud de la pérdida de rendimiento de grano depende de la duración de la sequía, la etapa de crecimiento del cultivo y la severidad de estrés por sequía. Zhu (2002), menciona que cuando se produce el estrés hídrico, las plantas reaccionan por ralentizar o detener su crecimiento. Esta es una reacción normal de la planta a la falta de agua y actúa como una táctica de supervivencia. Las variables menos afectadas fueron días a antesis (9%) y días a madurez fisiológica (12%); con una diferencia de ocho y cinco días en días antesis y días a madurez fisiológica, respectivamente, entre riego y sequía, siendo mayor en sequía; esto coincidió con lo reportado por Sabar y Arif (2014) con respecto a un retraso de 9 días en la floración y días a madurez fisiológica en sequía con respecto a riego en ocho genotipos de arroz sometidos a estrés hídrico durante dos semanas, 60 d después de la siembra. Al respecto Bernier *et al.* (2008) menciona que el estrés por sequía al inicio de la etapa reproductiva resulta por lo general en un retraso en la floración en arroz. Davatgar *et al.* (2009) en un experimento de arroz en condiciones de invernadero reportan que el estrés hídrico (moderado y severo) disminuyó el rendimiento y aumentó el retraso de la floración en los tratamientos aplicados en la etapa vegetativa con estrés severo (23 días) e inicio de primordio floral (3 días) en estrés moderado y severo, comparado con las plantas en riego. Turner *et al.* (1986) demostraron que el déficit hídrico durante la etapa de crecimiento vegetativo retrasa la floración y se asocia negativamente con el rendimiento del grano (Kumar *et al.*, 2006).

Cuadro 3. Rendimiento de grano y sus componentes, días a floración, días a madurez fisiológica y altura de planta, promedio de los genotipos en riego y sequía. Ciclo Otoño-invierno 2015. Sihochac, Champotón, Campeche.

Nivel de Humedad	RG (g p ⁻¹)	BMAF (g p ⁻¹)	IC (%)	NPP	NGP	PMG (g p ⁻¹)	DA	DMF	AP (cm)
Riego	20a	38a	47a	11a	147a	31a	90b	125b	87a
Sequía	11b	18 b	40b	7b	107b	21b	98a	140a	67b
DMS (p≤0.05)	0.4	0.4	1	0.2	1.1	0.3	2.5	2.4	1.5

Medias con distinta letra en cada columna son estadísticamente diferentes (DMS, P≤0.05). RG = Rendimiento de grano (g); BMAF = Biomasa aérea final (g); IC = Índice de cosecha (%); NP P-1 = panículas planta-1; NGP-1 = Granos por panícula-1; PMG= peso de mil granos; DA = Número de días a antesis; DMF = Número de días a madurez fisiológica y AP: altura de planta.

Área foliar

En el análisis estadístico combinado de riego y sequía se detectaron diferencias altamente significativas entre niveles de humedad del suelo a los 32 y 53 dds y desde los 67 a 109 dds (Figura 2). Entre genotipos se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en todas las fechas de medición; a excepción de los 25 dds en donde se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). El área foliar en riego fue mayor en riego que en sequía, esto debido a que a partir de los 65 dds inicio el déficit hídrico al suspender el agua en las plantas en el tratamiento de sequía (Figura 2). García *et al.* (2010) realizaron un estudio en invernadero, en macetas con una variedad cubana de arroz (Jucarito), en la fase de amacollamiento se realizaron dos tratamientos: el primer tratamiento fue en condiciones de riego hasta 15 días antes de la cosecha y el segundo la suspensión del riego por 15 días. Los resultados indicaron que el área foliar del tallo principal, el número de tallos por planta, la materia seca de la parte aérea y del tallo principal, así como el contenido relativo de agua (CRA) en la parte aérea, se redujeron en las plantas sometidas a déficit hídrico en la fase de macollamiento respecto a las que se mantuvieron en aniego durante todo el ciclo de cultivo. En otras variedades de arroz, Siopongco *et al.* (2006) encontraron menor crecimiento foliar en plantas sometidas a sequía en la fase vegetativa, debido a una reducción en la tasa de expansión de la parte aérea y el desarrollo del área foliar provocado por una disminución en la presión de turgencia de las hojas. Maqueira *et al.* (2014), evaluaron el comportamiento de tres variedades de arroz (Kiyohatamochi, Toyohatamochi y Akitakomochi) bajo condiciones de sequía, y reportaron un crecimiento menor en el área foliar de las plantas, en comparación con el control (condiciones de riego en todo el ciclo del cultivo) así mismo, reportaron diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad Akitakomochi quien mostró un crecimiento más lento y reducido en comparación con el resto de las variedades.

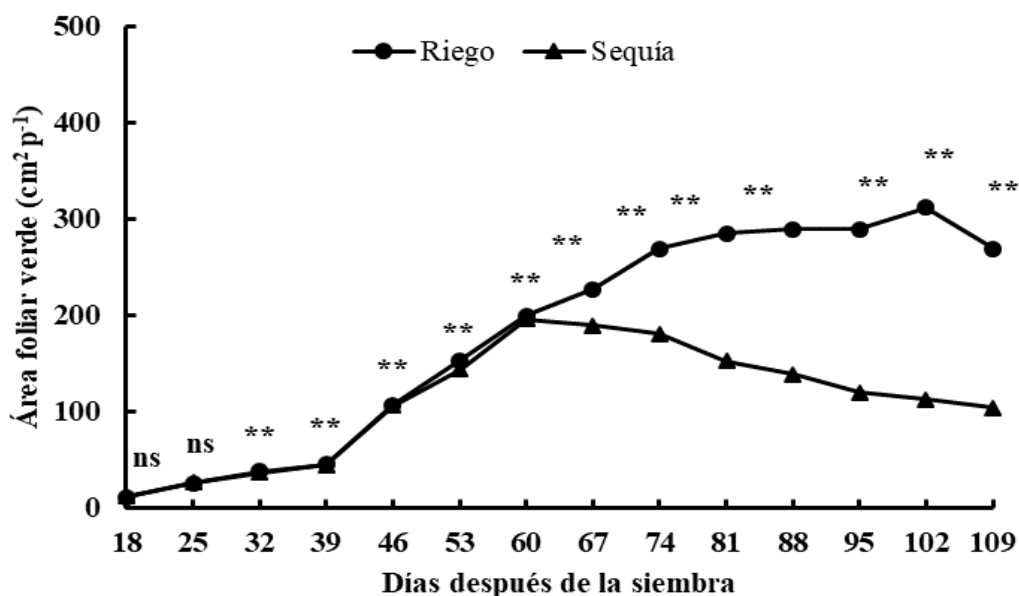


Figura 2. Área foliar verde promedio de nueve genotipos de arroz, en riego y sequía de los 18 a 109 dds. Ciclo Otoño-invierno 2015. Sihochac, Champotón, Campeche. **($P \leq 0.01$),

Transpiración total y eficiencia transpiratoria

En el análisis combinado de riego y sequía, se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre ambientes de humedad y entre genotipos para la eficiencia transpiratoria y la transpiración total por planta; en la interacción ambientes de humedad-genotipos se presentaron diferencias altamente significativas para la transpiración total por planta y no se presentaron diferencias significativas para la eficiencia transpiratoria (Cuadro 4). La eficiencia transpiratoria fue mayor en sequía (9.8 g kg^{-1}) en comparación con riego (5.3 g kg^{-1}). Por el contrario, la transpiración total por planta fue de 8.1 kg de agua, superior al tratamiento de sequía que presentó 3.8 kg de agua (Cuadro 4). Zhang *et al.* (2008), realizó estudios en la eficiencia transpiratoria en condiciones de invernadero para dos variedades de arroz (Zhendao 88 y Shanyou 63), en diferentes regímenes de riego, en condiciones de inundación y no inundadas y reportaron rangos de eficiencia transpiratoria entre 0.94 a 2.3 kg m^{-3} , en condiciones de inundación la ET promedio de las dos variedades fue de 0.95 kg m^{-3} , en condiciones no inundadas fue de 2.1 kg m^{-3} .

Cuadro 4. Eficiencia transpiratoria para producir biomasa total (ET_{BMT}) y transpiración total (T_T) de la planta en promedio de variedades para riego y sequía. Ciclo Otoño-invierno 2015. Sihochac, Champotón, Campeche.

Niveles de humedad	ET_{BMT}	T_T
Riego	5.3b	8.1a
Sequía	9.7a	3.8b
DMS($p \leq 0.05$)	1.3	0.9

Medias con distinta letra en cada columna son estadísticamente diferentes (DMS, $P \leq 0.05$).

Conclusiones

El rendimiento de grano, biomasa aérea final, índice de cosecha, panículas por planta, granos por panícula y peso de mil granos y área foliar fue más alto en riego que en sequía. Las variables menos afectadas por la sequía fueron días a antesis (8.9%) y días a madurez fisiológica. El área foliar en riego fue mayor en riego que en sequía, esto debido a que a partir de los 65 dds inicio el déficit hídrico al suspender el agua en las plantas en el tratamiento de sequía. Se redujo la transpiración por efecto del estrés hídrico y las plantas en sequía aumentaron su eficiencia transpiratoria. Los genotipos sobresalientes fueron el 2 y 7 quienes mostraron mayor rendimiento de grano y sus componentes.

Referencias

- Awio T, Bua B, Karungi J. 2015. Assessing the effects of water management regimes and rice residue on growth and yield of rice in Uganda. *Amer. J. Experimental Agric.* 7 (2): 141-149.
- Bernier J et al. 2008. Breeding upland rice for drought resistance. *J. Sci. Food. Agric.* 88:927-939.
- Blum A. 2011. Drought tolerance: Is it a complex trait? *Funct Plant Biol*, 38(10): 753-757.
- Davatgar N et al. 2009. Physiological and morphological responses of rice (*Oryza sativa* L.) to varying water stress management strategies. *Int. J. of Plant Prod.* 3(4): 19-32.
- Gana AS. 2011. Screening and resistance of traditional and improved cultivars of rice to drought stress at Badeggi, Niger State, Nigeria. *Agric. Biol. J. North Am.* 2(6): 1027-1031.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 217 p.
- García A, Dorado M, Pérez I, Montilla E. 2010. Efecto del déficit hídrico sobre la distribución de fotoasimilados en plantas de arroz (*Oryza Sativa* L.). *Interciencia* 35 (1): 47-54.
- Kumar S et al. 2014. Identification of drought tolerant rice genotypes by analysing drought tolerance indices and morpho-physiological traits. *SABRAO J. Breed. Genet.* 46 (2): 217-230.
- Kumar, A., A. Sarawgi, C. Ramos, S. T. Amarante, A. M. Ismail, and L. J. Wade. 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. *Field Crops Res.* 96: 455-465.
- Maqueira LL et al. 2014. Evaluación del comportamiento de variables del crecimiento en variedades de arroz de tipo japónica bajo condiciones de secano favorecido. *Cultivos Tropicales* 35: 43-49.

- Maisura AC. et al. 2014. Some physiological character responses of rice under drought conditions in a paddy system. *J. ISSAAS*. 20: 104-114.
- Sabar M, Arif M. 2014. Phenotypic response of rice (*Oryza sativa*) genotypes to variable moisture stress regimes. *Int. J. Agric. Biol.* 16: 32–40.
- SAS. 2009. The SAS System release 9.1 for Windows. Cary, North Carolina, United States: SAS Institute, Inc.
- Schuppler U et al. 1998. Effects of water stress on cell division and cell-division-cycle-2-like cell cycle kinase activity in wheat leaves. *Plant Physiol.* 117: 667-678.
- Siopongco J et al. 2006. Growth and water use response of doubled-haploid rice lines to drought and rewatering during vegetative stage. *Plant Prod. Sci.* 9: 141-151.
- Turner NC et al. 1986. Responses of seven diverse rice cultivars to water deficits. II. Osmotic adjustment, leaf elasticity, leaf extension, leaf death, stomatal conductance and photosynthesis. *Field Crops Res.* 13: 273-286.
- Zhang Z, Zhang S, Yang J, Zhang J. 2008. Yield, grain quality and water use efficiency of rice under non-flooded mulching cultivation. *Field Crops Res.* 108: 71-81.
- Zhu JK. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 247–273.

Descomposición de las Hojas de Cuatro Leguminosas Arbóreas en un Suelo Luvisol en Quintana Roo, México

F. Casanova-Lugo^{1*}, W.R. Cetzal-Ix², I. Oros-Ortega¹, A.J. Chay-Canul³, A. Escobedo-Cabrera¹, H. Estrada-Medina⁴, J.C. Petit-Aldana⁵

Resumen. La descomposición de la hojarasca es un aspecto clave en el reciclaje de nutrientes en los agroecosistemas. No obstante, en México la información al respecto es limitada cuando se trata de leguminosas arbóreas con potencial agroforestal. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar la tasa de descomposición de las hojas de *Gliricidia sepium* Jacq. Kunth ex Walp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth y *Piscidia piscipula* (L) Sarg., durante la época de lluvias en un suelo luvisol en Quintana Roo. Se emplearon 112 bolsas de descomposición con hojas de las especies colectadas, equivalentes a 40 g de materia seca (MS) y fueron distribuidas en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. A las 4, 8, 12 y 16 semanas de incubación se retiraron siete bolsas de cada especie, se secaron y pesaron para cuantificar la MS remanente. Asimismo, se determinó la constante de descomposición por medio del modelo exponencial simple. La descomposición de MS sigue el orden: *L. latisiliquum* < *P. piscipula* < *G. sepium* < *L. leucocephala*, con valores de 50.7, 59.0, 61.6 y 81.8%, respectivamente. Los coeficientes de descomposición de la MS fluctuaron entre 0.15 para el caso de *L. latisiliquum* y de 0.42 para *L. leucocephala*. Se concluye que la mayor descomposición fue para *L. leucocephala* en periodos cortos de tiempo, lo cual muestra que es una especie eficiente para el reciclaje de materia orgánica y que podría incorporarse en las estrategias de recuperación de suelos en Quintana Roo.

Palabras clave: agroforestería, especies nativas, leguminosas, materia seca.

¹Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Tecnológico Nacional de México / I.T. Chiná, Campeche, México.

³División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

⁴Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

⁵Facultad Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

*Autor para correspondencia: fkzanov@gmail.com

Introducción

Los sistemas agroforestales (SAF) son sistemas de producción en los cuáles las especies leñosas perennes se combinan de una manera integral con pastos o cultivos y la producción animal; su propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenido (Casanova-Lugo *et al.*, 2014). Dichos sistemas presentan una alta diversidad vegetal, son biológicamente más productivos y completos en el uso de los recursos en comparación con los sistemas convencionales (monocultivos), ya que contribuyen a un mayor rendimiento y sostenibilidad de los agroecosistemas, debido a que adquieren elementos de alto valor nutricional que mejoran la fertilidad del suelo y producen materia orgánica de alta calidad para un eficiente ciclaje de nutrientes (Teklay *et al.*, 2007).

En los SAF el ciclaje de nutrientes es la principal forma de distribución de elementos en el suelo, en la parte superficial de este se encuentran la mayoría de ellos, como el potasio (K) y el fósforo (P), esto es debido al aporte de las hojas que caen de las plantas, las cuáles al descomponerse liberan los nutrientes. Entre el 70 y 90% de los nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas pueden ser proveídos por la descomposición de las hojas (Segura-Rosel *et al.*, 2012).

Entre los beneficios que brindan los árboles de la familia Fabácea se encuentran: el aumento del contenido de carbono y nitrógeno en el suelo debido a las relaciones simbióticas que establecen con bacterias del género *Rhizobium* y hongos micorrizógenos, la cual es una alternativa para la transformación y mejoramiento de los ecosistemas agrícolas y su conservación, ya que optimizan la disponibilidad de elementos en el suelo y aumenta la descomposición de la materia orgánica (Segura-Rosel *et al.*, 2012). Por eso es de importancia que en la península de Yucatán se incluya a la familia Fabácea que cuenta con alrededor de unas 260 especies como alternativa viable para la reconversión y mejoramiento de los sistemas agrícolas y pecuarios (Petit-Aldana *et al.*, 2012).

Por lo anteriormente planteado, el propósito del estudio fue evaluar los patrones de descomposición de las hojas de cuatro leguminosas arbóreas nativas del estado de Quintana Roo, como lo son cocoíte (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), huaxim (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), tzalam (*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.) y, jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.), en un suelo luvisol en la época lluviosa.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, localizado a 21.5 kilómetros de la carretera Chetumal a Escárcega, en el municipio de Othón P. Blanco. El sitio de estudio está ubicado en las coordenadas geográficas 21° 51' latitud norte y 89° 41' longitud oeste con un clima cálido subhúmedo tipo Aw₁. Se encuentra casi a nivel del mar y su topografía es plana. La precipitación anual promedio es de 1000 mm, concentrada en los meses de junio a diciembre y temperatura máxima y mínima promedio de 37.8 y 24.5 °C. El tipo de suelo donde se llevó a cabo el estudio es del tipo luvisol y sus características químicas se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas del suelo luvisol en el sitio experimental.

Parámetros	
pH	7.66
MO (%)	4.11
N total (%)	0.20
P (ppm)	9.50
K (ppm)	1500.00

Las muestras de suelo fueron tomadas por medio de calicatas de 50 × 50 cm a una profundidad de 0 a 30 cm.

Material vegetal

Se seleccionaron tres individuos de las especies leguminosas (Figura 1) de manera aleatoria los cuales fueron marcados y geo-referenciados. Seguido se determinó la altura total y el diámetro a la altura de pecho del tallo de cada individuo. El follaje de las leguminosas fue cosechado de diferentes partes de la copa hasta alcanzar una cantidad de aproximadamente 20 kg por especie de material fresco. Posteriormente, se separó en dos fracciones: hojas y tallos, y para este estudio solamente se emplearon las hojas, las cuales fueron secadas y se determinó su contenido de materia seca (Cuadro 2).

Descomposición de biomasa

Para conocer los patrones de descomposición de la biomasa se empleó la técnica de “litter-bags”, la cual ha sido reportada y recomendada ampliamente por diversos autores (Teklay *et al.*, 2007; Segura-Rosel *et al.*, 2012; Petit-Aldana *et al.*, 2012), las cuales tenían una apertura de malla de 1.5 mm y un tamaño de 30 cm de largo × 30 cm de ancho. Se usaron un total de 112 litter-bags (28 bolsas por especie), en cada una de estas se colocaron de manera individual 107 g, 158 g, 139 g y 107 g de hojas frescas

de *P. piscipula*, *G. sepium*, *L. leucocephala*, y *L. latisiliquum*, respectivamente, y que fueron equivalentes a 40 g de materia seca (MS). Las bolsas fueron distribuidas de manera aleatoria y colocadas sobre el suelo, libres de herbáceas, con una distancia mínima de 2.0 m entre bolsas. A las 4, 8, 12 y 16 semanas se retiraron siete bolsas de cada especie, a las cuales se les extrajo el material remanente, se limpiaron cuidadosamente para remover cualquier residuo de suelo, y se secaron con una estufa de circulación de aire forzado a 65 °C hasta alcanzar un peso constante, aproximadamente a las 72 horas.

Cuadro 2. Algunas características dasométricas y contenido de materia seca de las hojas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. y, *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., en el ejido Juan Sarabia, Quintana Roo.

Características	<i>G. sepium</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>L. latisiliquum</i>	<i>P. piscipula</i>
AT (m)	8.5	5.5	21.7	12.2
DAP (cm)	15.9	8.0	54.7	17.2
MS (%)	24.0	34.3	35.6	33.7

AT, altura total; D.A.P., diámetro a la altura de pecho (a 1.30 m), MS, contenido de materia seca de las hojas.

Finalmente, con los datos anteriores se calculó la masa remanente (MR), de acuerdo a la Ecuación 1:

$$MR(\%) = \frac{M_t}{M_i} \times 100 \quad [\text{Ecuación 1}]$$

Dónde M_t es el peso seco de la masa remanente en el tiempo t ; M_i es el peso inicial de la masa o nutriente inicial.

Para determinar la constante de descomposición de la materia seca (k), se utilizó el modelo exponencial simple (Ecuación 3) de acuerdo con lo reportado por Teklay *et al.* (2007):

$$Y = a \cdot e^{-k \cdot t} \quad [\text{Ecuación 2}]$$

Dónde Y , es la cantidad de material remanente o nutriente a un tiempo determinado (t); a , es la cantidad de material aplicado (peso seco inicial); e , es la base del logaritmo natural; y k , es la constante de descomposición o liberación de un nutriente.



Figura 1. Representación de las leguminosas arbóreas empleadas en el presente estudio: a) *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., b) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, c) *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. y, d) *Piscidia piscipula* (L.) Sarg.

Análisis estadísticos

Los datos de descomposición de la materia seca fueron sometidos a un análisis de varianza para observar tendencias en cada tiempo de muestreo entre especies. Cuando se encontraron diferencias estadísticas entre especies se procedió a realizar una prueba de tukey al 5% de error. Además, se realizó un análisis de regresión no-lineal simple con la finalidad de desarrollar ecuaciones para estimar la pérdida de masa de las hojas para cada especie durante la época de lluvias. Los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS versión 9.2 (SAS Institute Inc., 2010).

Resultados y discusión

Las especies evaluadas registraron comportamientos diferentes en sus tasas de descomposición evaluados y se detectaron diferencias altamente significativas en los diferentes periodos de muestreo (Cuadro 3). No obstante, al final del periodo de incubación, la tasa de descomposición sigue el orden: *L. latisiliquum* < *P. piscipula* < *G. sepium* < *L. leucocephala* con valores de pérdida de masa 50.7, 59.0, 61.6 y 81.8%, respectivamente.

Cuadro 3. Masa remanente de las hojas de *Piscidia piscipula*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum*, a diferentes tiempos de muestreo en la época de lluvias, en un suelo luvisol en el sur del estado de Quintana Roo, México.

Especies	Tiempo (Semanas)			
	4	8	12	16
<i>G. sepium</i>	88.0 a	70.7 b	61.6 b	38.4 b
<i>L. leucocephala</i>	65.1 c	40.1 c	31.6 d	18.2 c
<i>L. latisiliquum</i>	88.6 a	80.0 a	70.0 a	49.3 a
<i>P. piscipula</i>	73.8 b	63.8 b	49.0 c	41.0 b
Error estándar	2.1	1.8	1.9	4.9
Valor – P	<0.001	<0.001	<0.001	0.009

Medias seguidas de literales distintas en cada columna indican diferencias estadísticas de acuerdo a Tukey.

Los coeficientes de descomposición (*k*) para la pérdida de masa fluctuaron entre -0.15 para el caso de *L. latisiliquum* y de -0.42 para *L. leucocephala*. Lo anterior indica que la velocidad de descomposición es mayor en esta última especie en comparación con las demás. Los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos de los modelos de descomposición para las leguminosas evaluadas oscilaron entre 0.94 y 0.99% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión no-lineal (modelo simple: $Y = a \cdot e^{-k \cdot t}$) para estimar la pérdida de masa de las hojas de *Piscidia piscipula*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum*, durante la época de lluvias, en un suelo luvisol en el sur de Quintana Roo, México.

Especies	<i>a</i>	EE	<i>k</i>	EE	R ²	DER	Valor – <i>P</i>
<i>G. sepium</i>	126.61	9.41	-0.20	0.03	0.95	6.15	0.004
<i>L. leucocephala</i>	151.32	5.93	-0.42	0.02	0.99	2.57	0.001
<i>L. latisiliquum</i>	119.07	7.73	-0.15	0.02	0.94	5.57	0.006
<i>P. piscipula</i>	122.75	4.82	-0.23	0.02	0.98	3.01	0.001

a, indica el intercepto; EE, error estándar; *k*, constante de descomposición; R², coeficiente de determinación, DER, desviación estándar residual.

Las tasas de descomposición fueron significativamente rápidas con pérdidas de hasta un 50.7% en los primeros dos meses y hasta un 81.8% al final del experimento de las diferentes especies evaluadas en este estudio. Estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por diversos estudios en realizados en zonas tropicales enfocados a conocer los patrones de descomposición de las hojas de las especies leñosas en diferentes agroecosistemas. Por ejemplo, un estudio realizado en Indonesia por Handayanto *et al.* (1994), encontraron que en la descomposición de hojarasca de árboles de *Calliandra calothyrsus* Meisn., *Peltophorum pterocarpum* (DC.) K. Heyne, *G. sepium*, *L. leucocephala*, y una mezcla de *P. pterocarpum* y *G. sepium* procedentes de cultivos en callejones, los árboles de *G. sepium* y *L. leucocephala* mostraron una rápida reducción del material inicial con pérdidas de hasta un 40% en un periodo de 2 meses. Comportamientos similares fueron reportados por Rivera *et al.* (2013) en acahuales de selva caducifolia en Chiapas, México; y Xuluc-Tolosa *et al.* (2003) en un bosque tropical seco secundario en Campeche, México, lo que indica el potencial de las leguminosas como una fuente para la incorporación de material orgánico y su consecuente transferencia de nutrientes al suelo, como una estrategia agroecológica para la recuperación de los suelos degradados.

Conclusión

Las hojas de *L. leucocephala* poseen la mayor velocidad de descomposición, mientras que *G. sepium* y *P. piscipula* muestran una velocidad de descomposición moderada, a diferencia de *L. latisiliquum* que su degradación fue más lenta. Lo anterior sugiere que estas diferencias en la descomposición podrían afectar la transferencia de nutrientes de las hojas al suelo, por lo es necesario realizar más estudios para conocer el aporte de hojarasca de las leguminosas y los patrones de liberación de nutrientes las hojas en condiciones de campo y con ello contribuir a establecer mecanismos que permitan la sostenibilidad de los agroecosistemas en el trópico.

Referencias

- Casanova-Lugo F et al. 2014. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. *Agrofor. Syst.* 88: 29-39.
- Handayanto E, Cadisch G, Giller KE. 1994. Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation method. *Plant Soil* 160, 237-248.
- Petit-Aldana J et al. 2012. Descomposición y liberación de nitrógeno y materia orgánica en hojas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Moringa oleifera* Lam. en un banco mixto de forraje. *Rev. Chapingo Serie Cie. Forest. Amb.* 18, 5-25.
- Rivera VR et al. 2013. Producción y tasa de descomposición de hojarasca en Acahual de selva caducifolia en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(20), 20-30.
- SAS Institute Inc. (2010) Base SAS® 9.2. Procedures Guide: Statistical Procedures, Third Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Segura-Rosel, A., Casanova-Lugo, F., Solorio-Sánchez, F., Chay-Canul, A.J. (2012). Association of woody species in fodder banks: influence on litter production, decomposition and nitrogen release. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 15: 1-8.
- Teklay T. 2007. Decomposition and nutrient release from pruning residues of two indigenous agroforestry species during the wet and dry seasons. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 77: 115–126.
- Xuluc-Tolosa FJ et al. 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *For. Ecol. Manag.* 174: 401–412.

Implementación de Sistemas de Alerta para Agricultura en Campeche

J.M. Soto Rocha*, J. Medina Méndez, M. Hernández Pérez

Resumen. En los países del primer mundo, en la década de los ochentas, inició el uso de las estaciones meteorológicas automatizadas “EMAs”, en la agricultura, con la finalidad de proveer de información agrometeorológica para fundamentar la toma de decisiones en las actividades agronómicas de los cultivos agrícolas. El conocimiento del clima proporciona al agricultor elementos que le permiten tomar decisiones con relación a la aplicación de agroquímicos mediante la detección temprana de condiciones que favorecen el desarrollo de insectos y enfermedades que afectan el rendimiento y la productividad de los cultivos. En este escrito el objetivo principal fue ejemplificar con dos modelos predictivos el uso y manejo de los sistemas de alerta en agricultura. Siendo estos el sistema de alerta para gusano cogollero y el sistema Melcast. El sistema de alerta para gusano cogollero está basado en el conocimiento del ciclo biológico del insecto y la predicción de este y sus etapas en función de las unidades calor acumuladas, en el monitoreo de los daños ocasionados por los diferentes instares larvarios en las plantas de maíz y en el trampeo de adultos machos mediante el uso de feromonas. En la Universidad de Purdue en USA, Latin en 2001, desarrollaron Melcast para guiar las aplicaciones de fungicidas en melón y sandía en el control de tizón de la hoja por alternaria, antracnosis y tizón gomoso del tallo. Los resultados indicaron que la sensibilidad de estos sistemas de alerta, permite la aplicación del manejo sitio específico, en el manejo y control del gusano cogollero del maíz con mayor eficiencia con ahorros en costos hasta un 60% y Melcast les ahorrará a los productores de sandía, en la mayoría de los años, dos o tres aplicaciones de fungicidas por temporada sin aumentar el riesgo de las enfermedades.

Palabras clave: estaciones meteorológicas, cogollero, Melcast.

¹INIFAP-Campo Experimental Edzná.

Autor para correspondencia: soto.jesus@inifap.gob.mx

Introducción

El conocimiento del clima proporciona al agricultor elementos que le permiten tomar decisiones con relación a la aplicación de agroquímicos mediante la detección temprana de condiciones que favorecen el desarrollo de insectos y enfermedades que afectan el rendimiento y la productividad de los cultivos, además de contribuir a reducir la carga de los agroquímicos en los recursos naturales. En varios países del mundo los sistemas de alerta biótica (insectos y enfermedades) han sido implementados mediante tecnologías de la información con la finalidad de generar información específica para la toma de decisiones de técnicos y agricultores a nivel del sector agrícola o del predio de los productores. Ejemplos de estos son (<http://uspest.org>; <http://www.ipmcenters.org>; <http://cdm.ipmpipe.org>; <http://entomology.tfrec.wsu.edu/das/>; <http://turfcaster.ceris.purdue.edu/melcast.php>; <http://www.cropmonitor.co.uk/>; <http://www.sopra.info/>; www.planteinfo.dk). En México algunos de los comités estatales de sanidad vegetal cuentan con estos sistemas, como es el caso en los estados de Guanajuato y Sonora (<http://www.siafeson.com/>; <http://www.siafeg.org.mx/>). El INIFAP en Zacatecas tiene a disposición el sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de zacatecas (<http://zacatecas.inifap.gob.mx/plaga/>).

En el cultivo de maíz se destacan los problemas de plagas y enfermedades, los cuales de no ser manejados adecuadamente pueden ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la producción. La plaga que más daño causa al cultivo del maíz es el gusano cogollero (*S. frugiperda*), que se puede tener un mejor control mediante la aplicación de un programa de manejo integrado. Esta plaga tiene la mayor incidencia en el cultivo de maíz en el área de Nohacal y Pocyaxum en el municipio de Campeche, requiriendo hasta cuatro aplicaciones de insecticidas para controlarlo, (Tucuch Cauich *et al.*, 2007, Soto Rocha *et al.*, 2014). En las siembras de maíz de otoño se observa mayor presión de la plaga, lo que se relaciona con la mayor abundancia relativa de adultos. La persistencia del cultivo de la sandía en Campeche desde la década de los setentas, le ha permitido mantener el acceso al mercado americano. Sin embargo, el reto más importante en la producción de sandía para el mercado local, nacional y de exportación es el control sanitario (SARH, 1985; Canales Cruz, 1988; USAID-RED. 2007). Aplicando fungicidas regularmente durante la estación de crecimiento se pueden evitar importantes pérdidas de producción por ataques de hongos patógenos (Maldonado I., Isaac y Aravena S., René. 2006). Esta práctica de aplicaciones sistemáticas puede ser efectiva, pero puede suponer también un uso excesivo de fungicidas y/o dejar desprotegido el cultivo en algunos momentos de la temporada. Esto se puede traducir en mayores costes económicos, en pérdida de producción y en mayor impacto ambiental. Para responder al reto de mantener protegido el cultivo de sandía durante

toda la temporada sin utilizar fungicidas en exceso, los investigadores Egel D. y Latin R., 2001 de la Universidad de Purdue del Estado de Indiana (Estados Unidos) han desarrollado el programa Melcast que permite a los productores ayudar en el control exclusivamente del tizón de la hoja por alternaria, tizón gomoso del tallo y antracnosis. Desde 1996, los productores del Estado de Indiana, utilizan Melcast para programar las aplicaciones de fungicidas, reduciendo el uso de fungicidas en un 10-20% sin aumentar el riesgo de las enfermedades. En Campeche, el programa Melcast fue validado en melón y sandía en el periodo de febrero a mayo del 2011 y en sandia en los periodos de noviembre del 2012 a marzo del 2013 y en el periodo de diciembre del 2014 a abril del 2015 (Egel and Latin, 2012; Soto Rocha *et al.*, 2013).

El objetivo principal de este escrito es ejemplificar con dos modelos predictivos el uso y manejo de los sistemas de alerta en agricultura.

Materiales y métodos

Sistema de alerta para gusano cogollero en maíz

Está basado en el conocimiento del ciclo biológico del insecto y la predicción de este y sus etapas en función de las unidades calor acumuladas (Cuadro 1) y en el monitoreo de los daños ocasionados por los diferentes instares larvarios en las plantas de maíz y en el trampeo de adultos machos, mediante el uso de feromonas con la finalidad de lograr un manejo sostenible en el agroecosistema de maíz en el estado de Campeche. Para estimar la duración del ciclo y el número de generaciones por año de gusano cogollero en seis municipios del estado de Campeche, en donde el cultivo de maíz tiene gran importancia social y económica, fueron utilizados los datos meteorológicos de 1990 a 2003 de la base de datos del ERIC III, IMTA 2006, para el cálculo de los días grados por año en el periodo del 15 de junio del año inicial al 14 de mayo del siguiente año. La forma más usada y simple para calcular los grados-día se basa en la suma de los subtotales diarios, producto de la diferencia entre la temperatura promedio diaria y la temperatura base (Tb), de acuerdo a lo siguiente:

$$GD = [(T_{max} - T_{min})/2] - T_b.$$

Dónde:

GD= grados días acumulados en un día.

T_{max}= Temperatura máxima diaria.

T_{min}= Temperatura mínima diaria.

T_b= Temperatura base (10.9 °C)

Cuadro 1. Requerimientos de unidades calor por etapas del ciclo biológico de gusano cogollero.

Etapa	UC/Etapa	UCA
Adulto-Preoviposición	24.4	24.4
Posturas de masas de huevos- Eclosión de larvas	46.7	71.1
Eclosión de larvas-Instar 1	53.9	125.0
Instar 1-Instar 2	42.6	167.6
Instar 2-Instar 3	38.2	205.8
Instar 3-Instar 4	38.6	244.4
Instar 5-Instar 6	44.8	289.2
Instar 6-Prepupa	58.9	348.1
Prepupa-Pupa	32.8	380.9
Pupa-Adulto	116.7	496.9

Fuente: Jaime Mena Covarrubias. CE-CALERA. CENTRO NORTE CENTRO, INIFAP, 2012.

Sistema de alerta Melcast en sandía

El sistema se basa en modelos que se desarrollaron a través de la investigación en instalaciones de ambiente controlado y se validaron con la investigación de campo, el modelo traduce los datos horarios de temperatura y la humedad de las hojas en valores del índice de ambiente favorable (EFI, “Environmental Favorability Index”. Las aplicaciones de fungicidas se aconsejan a intervalos definidos por el tiempo epidemiológico (valores EFI) y no por el tiempo cronológico (días o semanas). La programación de las aplicaciones de fungicidas en sandía se basa en la acumulación de 35 unidades del EFI. El uso de Melcast es simple. En lugar de aplicar fungicidas cada siete días siga estos pasos.

1. Hacer la pulverización inicial del fungicida en el momento, o antes, de que las guías de las plantas de sandía se toquen dentro de las camas.
2. Revisar el valor de EFI para el día en que se aplicó el fungicida.
3. Calcular el límite para la segunda pulverización agregando 35 (para la sandía) al valor de EFI en el paso 2.
4. Hacer la segunda aplicación del fungicida 14 días después de la primera o antes si el límite de EFI ya fue alcanzado.
5. Revisar los valores de EFI el día en que hace la segunda aplicación del fungicida y volver a calcular el límite para la próxima aplicación.

Para determinar el número de aplicaciones de fungicidas en sandía, fueron utilizados los datos meteorológicos históricos de cada 15 minutos de las EMAS establecidas en las localidades de Cayal y Nohacal en cinco fechas de trasplante teóricas de sandía (16Oct; 16Nov; 16Dic; 16Ene y 16Feb) en función del programa de alerta biótica Melcast para los años 2005-2006; 2006-2007 y 2007-2008. Tres aspectos fueron de suma importancia: (1) información Agronómica del cultivo de la sandía, (2) datos meteorológicos históricos de cada 15 minutos de las EMAS de Cayal y Nohacal de los años del 2005 al 2008 de los meses en que se realiza este cultivo, y (3) validación de la

sensibilidad del programa Melcast para la programación de la aplicación de fungicidas en el control de enfermedades.

Resultados y discusión

El número promedio de generaciones de gusano cogollero por año es de 9 para el municipio de Hopelchén, de 10 para los municipios de Calkiní, Hecelchakán y Champotón, para los municipios de Tenabo y Campeche es de 11. En la mayoría de los municipios, hay una tendencia mínima de incremento en el número de generaciones al comparar los valores medios de los periodos 1990-1997 versus 1998-2003, pero Tenabo y Calkiní, indican un leve decremento. En cuanto al número de días requeridos del primer instar al tercer instar de las larvas del gusano cogollero, periodo de tiempo más apropiado para el control químico del insecto por su susceptibilidad a la mayoría de los insecticidas disponibles en el mercado, el municipio de Campeche reporta menos de cinco días y en los demás es de seis días, lapso en el cual debe realizarse el control químico de esta plaga del cultivo de maíz para maximizar la eficiencia de control del gusano cogollero.

La sensibilidad del modelo Melcast permitió detectar diferencias entre localidades, años y fechas de trasplante en cuanto al número de aplicaciones de fungicidas por ciclo ontogénico del cultivo y la cantidad de EFI acumulados durante el ciclo del cultivo. Para la primera fecha de trasplante considerando los tres ciclos de cultivo (16oct2005-23ene2006 “ciclo ontogénico del cultivo”; 16oct2006-23ene2007 y 16oct2007-23ene2008) el número total de aplicaciones en ambas localidades es de 40 y el EFI acumulado promedio es de 447.5 unidades. En cambio, para la quinta fecha de trasplante considerando los tres ciclos de cultivo (16feb2006-25may2006; 16feb2007-25may2007 y 16feb2008-25may2008), el número total de aplicaciones en ambas localidades es de 25 y el EFI acumulado promedio es de 222.5 unidades. El número promedio aplicaciones de fungicidas necesarias para las cinco fechas de trasplante es de 14, 12, 10, 9 y 8 de la primera fecha a la última, lo cual da elementos para la aplicación del manejo sitio específico en el control de las enfermedades en el cultivo de la sandía en esta zona del estado de Campeche. Los rangos de lluvia acumulada en el ciclo de cultivo indican valores por arriba de 200 mm/ciclo para la primera, segunda y última fecha de trasplante en la localidad de Nohacal, en cambio Cayal solo en la primera fecha.

Conclusiones

1. Dos municipios Campeche y Tenabo reportan el mayor número posible de generaciones por año de gusano cogollero, con 11.69 y 11.23 respectivamente, en Hopelchén se tiene el mínimo con 9.38.
2. Solo Campeche reporta menos de seis días, del intervalo de primer a tercer instar de los gusanos cogollero para realizar una aplicación de control químico eficiente, ya que en este periodo las larvas de gusano cogollero son más susceptibles a la mayoría de los insecticidas recomendados para el control del insecto y por no estar todavía protegido en el cogollo.
3. Los datos del EFI acumulado muestran una gran diferencia entre las fechas de trasplante analizadas, la tendencia es una disminución sistemática entre la primera y la última fecha de trasplante.
4. La sensibilidad del modelo permite detectar diferencias entre localidades, lo cual implica la necesidad de un manejo sitio específico (agricultura de precisión) de los aspectos biótico de enfermedades en el cultivo de la sandía y de otros aspectos como el manejo del agua (riego), la nutrición y la diferenciación de agroecosistemas con distinto potencial de rendimiento en base a suelo y clima.

Referencias

- Canales Cruz R. 1988. Guía para producir sandia bajo riego por goteo. SAGAR-INIFAP.CIRSURESTE.CEEDZNA. Campeche, Campeche, México. 36 p.
- Egel D, Latin R. 2012. El control de las enfermedades foliares usando Melcast. BP-67-S-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 4 p.
- Latin R, Egel D. 2001. Melcast. Melon disease forecaster. BP-84-W. Purdue University. Purdue extension. West Lafayette, IN, USA. 8 p.
- Maldonado II, Aravena SR. 2006. Redes de estaciones meteorológicas automáticas y sus aplicaciones productivas. Boletín INIA # 145. Ministerio de agricultura. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro regional de investigación Quilamapu. Chillan, Chile. 378p.
- Ramírez CNY et al. 2012. Sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de Zacatecas. Folleto técnico No. 44. INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, México, 46 p.
- SARH. 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo agrícola experimental Campeche. INIA-CIAPY-CAECAMPECHE. Campeche, Campeche, México. 138 p.
- Soto Rocha et al. 2013. Evaluación de Melcast en sandía y melón en el estado de Campeche. Memoria del II Simposio internacional en producción agroalimentaria tropical y XXV Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Tabasco 2013, 5 y 6 de septiembre, Villahermosa, Tabasco, México. Pp. 106-115.
- Soto RJM et al. 2014. Pérdidas del rendimiento de grano de maíz por daño de gusano cogollero en el estado de Campeche, México. Resumen en memoria de la Reuniones Nacionales de

- Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola-Pesquera. Yucatán 2014. Mérida, Yucatán, México. 288 p.
- Soto RJM et al. 2014. Modelación de la aplicación de fungicidas utilizando el programa melcast en el cultivo de la sandía en la zona centro del estado de Campeche, México. XXVI Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2014 y III Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. Villahermosa, Tabasco. Pp. 43-50.
- Soto RJM et al. 2015. Número de generaciones de gusano cogollero del maíz en base a la acumulación de grados días en seis municipios del estado de Campeche. XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015 y IV Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. Villahermosa, Tabasco. Pág. 120-125.
- Tucuch CM, et al. 2007. Manual para la producción de maíz para grano en suelos mecanizados del estado de Campeche. Libro técnico. INIFAP-CIRSE-CEEDZNA. Campeche, Campeche, México. 90p.
- USAID-RED. 2007. Manual para la producción de sandía. Programa de diversificación económica rural. La Lima, Cortez, honduras. 42 p.

Evaluación Agronómica de Variedades e Híbridos de Higuierilla en un Suelo Luvisol Ródico de Yucatán, México

J.A. Basulto-Graniel*, J.A. Gamboa, E. Reyes-Chávez

Resumen. Para México una especie agrícola con potencial energético y renovable, ya que reúne la mayor ventaja agronómica, se adapta a zonas marginales, tiene bajos requerimientos de agua, presenta una disposición de riqueza genética para selección de variedades y que no compite con la alimentación humana, es la Higuierilla (*Ricinus communis* L.). El aceite de ricino es ampliamente utilizado por sus propiedades lubricantes y fines medicinales; también se propone como una fuente potencial de biodiesel. Por lo que es necesario desarrollar tecnologías que den bienestar a las familias rurales, y cuidado al medio ambiente a través de la producción de energía que no contamine. Actualmente en el país se produce en muy poca superficie, lo que hace que se tenga que importar grandes cantidades de aceite para los diferentes usos en la industria, lo que representa una fuga de divisas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de variedades e híbridos de Higuierilla en un suelo Luvisol ródico del estado de Yucatán. El experimento se estableció en el Sitio Experimental Uxmal, bajo temporal. Se utilizó un diseño experimental de Bloques al azar, con cuatro repeticiones. Siendo los tratamientos ocho materiales de Higuierilla, el K-93, K-855, Guanajuato-Oil, Caloro, INIFAP C-1, INIFAP C-10, INIFAP C-19 e INIFAP C-234. La siembra se realizó el 4 de julio de 2014. Sobresalieron los materiales K-855 y K-93 con rendimientos de 1965 y 1761 kg ha⁻¹ de semilla respectivamente, y una longitud del primer racimo con valores de 44 y 43 cm, respectivamente.

Palabras clave: Higuierilla, Luvisol ródico, rendimiento, semilla.

Introducción

Actualmente para México una especie agrícola con potencial energético y renovable, que reúne la mayor ventaja agronómica (adaptación a zonas marginales, bajos requerimientos de agua, disposición de riqueza genética para selección de variedades) y que no compiten con la alimentación humana es la Higuierilla *Ricinus communis* L. de acuerdo con. DOVE, (2006), González *et al.* (2010), Rico *et al.* (2011).

Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México.

*Autor para la correspondencia

Al ser una especie vegetal se desarrollará una tecnología que dará alternativas para proporcionar bienestar a las familias rurales, y cuidado al medio ambiente a través de la producción de energía que no contamina, además que esta especie tiene muchos usos en cuanto al aceite y subproductos de uso como combustibles (pellets y bricks) y para la alimentación animal según Mejía (2000), Goodarzi *et al.* (2012).

Actualmente en el país se produce en muy poca superficie, lo que hace que se tenga que comprar grandes cantidades de aceite para los diferentes usos en la industria, por lo que es una fuga importante de divisas como mencionaron FAOSTAT (2010), Rico *et al.* (2011). En México se necesita desarrollar y validar variedades e híbridos de alto rendimiento de semilla y aceite adaptadas a las diversas condiciones del país. Asimismo, los genotipos requieren de tecnología adecuada para la expresión de su potencial, por lo que es necesario establecer un sistema de cultivo o “paquete tecnológico” idóneo, con énfasis en ciclo anual, alta densidad de siembra y cosecha mecanizada y el desarrollo de subproductos de acuerdo con Zamarripa *et al.* (2009).

Sin embargo, al ser esta una especie semidomesticada, no se ha desarrollado en gran medida su mejora, a la fecha, solo se cuenta con una variedad para la zona de Guanajuato (zona templada del País), y no se cuenta con una variedad estable adaptada a las regiones productoras; así también no se cuenta con un paquete tecnológico. Por tal motivo, es necesario trabajar en ciertas áreas del cultivo como es mejoramiento genético, prácticas de manejo de cultivo, mecanización del cultivo, beneficio y subproductos, y validación para su adopción, así como aspectos de competitividad, rentabilidad y sustentabilidad, del sistema producto emergente como sugieren Zamarripa y Díaz (2008), Rico *et al.* (2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de variedades e híbridos de Higuerilla en un suelo Luvisol ródico del estado de Yucatán.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en el Sitio Experimental Uxmal, ubicado en el sur del estado a 72 km de Mérida, en un tipo de suelo Luvisol ródico con clima AW₀. Ubicado en las coordenadas con Latitud Norte: 20° 24' 04'' y una Longitud Oeste: 89° 45' 04''. Con una altitud de 41 msnm, una temperatura media anual de 24.2 °C, con Humedad relativa promedio: de mayo a octubre 78% y de noviembre a abril 73% y una precipitación media anual de 1139 mm.

Se empleó un diseño experimental de Bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos que se evaluaron fueron ocho genotipos de Higuerilla, los cuales son **T1**. K-93, **T2**. K-855, **T3**. Guanajuato-Oil, **T4**. Caloro, **T5**. INIFAP C-1, **T6**. INIFAP C-10, **T7**. INIFAP C-19 y **T8**. INIFAP C-234. La parcela experimental consto de 3 hileras

con un total de 18 plantas (6 plantas/ hilera), y la parcela útil fue de cuatro plantas en competencia completa.

La siembra del experimento se realizó el 4 de julio de 2014; se empleó una distancia de siembra de 1.5 m entre hileras y entre plantas. Se sembraron tres semillas por golpe, para posteriormente dejar una sola planta. Se aplicó la fórmula de fertilización 60-46-00, aplicando la mitad de nitrógeno y todo el fosforo a la siembra y el resto del nitrógeno a los 45 días de la siembra. Para el control de maleza se realizó una aplicación de herbicida antes de la siembra, y posteriormente durante el desarrollo del experimento según se requirió.

Las variables que se evaluaron fueron 1. Fecha de inicio de floración; 2. Fecha de término de floración; 3. Días a madurez fisiológica; 4. Fecha de madurez de cosecha; 5. Rendimiento de grano; 6. Porcentaje de semilla descascarada; 7. Índice de semillas; 8. Promedio del número de racimos por planta a los 3, 4 y 5 meses; 9. Promedio de longitud del primer racimo; 10. Promedio de la altura de las plantas a los 3, 4 y 5 meses.

Resultados y discusión

Inicio de floración

En el cuadro 1. Se presentan los días a inicio de floración de los 8 materiales de Higuierilla Evaluados. Se observó que el material que inicio su floración más temprana es el tratamiento 1 el cual le corresponde al K93, y el más tardío el tratamiento 6 que es el INIFAP C-10.

Cuadro 1. Inicio de floración de ocho materiales de Higuierilla

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Días a inicio de Floración	41	47	45	49	48	52	51	44
Fecha	14 agosto	20 agosto	18 agosto	24 agosto	21 agosto	25 agosto	24 agosto	17 agosto

Altura de planta, diámetro basal, número de ramas, número de racimos florales y número de racimos de frutos

En el Cuadro 2 se presentan las medias de las variables altura de planta, diámetro basal, número de ramas, número de racimos florales y número de racimos de frutos; de ocho materiales de Higuerilla, tomados el 20 de diciembre de 2014.

El tratamiento 5 en altura de planta presentó el valor más alto con 4.19 m, el cual fue significativamente diferente ($P<0.05$) a los tratamientos 1, 2, 3, 8 y 4 cuyos valores van de 3.44 a 1.54 m.

En la variable diámetro basal sobresalió de nuevo el tratamiento 5 con un valor de 7.68 cm, el cual fue significativamente diferente ($P<0.05$) a los tratamientos al 6, 2, 1, 8, 3 y 4 fluctuando sus valores entre 5.72 3.13 cm.

El mayor número de ramas lo presentó el tratamiento 8 con 28.63 ramas, el cual fue significativamente diferente ($P<0.05$) a los tratamientos 4, 5 y 6 con valores de 18.50, 16.38 y 14.83 ramas en el mismo orden.

Para número de racimos florales no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$), encontrándose los valores de los tratamientos entre 4.40 y 7.63 racimos.

En número de racimos de frutos el tratamiento 8 presentó el valor más alto con 28.75 racimos, el cual fue significativamente diferente ($P<0.05$) a los tratamientos 2, 4, 1, 7, 6 y 5, cuyos valores fueron 17.00, 16.38, 15.44, 11.88, 9.83 y 2.50 respectivamente.

Cuadro 2. Medias de altura de planta, diámetro basal, número de ramas, número de racimos florales y número de racimos de fruto para ocho materiales de Higuerilla, tomados el 20 de diciembre de 2014.

Trat	Altura Planta (m)	Trat.	Diámetro Basal (cm)	Trat	Número Ramas	Trat.	Número Racimos florales	Trat.	Número Racimos frutos
T5	4.19 a	T5	7.68 a	T8	28.63 a	T7	7.63	T8	28.75 a
T7	3.47 ab	T7	6.71 ab	T3	22.75 ab	T4	7.25	T3	22.87 ab
T6	3.47 ab	T6	5.72 bc	T2	22.50 ab	T6	6.00	T2	17.00 bc
T1	3.44 b	T2	5.37 cd	T7	20.88 ab	T5	5.75	T4	16.38 bc
T2	3.07 bc	T1	4.98 cde	T1	18.88 ab	T8	5.50	T1	15.44 bc
T3	2.67 c	T8	4.66 de	T4	18.50 b	T3	5.00	T7	11.88 cd
T8	2.56 c	T3	4.16 ef	T5	16.38 b	T2	4.50	T6	9.83 cd
T4	1.54 d	T4	3.13 f	T6	14.83 b	T1	4.40	T5	2.50 d

Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

Rendimiento de semilla, porcentaje de semilla descascarada y longitud del primer racimo

En el Cuadro 3 se presentan las medias de medias de rendimiento de semilla, porcentaje de semilla descascarada y longitud del primer racimo, de ocho materiales de Higuierilla, para el primer ciclo de cultivo bajo temporal del año 2014.

Se puede observar que para el rendimiento de semilla destacaron los tratamientos 2. K-855 y 1. K-93 con 1965.40 y 1761 kg ha⁻¹ de semilla respectivamente, siendo significativamente diferente ($P<0.05$) al tratamiento 5. C-1, con valor de 404.40 kg ha⁻¹ de semilla.

En porcentaje de semilla descascarada el valor más alto lo presentó el tratamiento 1. K-93 con 72.32% siendo significativamente diferentes ($P<0.05$) al tratamiento 7. C-19, con valor de 54.14%.

Los valores más alto de longitud del primer racimo lo presentaron los materiales K-93 y K-855 con valores de 44.13 y 42.67 cm

Cuadro 3. Medias de rendimiento de semilla, porcentaje de semilla descascarada y longitud del primer racimo, de ocho materiales de Higuierilla.

Tratamiento	Rendimiento Semilla (kg ha ⁻¹)	Tratamiento	% de semilla descascarada	Tratamiento	Longitud 1 ^{er} racimo (cm)
2. K-855	1965.40 a	1. K-93	72.32 a	1. K-93	44.13 a
1. K-93	1761.60 a	8. C-234	65.04 ab	2. K-855	42.67 a
6. C-10	1577.50 ab	4. Caloro	64.82 ab	7. C-19	42.33 ab
7. C-19	1488.80 ab	3. G. oil	64.13 ab	3. G. oil	35.00 abc
8. C-234	999.70 ab	2. K-855	62.94 abc	6. C-10	33.83 abc
4. Caloro	913.90 ab	6. C-10	58.42 bc	4. Caloro	31.38 bc
3. G. Oil	801.20 ab	5. C-1	57.28 bc	5. C-1	30.50 c
5. C-1	404.40 b	7. C-19	54.14 c	8. C-234	28.50 c

Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

Conclusiones

El material que inicio su floración más temprana fue el tratamiento 1 el cual le corresponde al K93, y el más tardío el tratamiento 6 que es el INIFAP C-10.

Para el ciclo de temporal del año 2014 sobresalieron los materiales K-855 y K-93 con rendimientos de 1965.40 y 1761.60 kg ha⁻¹ de semilla respectivamente.

Referencias

- DOVE. 2006. Castor bean *ricinus communis* an international botanical answer to biodiesel production & renewable energy. DOVE BIOTECH LTD. 26 p.
- FAOSTAT. 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Estadísticas.
<http://faostat.fao.org>. Fecha de consulta 23/10/2010.
- González Ávila A et al. 2010. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Jalisco. Folleto Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
- Goodarzi F et al. 2012. Study on genetic variation in Iranian castor bean (*Ricinus communis* L.) accessions using multivariate statistical techniques. Journal of Medicinal Plants Research. 6(7):1160-1167
- Mejía SI. 2000. Generalidades. La higuierilla. www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm. Fecha de consulta 01/08/2010
- Rico PH et al. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 1. INIFAP CIRPAC Campo Experimental Valle de Apatzingán.
- Zamarripa CA, Días PG. 2008. Áreas de potencial productivo de la higuierilla *Ricinus communis* L. como especie de interés bioenergético en México. Oleaginosas en cadena. Boletín No. 16 México, D. F.
- Zamarripa CA et al. 2009. Biocombustibles: Perspectivas de producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* L. en el trópico de México. Folleto Técnico No. 12 INIFAP. Chiapas, México. P. 8.

Sobrevivencia y Rendimiento de Fruto en 21 Colectas de Limón Persa

J. Medina Méndez¹, E. Loeza Kuk², J.M. Soto Rocha^{1*}

Resumen. El limón persa es de gran importancia entre los productores del sector social que tienen pequeñas áreas de riego en el estado de Campeche; éste, conjuntamente con el mango, la naranja, marañón, chicozapote, mandarina, toronja, plátano, pepino, calabaza, algunas flores, y el maíz, complementa el ingreso mensual de gran parte de estos productores. La superficie sembrada con limón en Campeche es de aproximadamente 1500 hectáreas, de las cuales cerca del 90% está en producción, y tiene un rendimiento medio de 8.0 toneladas. Los problemas más importantes que le aquejan son el bajo rendimiento debido a enfermedades y plagas. Atendiendo a lo anterior, de 2010 a 2011 se efectuaron recorridos por huertos y traspatios de las zonas urbanas de la Península de Yucatán, que llevaron a identificar y seleccionar 21 plantas de limón persa, con edades de 12 hasta 25 años aproximadamente, sobresalientes en rendimiento y sanidad. Cada planta fue considerada como un ecotipo, y una muestra de material vegetativo de ellas se injertó sobre Naranja agrio y Limón Volkameriano, para establecer un huerto de aproximadamente dos hectáreas, con una densidad de 556 plantas. La siembra fue de finales de 2012 a inicio de 2013. Se aplicó riego, fertilización, control de maleza y las ramas improproductivas fueron podadas esporádicamente. A cinco años de su siembra se realizó una evaluación con el objetivo de determinar el efecto de factores como la variedad y el portainjerto, sobre las variables sobrevivencia de la población y rendimiento de fruto. La mayor sobrevivencia se registró en el naranjo agrio con una media de 94%, siendo el limón Volkameriano el más bajo, con 62%. Asimismo, entre las variedades hubo siete que cuya sobrevivencia fue 83-97%. En el rendimiento, el Limón volkameriano fue el mejor, con una media de 5214 kg ha⁻¹, contra 2676 kg ha⁻¹, que presentó el Naranjo agrio. En las variedades no hubo diferencia en el rendimiento ($p=0.05$) analizando en forma conjunta o separada ambos portainjertos.

Palabras clave: Limón persa, portainjertos, sobrevivencia, rendimiento.

¹INIFAP, Campo Experimental Edzná.

²INIFAP, Campo Experimental Mocochá.

*Autor para correspondencia: soto.jesus@inifap.gob.mx

Introducción

Actualmente el limón persa es un cultivo de gran importancia entre los productores del sector social que cuentan con pequeñas áreas de riego en el estado de Campeche. Este agroecosistema se caracteriza porque la superficie sembrada se encuentra en su mayor parte en manos de productores ejidatarios, ubicados en huertos mixtos con diferentes especies como la naranja, toronja, mandarina, mango, chicozapote, marañón, calabaza, pepino, diversas flores y maíz, y pequeños huertos compactos que van de 0.5 a 3.0 hectáreas de limón; esta superficie en total, se aproxima 1500 hectáreas, de las cuales cerca del 90% se encuentran en producción, con un rendimiento promedio de 8.0 toneladas por hectárea (SIAP, 2016). Uno de los problemas que enfrentan los productores es el bajo rendimiento. De acuerdo con la información recabada mediante recorridos de campo, y la aplicación de encuestas a los productores, el sistema de producción se caracteriza por una escasa aplicación de insumos, sobre todo fertilizantes, falta de aplicación de podas, desconocimiento de las plagas y enfermedades y cómo combatirlas, y un manejo no óptimo de la maleza, factores que sin duda influyen en el rendimiento. Por estos motivos, se han realizado algunos trabajos de transferencia de tecnología (Medina *et al.*, 2011), los cuales dieron como resultado incrementos de rendimiento, llegándose a valores medios de 17 toneladas por hectárea. A la par se efectuaron recorridos de campo por huertos y solares urbanos de diversas localidades citrícolas de la Península de Yucatán, en los cuales se identificaron y seleccionaron plantas de limón Persa de diferentes edades, que a juicio de los productores habían presentado buen comportamiento en rendimiento; la conjunción del criterio del productor, con el criterio técnico indicó que dichas plantas poseían también una sanidad y vigor aceptable y fueron considerados como plantas sobresalientes, aptas para iniciar programas de investigación (Sandoval, 2011). El origen del uso de patrones en la citricultura mundial fue sobre todo la afectación de la producción por las enfermedades; en sus inicios solo se sembraban plantas provenientes de semilla, siendo el *Poncirus trifoliata* la primera especie injertada. Una cualidad de los patrones es su compatibilidad con el injerto, influyendo de esta manera en el vigor del árbol y su rendimiento, así como la tolerancia a enfermedades. La incompatibilidad puede manifestarse en muerte de árboles o una baja productividad debida a diferentes desórdenes en su desarrollo; cuando la incompatibilidad frena el desarrollo de la planta y produce árboles de tamaño pequeño, éstos pueden ser aprovechados para establecer huertos de alta densidad e incrementar los rendimientos. Los portainjertos más utilizados en la citricultura de Campeche, Yucatán y Quintana Roo son el Limón Volkameriano, en huertos que fueron plantados a partir del año 2000, en tanto que aquellos huertos que fueron plantados antes de este año, por lo general tuvieron a la Naranja agria como portainjerto. El limón Volkameriano es muy utilizado como

portainjerto en varias partes del mundo por su tolerancia al virus de la tristeza de los cítricos y su alta productividad. Este patrón produce árboles grandes y vigorosos, que entran rápido en producción y poseen alto rendimiento; sin embargo, algunas desventajas de éste portainjerto son la susceptibilidad a *Phytophthora* su baja tolerancia a viroides como el de la Xiloporosis y la Exocortis, aunque sus frutos poseen cierta resistencia a los daños físicos ocasionados por el manejo postcosecha (Valbuena, 1996 y Cruz, 2000). La Naranja agria, conocida en maya como suuts' pak'aal (Conrad, 2014), basa su éxito como portainjerto merced a la tolerancia al patógeno *Phytophthora* sp., causante de la “podredumbre del pie” o “gomosis” de los cítricos, así como por su poder de adaptación a suelos calizos, aunque es susceptible al ataque de nematodos del suelo y al virus de la “Tristeza” de los cítricos (Curti et al., 2000); pese a todo lo anterior, más del 95% de la superficie cultivada con cítricos en México se halla injertada sobre Naranja agrio (Cruz, 2000). Entre todo este contexto, se desarrolló la presente investigación, que tuvo como objetivo determinar el efecto de factores como la variedad y el portainjerto sobre las variables rendimiento de fruto y sobrevivencia de la población.

Materiales y métodos

Localidad de estudio

El huerto donde se realizaron las evaluaciones se halla en terrenos de la Fundación Produce Campeche A.C., aledaños al ejido Cayal, Municipio de Campeche. Su ubicación geográfica es 19°45'11.21" N y 90°09'36.83" O, a 33 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_1), con precipitación media anual de 800 a 1200 mm y temperatura promedio anual de 26.2 °C. El tipo de suelo fue un *Luvisol* férrico (FAO/UNESCO, 1970).

Estructura del huerto

Se contó con una superficie aproximada de 2.0 ha, que se dividió en dos porciones, una para el portainjerto Naranja agrio y otra para el Limón Volkameriano. El arreglo de la plantación fue un rectángulo de 5.40 m x 3.33 m, entre filas y plantas, respectivamente, para una densidad aproximada de 556 plantas por hectárea.

Diseño experimental

Para la distribución en campo, se utilizó un Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron 21 ecotipos de limón persa sobresalientes en sanidad y rendimiento de fruto, identificados en huertos comerciales y huertos de traspatio de la Península de Yucatán. A dichas plantas se les extrajo una muestra de

material vegetativo que se injertó sobre cada uno de los portainjertos mencionados. La parcela experimental en cada repetición constó de seis plantas.

Establecimiento y manejo del huerto

La siembra fue de julio 2012 a enero 2013. Se fertilizó a la siembra por igual, combatiendo la maleza de manera manual y mecánica con tractor, y químicamente con herbicidas, teniendo como guía el manual de manejo del limón persa (Curti *et al.*, 2000). No se aplicaron tratamientos para control de enfermedades y plagas. La poda de ramas improductivas denominadas chupones se aplicó esporádicamente. El riego fue por micro aspersión, con un aspersor por árbol, generalmente en los meses de diciembre a marzo.

Variables de evaluación

Las variables fueron el porcentaje de sobrevivencia de plantas y el rendimiento de fruto proveniente de las floraciones de enero-agosto. Las evaluaciones se desarrollaron entre junio y octubre de 2018. La sobrevivencia se determinó evaluando el aspecto, vigor y sanidad de la población, mediante una escala arbitraria de 1 a 6. Donde 1 y 2= plantas muertas en los primeros tres años de edad del huerto, 3= solo el portainjeto se encontraba vivo, 4= plantas con daño leve en el follaje, 5 = plantas con daño moderado en el follaje y 6= plantas con daño severo en el follaje. Para la evaluación del rendimiento se contó el número de frutos presentes en 1/8 de la copa del árbol en las seis plantas de la parcela, así se obtuvo un promedio de frutos por árbol, que se transformó finalmente a kilogramos de fruto por hectárea. Debido a que el material vegetativo provino directamente de campo y han estado expuestos a eventos de infección, fue necesario determinar su condición sanitaria para presencia del virus tristeza de los cítricos (CTV) y del viroide de la exocortis. Para ello se extrajo RNA, detectándose estos patógenos mediante PCR en tiempo real con el fluroforo SYBRgreen en un RotorGen.

Análisis estadístico

Sobrevivencia y rendimiento se analizaron mediante un diseño de Parcelas Divididas con tres repeticiones. La parcela grande del diseño fueron los portainjertos y la parcela chica fueron las 21 ecotipos de limón persa. Un segundo análisis fue el de Bloques al Azar con 21 tratamientos, el cual se realizó sobre ambas variables en cada portainjerto por separado. La prueba de medias utilizada fue la LSD de Fisher (Alfa = 0.10).

Resultados y discusión

El comportamiento en términos de supervivencia y rendimiento de 21 ecotipos establecidos en Campeche fue evaluado a los cinco años de establecimiento. El diseño de Parcelas divididas permitió determinar que hubo diferencias altamente significativas entre los patrones o portainjertos, tanto en supervivencia de plantas como en el rendimiento de fruto. Asimismo, entre las variedades hubo diferencias altamente significativas en la supervivencia (Cuadro 1). La interacción Patrón*Variedad registró significancia alta en cuanto a la supervivencia, mientras que en el rendimiento no fue significativa. Por lo anterior se realizó la prueba de comparación de medias, por la DMS de Duncan ($p=0.05$) para la supervivencia y la LSD de Fisher ($\text{Alfa}=0.10$) para el rendimiento. Los resultados indicaron que el Naranja agrio fue mejor portainjerto pues en él sobrevivió un 94% de las plantas que componían la población del huerto, comparado con el limón Volkameriano en el que sobrevivió el 62%. En cuanto a rendimiento, el limón Volkameriano registró una media de 5214 kg ha^{-1} , siendo mejor que el Naranja agrio, cuya media fue de 2676 kg ha^{-1} . En los ecotipos, o variedades, la prueba de medias aplicada a la supervivencia señaló que siete de ellas conformaron el grupo estadístico “a” (de más alta supervivencia), que tuvo un promedio de 83- 97%, siendo estas las identificadas como 14, 17, 19, 8, 11, 10 y 15. En cuanto a supervivencia, la interacción Patrón*ecotipo, indicó que las variedades 8, 19, 12, 16, 17 y 3 sobrevivieron mejor sobre Naranja Agrio, en tanto que a la variedad 15 le fue más favorable el limón Volkameriano, donde al igual que las anteriores también obtuvo 100% de supervivencia. Por otra parte, la prueba de medias aplicada al rendimiento indicó que ocho de las 21 variedades formaron parte del grupo estadístico “a” (de más alto rendimiento), que tuvo un promedio de 4078 a 6081 kg ha^{-1} , siendo éstas las variedades 17, 16, 5, 11, 2, 4, 6.

Cuadro 1. Análisis de varianza conjunto de la supervivencia y rendimiento de fruto.

F.V.	Gl	CM (% de supervivencia)	CM (rend de fruto)
Bloque	2	379 n.s.	51095906 **
Patron	1	32160 **	202920714 **
Variedad	20	610 **	5445345 n.s.
Bloque*patrón	2	436 n.s.	2699251 n.s.
Patrón*variedad	20	616 **	7247739 n.s.

n.s.= no significativa. *= diferencia significativa ($p=0.05$) **= diferencia altamente significativa ($p=0.01$).

Los análisis de varianza realizados al porcentaje de supervivencia y el rendimiento de fruto de las variedades en cada portainjerto indicaron la existencia de diferencias significativas en la supervivencia, más no en rendimiento de fruto, corroborando el contenido del Cuadro 1, y dando pie a realizar un análisis para comparar las medias de

rendimiento de fruto buscando encontrar algunas tendencias de agrupación entre las variedades. Finalmente se utilizó la prueba de LSD de Fisher (Alfa= 0.10), la cual señaló que en el caso del Naranja agrio hubo 10 variedades sobresalientes, con un rango bastante amplio de rendimiento, de 2744 a 4917 kg ha⁻¹ de las cuales cinco se descartaron por su sobrevivencia menor al promedio experimental. En el caso del limón Volkameriano, se registraron 13 variedades sobresalientes, con un rango de 4874 a 8605 kg ha⁻¹, de las cuales siete se descartaron por motivo de su baja sobrevivencia y promedio de rendimiento (Cuadro 2), entre las cuales sobresale la colecta número 17, que no acusó presencia de VTC ni Exocortis.

Cuadro 2. Medias de sobrevivencia y rendimiento de los ecotipos en cada portainjerto.

-----Naranja Agrio-----			-----Limón Volkameriano-----		
Variedad (No.)	Sobrev. (%)	Rend. (kg ha ⁻¹)	Variedad (No.)	Sobrev. (%)	Rend. (kg ha ⁻¹)
4	94	4917	17	67	8605
2	94	4149	5	72	7837
17	100	3556	10	94	6981
12	100	2898	11	89	5993
16	100	2766	15	100	5883
Media exp.	94	2676	Media exp.	62	5214

*Inferior a la media del experimento.

Conclusiones

Cinco años después de haberse iniciado el estudio, los resultados indicaron que el Naranja agrio proporciona una mejor sanidad a las plantas, y estas sobreviven por más tiempo sin importar la condición sanitaria inicial. No obstante, el limón Volkameriano, aunque presentó menor capacidad de sobrevivencia indujo en las variedades un rendimiento más alto por árbol. Dado que el rendimiento y la sobrevivencia parecen estar correlacionados en forma inversa, se deberán seleccionar las variedades que, aunque su rendimiento no sea el más alto, tengan mayor propensión a sobrevivir, es decir que sean más sanas, dado que esto permitirá el uso de menor cantidad de plaguicidas para mantener un rendimiento aceptable y a la vez un ambiente más limpio. Asimismo, de acuerdo con el análisis de sanidad, es importante notar que aún cuando hay presencia de patógenos en la mayor parte de los ecotipos, esto presentaron un rendimiento aceptable, el cual se deberá de acrecentar en los materiales seleccionados cuando sean sujetos a los métodos de saneamiento por termoterapia y microinjerto.

Referencias

- Curti-Díaz SA et al. 2000. Tecnología para producir limón Persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Num. 8. México, 144 p.
- Conrad J. 2014. 101 árboles de Yucatán. Naranja Agrio. En internet https://mx.search.yahoo.com/search;_Naranja+agria+101+%C3%A1rboles+de+Yucat%C3%A1n&fr2=sb-top&fr=yfp-t&fp=1. 17 de julio 2018.
- Cruz HMA. 2000. Efecto de patrones de cítricos tolerantes al virus tristeza de los cítricos en el contenido nutrimental en Naranja Valencia (citrus sinensis. Osbeck). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México. 87 p.
- FAO/UNESCO (Food and Agricultural Organization of United Nations). 1970. Clave de unidades de suelos del Mundo. Secretaría de Recursos Hidraulicos. Mexico D.F.
- Medina MJ, Gómez-Tejero J, Pat-Fernández JM, Santiago-Cruz M, Cano-González A. 2011. Transferencia de tecnología y su impacto en el rendimiento del limón persa en Campeche. En: Memoria de la VI Reunión Nacional de Investigación Agrícola. León Guanajuato, Méx. P 322.
- Sandoval RJA. 2011. Caracterización agronómica de seis colectas de limón persa promisorias para la región citrícola de Veracruz. Tercer encuentro internacional de Investigación en cítricos. Financiera Rural. Veracruz, México. En internet. http://www.concitver.com/3erEIIC2011/Jueves_22_sep.pdf 17 de julio 2018.
- Valbuena M. 1996. Evaluación del limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.) y mandarina Cleopatra (*Citrus reshi* Hort.) como patrones de la lima Persa (*Citms latifolia* Tam.) en la cuenca media del río Guasare, Sierra de Perijá. Estado Zulia. Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 1996'13: 139

Impacto de las Enfermedades en el Rendimiento de Genotipos de Maíz

J.M. Soto-Rocha*, J. Medina-Méndez, M. Hernández-Pérez

Resumen. El maíz en los ambientes tropicales es atacado por un gran número de patógenos que causan importantes daños económicos a su producción. Existen diferentes y variados factores de estrés que pueden afectar negativamente al maíz en sus etapas críticas, tales como enfermedades, sequías, ataques de insectos, etc. Las enfermedades alteran el desarrollo normal de la planta, trayendo como consecuencia pérdidas en el rendimiento. Históricamente las enfermedades y su dinámica han sido limitantes de la productividad agrícola en Campeche, y el Campo Experimental Edzna, desde hace 44 años, ha tenido destacadas aportaciones a la patología vegetal de la región. Las investigaciones han contribuido al conocimiento sobre el diagnóstico, identificación y el manejo de las principales enfermedades en los cultivos estacionales de arroz, soya, maíz, sorgo, calabaza chigua y frijol. El control más barato, viable y que no causa daños al medio ambiente contra casi cualquier patógeno, es a través de la resistencia genética de la planta hospedante, es decir, mediante el mejoramiento genético y utilización de genotipos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la severidad e incidencia de las principales enfermedades del maíz y su efecto en el rendimiento de los híbridos comerciales de maíz utilizados por los productores. Los resultados indican un amplio portafolio de híbridos de maíz disponibles para los productores de este cereal con buen potencial de rendimiento y tolerancia o resistencia a *curvularia*, a los tizones foliares por *maydis* y *turcicum*, así como al achaparramiento y mildew. Los cinco mejores híbridos son P-4226A, DK-390, DK-395, SERATO, SYN-750, con rendimiento arriba de 5900 kg ha⁻¹.

Palabras clave: Enfermedades, híbridos de maíz y rendimiento.

Introducción

En Campeche la producción de maíz se efectúa en alrededor 145 mil hectáreas en su totalidad de temporal con fines principalmente de producción de grano en el ciclo verano-otoño, por lo cual es el cultivo más importante en la entidad. En el escenario socioeconómico actual el cultivo de maíz en el estado de Campeche, requiere ajustes en su proceso productivo que le permitan mejorar la rentabilidad.

¹INIFAP, Campo Experimental Edzná.

Autor para correspondencia: soto.jesus@inifap.gob.mx

El maíz es afectado por enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias, nematodos, virus y fitoplasmas desconociéndose para Campeche la incidencia y severidad de las enfermedades presentes en los híbridos comerciales que se están cultivando en la entidad. En el cultivo de maíz se destacan los problemas fitosanitarios, los cuales de no ser manejados adecuadamente pueden ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la producción. Tal es el caso del achaparramiento rojo y *Helminthosporium turcicum*, que se ha presentado en algunos genotipos de maíz altamente susceptibles. En la guía para la asistencia técnica agrícola del área de influencia del Campo Agrícola Experimental Campeche de 1985 “SARH- INIA”, se proporcionan las recomendaciones para el manejo del cultivo del maíz en R-T-Q y en suelos arables, en esta se destaca al achaparramiento del maíz como la enfermedad de mayor importancia económica, lo cual también es por indicado por Trujillo (1982), Morales et al. (1993) y Tucuch et al (2007), sin embargo Tinoco et al. (2002) y Barrón (2008), señalan que el abanico de las enfermedades del maíz se ha ampliado, a causa del crecimiento del área cultivada y al uso de material genético susceptible y a la falta de estudios que permitan relacionar su impacto en el rendimiento de grano. Lo anterior lo confirma Soto et al. (2016), en su informe final del proyecto Implementación de un modelo de predicción de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz en el estado de Campeche, donde reporta que las enfermedades con mayor incidencia fueron Achaparramiento rojo “Maize bushy stunt” y pálido “corn stunt”, Tizones “*Helminthosporium turcicum* y *maydis*”, Mildew “*Peronosclerospora sorghi* y *Sclerophthora macrospora*”, Mancha por *Curvularia* “*Curvularia* spp.”, Mancha café “*Physoderma maydis*”, Mancha gris “*Cercospora* spp.”, Antracnosis “*Colletotrichum* spp. ”, Daño bacterial “*Holcus leaf spot* y *Stewart’s disease*”, Royas “*Puccinia sorghi* y *polysora*”, y otras con incidencias bajas durante ambos ciclos de cultivo, lo cual indica la necesidad de cuantificar la severidad de estas y su impacto en la disminución del rendimiento de grano. Los porcentajes de incidencia de enfermedades están en función del material genético, la fecha de siembra, las condiciones meteorológicas, el agrosistema de producción, la preparación del suelo y el manejo del cultivo.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la severidad de la mancha foliar por *Curvularia* sp., y los tizones foliares por *maydis* y *turcicum* y la incidencia del achaparramiento y mildew en los híbridos comerciales de maíz utilizados por los productores.

Materiales y métodos

Material genético

La metodología empleada consistió en la evaluación de 34 materiales genéticos de maíz, de grano blanco “27” y amarillo “7” bajo condiciones de temporal en el ciclo

verano-otoño del 2015, en las Bolonchén de Rejón, Hopelchén y Valle de Quetzalcóatl, Champotón, aplicando la tecnología recomendada por el INIFAP para el cultivo de maíz. En base a los datos de un ensayo de germoplasma del programa nacional de maíz del INIFAP, realizado en el ciclo verano-otoño del 2105, en la localidad del Valle de Quetzalcóatl. Se estimó el número de plantas con mildew en la parcela útil de 81 líneas promisorias de maíz.

Variables experimentales evaluadas

La incidencia de achaparramiento se midió de acuerdo a la siguiente metodología que consistió en la selección de cien plantas para conteo de plantas sanas, plantas con achaparramiento rojo “Maize bushy stunt” y pálido “Corn stunt”. La escala para medir incidencia de plantas con achaparramiento, fue 0=Plantas sin daño; 1=Leve “menor a 5%”; 2=Moderada “de 5 a 10%”; 3=Fuerte “mayor a 10%”, a los 20 días después de la formación de la espiga. La escala de evaluación foliar para medir *Curvularia sp.*, fue 0=Sin daño; 1=Leve “menor a 5%”; 2=Moderada “de 5 a 25%”; 3=Fuerte “mayor a 25%”, en una o más hojas de las plantas, medida en seis hojas cercanas a la mazorca (tres arriba y abajo), a los 20 días después de la formación de la espiga masculina. Para medir tizón foliar por *Heminthosporium maydis*, la escala de evaluación, fue 0=Sin daño; 1=Leve “menor a 5%”; 2=Moderada “de 5 a 25%”; 3=Fuerte “mayor a 25%”, en una o más hojas de las plantas, medida en seis hojas cercanas a la mazorca (cuatro abajo y dos arriba), a los 20 días después de la formación de la espiga. En tizón foliar por *turcicum*, la escala fue, 0=Sin daño; 1=Leve “menor a 5%”; 2=Moderada “de 5 a 25%”; 3=Fuerte “mayor a 25%”, en una o más hojas de las plantas, medida en seis hojas cercanas a la mazorca (cuatro abajo y dos arriba), a los 20 días después de la formación de la espiga.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se presentan los diez mejores genotipos de maíz con respuesta en rendimiento al achaparramiento, la mancha por *curvularia* y los tizones por *turcicum* y *maydis*, el híbrido P-4226A de grano amarillo presenta el mejor índice de lugar para las cuatro enfermedades señaladas, el último lugar corresponde al híbrido SIN-800.

Achaparramiento

En la escala 0 se ubicaron 19 híbridos con un rendimiento medio de 5111 kg ha⁻¹, en la escala 0.5 (valor medio) se ubicaron 12 híbridos con un rendimiento medio de 5178 kg ha⁻¹ y en la escala 1 se ubicaron 3 híbridos con un rendimiento medio de 4558 kg ha⁻¹. La diferencia en rendimiento entre la escala 0 y 1 es de 553 kg ha⁻¹ y entre las escalas 0 y 1 la diferencia es 620 kg ha⁻¹. Los datos indican que cinco híbridos tienen un

rendimiento medio arriba de los 6000 kg ha⁻¹, de los cuales uno es de grano amarillo, ubicados en las escalas de 0 y 0.5. En estas mismas escalas hay 16 híbridos con rendimientos de 5000 a 6000 kg ha⁻¹ y 8 híbridos con rendimientos de 4000 a 5000 kg ha⁻¹. Este rendimiento incluye el potencial genético del material y la susceptibilidad a la enfermedad.

Mancha por curvularia

Solo el DK-390 se ubicó en la escala 0.5 (valor medio), con un rendimiento medio de 6088 kg ha⁻¹, en la escala 1 se ubicaron 21 híbridos con un rendimiento medio de 5248 kg ha⁻¹, en la escala 1.5 se ubicaron 11 híbridos con un rendimiento medio de 5081 kg ha⁻¹ y dos híbridos en la escala 2 con un rendimiento medio de 2666 kg ha⁻¹. La diferencia en rendimiento entre la escala 0.5 y 2 es de 2582 kg ha⁻¹, entre la escala 0.5 y 1.5 es de 1007 kg ha⁻¹ y entre la escala 0.5 y 1 es de 840 kg ha⁻¹. Los datos indican que cinco híbridos tienen un rendimiento medio arriba de los 6000 kg ha⁻¹, de los cuales uno es de grano amarillo, ubicados en las escalas de 1 y 1.5. En estas mismas escalas hay 18 híbridos con rendimientos de 5000 a 6000 kg ha⁻¹ y 8 híbridos con rendimientos de 4000 a 5000 kg ha⁻¹.

Cuadro 1. Mejores genotipos de maíz en rendimiento y aspectos bióticos.

Núm.	Curvularia	Tizones		Achaparramiento
		<i>maydis</i>	<i>turcicum</i>	
1	DK-390	SYN-750	P-4226A	SERATO
2	DK-395	P-4226A	SERATO	DK-395
3	SYN-750	DK-390	DK-390	P-4226A
4	P-4226A	DK-395	DK-395	DK-390
5	SERATO	SERATO	SYN-750	SYN-750
6	P-3961W	XT-3402	P-3961W	P-4083W
7	P-4083W	P-4083W	P-3966W	P-3961W
8	P-3966W	P-3961W	P-4083W	P-3966W
9	DK-393	P-3966W	DK-393	SIN-800
10	SIN-800	DK-393	SIN-800	RW-5001

Mildew

Al igual que en la anterior enfermedad, los datos indican diferencias en rendimiento y tolerancia a mildew entre los materiales evaluados (figura 1). El rendimiento medio para cero por ciento de incidencia de mildew es de 5072 kilogramos de grano/hectárea, en el rango de 7 a 10 por ciento de incidencia de mildew, el rendimiento medio es de 4274 kilogramos de grano/hectárea y el rendimiento medio para incidencia de mildew en el rango de 11 a 27 por ciento es de 3653 kilogramos de grano/hectárea. Lo anterior indica que por cada unidad de por ciento de incidencia de mildew el rendimiento se reduce de 69 a 100 kilogramos de grano de maíz por el efecto de esta enfermedad.

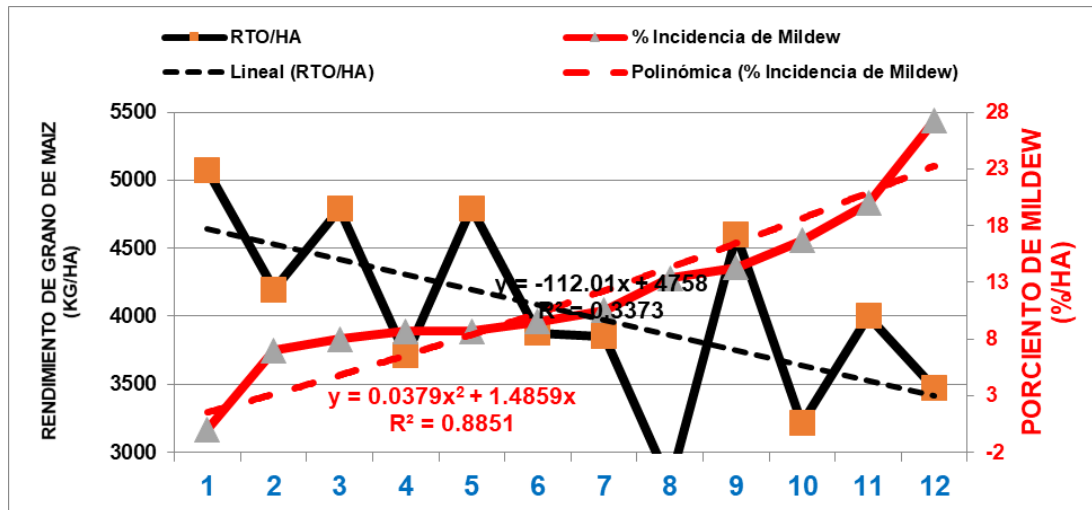


Figura 1. Rendimiento y porciento de incidencia de mildew en maíz.

Tizón por turcicum

Solo el HS-55 se ubicó en la escala 0.5 (valor medio), con un rendimiento medio de 4155 kg ha⁻¹, en la escala 1 se ubicaron 19 híbridos con un rendimiento medio de 5330 kg ha⁻¹, en la escala 1.5 se ubicaron 14 híbridos con un rendimiento medio de 5018 kg ha⁻¹. La diferencia en rendimiento entre la escala 1 y 2 es de 312 kg ha⁻¹, entre las escalas 0.5 y 1 y 1.5, la diferencia es negativa, lo cual indica la importancia de este patógeno en el cultivo de maíz. Los datos indican que cinco híbridos tienen un rendimiento medio arriba de los 6000 kg ha⁻¹, de los cuales uno es de grano amarillo, ubicados en las escalas de 1 y 1.5. En estas mismas escalas hay 18 híbridos con rendimientos de 5000 a 6000 kg ha⁻¹ y 8 híbridos con rendimientos de 4000 a 5000 kg ha⁻¹.

Tizón por maydis

Solo el SYN-750 se ubicó en la escala 0, con un rendimiento medio de 6007 kg ha⁻¹, en la escala 0.5 (valor medio) se ubicaron 21 híbridos, con un rendimiento medio de 5707 kg ha⁻¹, en la escala 1 se ubicaron 23 híbridos con un rendimiento medio de 5163 kg ha⁻¹, en la escala 1.5 se ubicaron 8 híbridos con un rendimiento medio de 4619 kg ha⁻¹. La diferencia en rendimiento entre la escala 0 y 1.5 es de 1388 kg ha⁻¹, entre la escala 0.5 y 1.5 es de 1088 kg ha⁻¹ y entre la escala 0.5 y 1 es de 544 kg ha⁻¹. Los datos indican que cinco híbridos tienen un rendimiento medio arriba de los 6000 kg ha⁻¹, de los cuales uno es de grano amarillo, ubicados en las escalas de 0, 0.5 y 1. En las escalas de 0.5, 1 y 1.5, hay 18 híbridos con rendimientos de 5000 a 6000 kg ha⁻¹ y 10 híbridos con rendimientos de 4000 a 5000 kg ha⁻¹.

Conclusiones

La evaluación agronómica de los genotipos de maíz permitió valorar el potencial de rendimiento de grano y la susceptibilidad de estos a los aspectos bióticos analizados. En achaparramiento los datos indican que solo tres híbridos están en la escala de 1, siendo estos DK-393, H-515 y DAW-223.

Con respecto a *curvularia* los datos indican que trece híbridos están en la escala de 1.5 y 2, en esta última están los materiales H-515 y H-565 que reportan un rendimiento medio de solo 2666 kg ha⁻¹.

En tizón por *turcicum* los datos indican que quince híbridos están en la escala de 1.5, los cuales reportan un rendimiento medio de 4809 kg ha⁻¹.

Con respecto a tizón por *maydis* los datos indican que ocho híbridos están en la escala de 1.5, los cuales reportan un rendimiento medio de 4619 kg ha⁻¹.

Para mildew, los datos indican que por cada unidad de porciento de incidencia de mildew el rendimiento se reduce de 69 a 100 kilogramos de grano de maíz por el efecto de esta enfermedad.

Referencias

- Barrón Freyre S. 2008. Manual para la producción de maíz en Tabasco. Folleto para productores núm. 13. CEHuimanguillo. CIRGC. INIFAP. SAGARPA. Huimanguillo, Tabasco, México. 27 p.
- Morales Loredo A et al. 1993. Producción de maíz de temporal en suelos rojos mecanizables de Campeche. Folleto técnico núm. 3. CEEEdzna. CIRSE. INIFAP. SARH. Campeche, Campeche, México. 23 p.
- SARH. 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo agrícola experimental Campeche. INIA-CIAPY-CAECAMPECHE. Campeche, Campeche, México. 138 p.
- Soto RJM et al. 2014. Perdidas del rendimiento de grano de maíz por daño de gusano cogollero en el estado de Campeche, México. Resumen en memoria de la Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola-Pesquera. Yucatán 2014. Mérida, Yucatán, México. 288 p.
- Soto RJM et al. 2015. Perdidas del rendimiento de materiales genéticos de grano blanco de maíz por daño de gusano cogollero en el estado de Campeche, México. Resumen en memoria de la LX reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. Guatemala, Guatemala. 138 p.
- Soto RJM et al. 2016. Informe final del proyecto “Implementación de un modelo de predicción de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz en el estado de Campeche. CEEEdzna-CIRSE-INIFAP. Campeche, Campeche. 80 p.
- Tinoco Alfaro CA. 2002. Manual de producción de maíz para los estados de Veracruz y tabasco. Libro Técnico núm. 9. CEPAPALOAPAN-CIRGOC-INIFAP-SAGARPA. VERACRUZ, México. 113 p.

- Trujillo AJG. 1982. Guía para el cultivo del maíz en suelos mecanizables de Campeche. Folleto para productores núm. 2. Campo agrícola experimental Campeche. SARH-INIA-CIAPY-CAECAMPECHE. Campeche, Campeche, México. 10 p.
- Tucuch CM et al. 2007. Manual para la producción de maíz para grano en suelos mecanizados del estado de Campeche. Libro técnico. INIFAP-CIRSE-CEEDZNA. Campeche, Campeche, México. 90 p.

Rescate de Chiles Criollos del Sureste de México: Valoración Mediante Análisis de Crecimiento y Colonización de *Bemisia tabaci*

M.E. Cua-Basulto*, L. Latournerie-Moreno, H. Ballina-Gómez, A. Pérez-Gutiérrez, E. Ruiz-Sánchez

Resumen. En la Península de Yucatán, México, existe diversidad genética amplia de chiles criollos (*Capsicum annuum*); entre ellos, el chile Xcat'ik es uno de los más apreciados. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar las características de crecimiento y acumulación de elementos minerales en el follaje de siete recolectas de chile Xcat'ik y la respuesta de ellas a la colonización de *B. tabaci*. La hipótesis del presente estudio es que algunas recolectas de chile Xcat'ik presentan menor colonización de *B. tabaci*, y esta característica está relacionada con algunos factores de crecimiento de la planta y contenido de elementos minerales del follaje. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar. Los tratamientos estuvieron representados por las recolectas y la unidad experimental por una planta. El análisis de datos consistió en análisis de varianza y comparación de medias Tukey (p, 0.05). El crecimiento varió entre las recolectas, X-177 tuvo crecimiento menor. El contenido de minerales en las hojas varió sólo en P, con porcentaje menor en X-177. El análisis de la densidad poblacional de ninfas de *B. tabaci* no mostró diferencia significativa, pero las tendencias cambiaron con el tiempo. Tres tipos de colonización de *B. tabaci* se observaron en los tres muestreos: 1) incremento poblacional, 2) disminución poblacional y 3) incremento seguido de disminución poblacional.

Palabras clave: Tasa intrínseca de crecimiento, mosca blanca, elementos minerales.

Introducción

En México existe diversidad genética amplia de chiles (*Capsicum* spp.) (Aguilar-Meléndez et al., 2009). En la Península de Yucatán la diversidad genética de chiles locales es amplia (Latournerie et al., 2002).

División Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México. C. P. 97345 Tel. (999 9124135 Ext. 122)

*Autor para correspondencia: cua_marcos@hotmail.com

Varios genotipos de chile de la Península de Yucatán responden diferente a *Bemisia tabaci* (Ballina-Gómez et al., 2013). El potencial agronómico de las recolectas varía significativamente; lo que permitiría seleccionar genotipos sobresalientes para programas de mejoramiento (Ix et al., 2013). En el presente estudio el objetivo fue evaluar las tasas intrínsecas de crecimiento en recolectas de chile Xcat'ik (*Capsicum annuum*), la acumulación de minerales en el follaje y su respuesta a la colonización de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). La hipótesis del presente estudio es que algunas recolectas de chile Xcat'ik (*Capsicum annuum*) presentan menor colonización de *B. tabaci*, y esta característica está relacionada con algunos factores de crecimiento de la planta y contenido de elementos minerales del follaje.

Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en los invernaderos de la unidad de producción hortícola del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México (21° 04' 42.40" N y 89° 30' 01.82" O, 8 m de altitud y clima Aw0).

Las recolectas de *C. annuum* se obtuvieron de diferentes sitios de la Península de Yucatán, como se describe: Recolecta X-285 de Peto, Yuc. (LN 20° 18', LO 88° 56'), X-478 de Yobaín, Yuc. (LN 21° 12', LO 89° 6'), X-473 de Mocochoá, Yuc. (LN 21° 8', LO 89° 27'), X-426 de Felipe Carrillo Puerto, QRoo (LN 19° 24', LO 88° 8'), X-430 de Peto, Yuc. (LN 20° 18', LO 88° 56'), X-177 de Valladolid, Yuc. (LN 20° 41', LO 88° 12'), X-501 de Halachó, Yuc. (LN 20° 31', LO 90° 4'). Las plántulas de 25 d de emergencia se trasplantaron en macetas de 2 L, rellenas de un sustrato compuesto en volumen por: suelo rojo (50%), sustrato turba de musgo Cosmopeat (30%) y grava fina (20%).

Después del trasplante y a intervalos de 10 d se registraron las variables: altura de planta, número y tamaño promedio de hojas, número de ramas y diámetro del tallo. El tamaño promedio de hoja se midió con un medidor de área foliar LI-COR modelo LI-300C (LICOR®, USA).

Para los bioensayos, plantas de 10 d de trasplante se trasladaron a un invernadero, y se dispusieron en círculos de 1.5 m de diámetro, en cuyo centro se colocó una planta de berenjena infestada con *B. tabaci*. Cada círculo contenía una planta de cada recolecta. Para este experimento se usaron en total 10 plantas de cada recolecta, cada planta representó una repetición. Los muestreos de densidades poblacionales de ninfas de *B. tabaci* se realizaron cada 10 d con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Leica Inc, USA).

La concentración de elementos minerales se evaluó en follaje de plantas de 55 días de edad, provenientes de un lote no infestado con *B. tabaci*. Las hojas se lavaron con agua destilada y detergente neutro 5% (Extran® MA02 5%), se enjuagaron con agua

destilada y se secaron a 45 ° C durante 72 h. Muestras compuestas (5g) de hojas molidas se obtuvieron de grupos de cinco plantas. Se analizaron tres muestras de cada colecta, cada muestra representó una repetición. El contenido de nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahal. El contenido de P, K, Ca, Mg y Fe se determinó por el método de digestión húmeda y cuantificación por espectroscopia de absorción atómica. Se utilizó un diseño experimental fue completamente al azar, los tratamientos fueron las recolectas de Chile. Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) en InfoStat (www.infostat.com.ar).

Resultados y discusión

En la primera evaluación la recolecta X-285 tuvo altura mayor que X-430, X-473 y X-177. En la segunda evaluación, las recolectas X-285, X-426 y X-501 presentaron mayor altura que X-177. En la tercera evaluación, las recolectas X-426 y X-430 obtuvieron mayor altura que el resto de ellas, excepto la X-501 (Cuadro 1). Para el diámetro de tallo, en la primera evaluación las recolectas X-478 y X-501 tuvieron significativamente mayor diámetro de tallo que el resto de las recolectas, excepto X-430. En la segunda evaluación no hubo diferencia significativa, y en la tercera evaluación las recolectas X-426 y X-478 tuvieron mayor diámetro de tallo que X-473. Para el número de hojas, en todas las evaluaciones X-426 tuvo mayor número de hojas que el resto de las recolectas. Para el tamaño de hoja, se observó que la recolecta X-283 tuvo hojas de mayor tamaño. Sin embargo, en la tercera evaluación no se observaron diferencias significativas. En cuanto al número de ramas, se observaron diferencias significativas entre las recolectas. En la primera y segunda evaluación, las recolectas X-426 y X-430 presentaron mayor número de ramas. En la tercera evaluación, X-426 tuvo mayor número de ramas que en el resto de las recolectas, excepto X-430. De forma interesante, la recolecta X-177 fue la que presentó menor crecimiento en altura, número de hojas y ramas; y estuvo entre las tres recolectas de menor diámetro de tallo y tamaño de hoja. En otros estudios se ha observado que plantas con bajas tasas intrínsecas de crecimiento tienen mayor capacidad de enfrentar situaciones de estrés, como herbivoría, debido a que poseen reservas de recursos que pueden usar cuando algún tejido es afectado (Turley *et al.*, 2013). Así, el tamaño pequeño de órganos en plantas indica menor asignación de recursos a estos tejidos (Freschet *et al.*, 2015). Es muy probable que la recolecta X-177 tenga capacidad de emplear estrategias de menor asignación de recursos al crecimiento en favor de la formación de defensas. Sería enriquecedor que estudios futuros estimen la biomasa seca y contenidos de fenoles o alcaloides en el follaje para esclarecer la idea de un posible compromiso entre crecimiento y defensas químicas (Huot *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Medias $\pm$ error estándar del crecimiento vegetativo de las accesiones de chile Xcat'ik en diferentes tiempos después del trasplante.

Accesión	Altura (cm)			Diámetro (mm)			Hojas (número)		
	Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3	Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3	Ev. 1	Ev. 2	Ev. 3
x-177	6.6 $\pm$ 0.3c	9.7 $\pm$ 0.3c	11.0 $\pm$ 0.4e	1.7 $\pm$ 0.03 b	2.4 $\pm$ 0.0 7a	3.0 $\pm$ 0.1b c	7.4 $\pm$ 0.5 b	10.9 $\pm$ 0.7 b	12.8 $\pm$ 0.8 c
x-285	9.8 $\pm$ 0.2a	12.8 $\pm$ 0.2 a	14.1 $\pm$ 0.3 bcd	1.7 $\pm$ 0.05 b	2.6 $\pm$ 0.0 6a	3.0 $\pm$ 0.08 bc	7.7 $\pm$ 0.4 b	10.9 $\pm$ 0.4 b	13.1 $\pm$ 0.7 c
x-478	8.4 $\pm$ 0.3b	10.9 $\pm$ 0.2 bc	12.9 $\pm$ 0.3 d	2.1 $\pm$ 0.09 a	2.5 $\pm$ 0.0 6a	3.3 $\pm$ 0.1a b	8.5 $\pm$ 0.8 b	12.6 $\pm$ 0.9 6b	15.5 $\pm$ 0.9 c
x-426	8.9 $\pm$ 0.2a b	12. 3 $\pm$ 0.2a	16.5 $\pm$ 0.4a	1.8 $\pm$ 0.05 b	2.7 $\pm$ 0.0 5a	3.7 $\pm$ 0.06 a	15.3 $\pm$ 0. 8a	19.6 $\pm$ 0.9 a	26.5 $\pm$ 1.3 a
x-430	8.4 $\pm$ 0.3b	11.8 $\pm$ 0.3 ab	15.5 $\pm$ 0.3a b	1.9 $\pm$ 0.04 ab	2.7 $\pm$ 0.0 4a	3.2 $\pm$ 0.1b c	8.5 $\pm$ 0.4 8b	12.1 $\pm$ 0.5 b	21.5 $\pm$ 1.0 9b
x-501	9.2 $\pm$ 0.4a b	12.5 $\pm$ 0.4 a	14.9 $\pm$ 0.6a bc	2.1 $\pm$ 0.05 a	2.6 $\pm$ 0.0 7a	3.2 $\pm$ 0.1b c	7.7 $\pm$ 0.5 b	11.5 $\pm$ 0.6 b	15.3 $\pm$ 0.8 c
x-473	8.3 $\pm$ 0.2b	11.5 $\pm$ 0.3 ab	13.3 $\pm$ 0.3c d	1.8 $\pm$ 0.04 b	2.3 $\pm$ 0.0 5a	2.9 $\pm$ 0.08 c	8.2 $\pm$ 0.6 b	11.9 $\pm$ 0.6 b	15.6 $\pm$ 0.8 c
	Área foliar (cm²)			Ramas (número)					
x-177	8.1 $\pm$ 0.7b	8.7 $\pm$ 1.5a b	7.7 $\pm$ 5.4a	2.2 $\pm$ 0.3b	2.5 $\pm$ 0.3 b	1.5 $\pm$ 0.3e			
x-285	12.7 $\pm$ 0.3 a	12.5 $\pm$ 1.8 a	5.9 $\pm$ 1.3a	3.4 $\pm$ 0.3b	3.6 $\pm$ 0.3 b	2.2 $\pm$ 0.4d e			
x-478	10.4 $\pm$ 0.8 ab	9.6 $\pm$ 1.3a b	12.4 $\pm$ 1.8a	2.9 $\pm$ 0.4b	3.2 $\pm$ 0.4 b	3.3 $\pm$ 0.6c de			
x-426	10.3 $\pm$ 0.6 ab	9.7 $\pm$ 1.5a b	9.1 $\pm$ 1.4a	6.1 $\pm$ 0.4a	6.9 $\pm$ 0.5 a	7.1 $\pm$ 0.7a			
x-430	12.6 $\pm$ 0.8 b	9.7 $\pm$ 1.05 ab	10. 7 $\pm$ 1.4a	5.2 $\pm$ 0.4a	5.9 $\pm$ 0.4 a	6.0 $\pm$ 0.5a b			
x-501	11.2 $\pm$ 0.7 ab	11.2 $\pm$ 1.2 ab	9.5 $\pm$ 2.06a	3.3 $\pm$ 0.3b	4.0 $\pm$ 0.3 b	4.6 $\pm$ 0.3b c			
x-473	9.7 $\pm$ 0.9a b	6.7 $\pm$ 0.8b	5.5 $\pm$ 1.2a	3.1 $\pm$ 0.2b	3.5 $\pm$ 0.3 b	3.9 $\pm$ 0.4b cd			

Ev.1, 10 d después de trasplante; Ev.2, 20 d después de trasplante; Ev.3, 30 d después de trasplante. Medias con letras diferentes en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$).

El análisis de macronutrientes (N, P, K) mostró que sólo el contenido de P fue significativamente diferente entre las recolectas. Las recolectas X-426 y X-430 tuvieron contenido mayor de P. No se observaron diferencias entre recolectas en el contenido de N y K. Tampoco se observaron diferencias entre recolectas en el contenido de minerales menores (Ca, Mg, y Fe) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medias $\pm$ error estándar del contenido de macro (N, P y K) y micro elementos (Ca, Mg y Fe) en el follaje de recolectas de *Capsicum annuum*.

Recolecta	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)
X-177	3.77 $\pm$ 0.1a	0.64 $\pm$ 0.0c	3.98 $\pm$ 0.3a	1.91 $\pm$ 0.1a	1.17 $\pm$ 0.1a	188.25 $\pm$ 63.1a
X-285	3.71 $\pm$ 0.3a	0.62 $\pm$ 0.0c	4.19 $\pm$ 0.1a	1.54 $\pm$ 0.1a	0.94 $\pm$ 0.1a	33.87 $\pm$ 167.3a
X-478	3.95 $\pm$ 0.2a	0.75 $\pm$ 0.1b	4.10 $\pm$ 0.2a	1.81 $\pm$ 0.1a	1.13 $\pm$ 0.1a	158.13 $\pm$ 19.3a
X-426	4.05 $\pm$ 0.1a	0.85 $\pm$ 0.0a	3.79 $\pm$ 0.2a	1.81 $\pm$ 0.1a	1.22 $\pm$ 0.1a	149.50 $\pm$ 28.1a
X-430	3.61 $\pm$ 0.2a	0.77 $\pm$ 0.0ab	3.73 $\pm$ 0.2a	1.71 $\pm$ 0.1a	1.07 $\pm$ 0.0a	100.00 $\pm$ 8.2a

X-501	3.72±0.2a	0.68±0.0bc	4.30±0.1a	1.51±0.1a	1.28±0.1a	137.13±10.8a
X-473	3.72±0.3a	0.64±0.0c	3.94±0.1a	1.54±0.1a	0.94±0.1a	142.87±8.6a

^z Medias con diferentes letras dentro de cada columna son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$).

El contenido de minerales en el follaje podría indicar qué tan eficiente es la planta para obtener nutrientes del suelo y asignarlos a la producción de compuestos primarios y metabolitos secundarios (Vilariño *et al.*, 2005). El contenido de minerales en el follaje determina en parte el éxito o fracaso de la colonización y supervivencia de insectos fitófagos. En particular los macronutrientes son los que tienen más influencia sobre el establecimiento de insectos fitófagos en el follaje. Niveles altos de N en el tejido foliar tienden a ser más susceptibles las plantas a la colonización por insectos fitófagos (Peña, 2009). Por su parte, los minerales menores también podrían influir en el establecimiento de fitófagos en las plantas. Se considera que altos niveles de Ca en las hojas tiene efectos negativos en la supervivencia de los insectos fitófagos (Thangavelu and Bania, 1990). En el presente trabajo se observó que la recolecta X-177 fue una de las que produjeron menores porcentajes de N y P, aunque en el caso del N la diferencia no fue significativa.

La densidad poblacional de *B. tabaci* en cada fecha de muestreo no fue significativamente diferente. La densidad de ninfas en el follaje fue de 5-16, 9-20, y 5-19 ninfas cm² en la primera, segunda y tercera evaluación, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias $\pm$ error estándar del número de ninfas/cm⁻² en accesiones de *C. annuum*. Las evaluaciones se llevaron a cabo cada diez días, iniciando al día diez después del trasplante.

Accesión	Evaluación		
	1	2	3
X-177	15.7±3.66	8.7±3.47	4.4±2.63
X-501	14.3±4.05	19.5±5.02	16.6±3.71
X-285	12.9±2.30	15.1±3.81	18.1±6.39
X-473	12.6±2.61	19.0±5.27	8.1±3.82
X-478	12.6±1.83	18.9±4.43	11.8±4.10
X-430	8.9±2.08	12.8±4.05	18.0±4.68
X-426	4.5±1.13	16.4±5.72	8.3±3.03

^z No hay diferencias significativas entre medias (Tukey, $p > 0.05$).

En nuestro estudio, aunque no se observó diferencia significativa en las poblaciones de ninfas de *B. tabaci* entre las recolectas de *C. annuum* en cada fecha de muestreo, lo cual indica que no hubo ninguna recolecta de chile que tuviera niveles significativos de resistencia. Es preciso notar que se observó cierta tendencia en la densidad de ninfas de *B. tabaci* a través de tiempo. La densidad poblacional incrementó a través del tiempo en las recolectas X-285 y X-430, mientras que en X-177 ocurrió lo contrario. Estas tendencias no fueron significativas.

La colonización de insectos fitófagos es mediada por diversos factores, entre los que destacan las características morfológicas y bioquímicas de las hojas (McAuslane, 2000). En general son escasos los estudios de evaluación de colonización de *B. tabaci* en *Capsicum* spp. Firdaus *et al.*, (2011) evaluaron la respuesta a *B. tabaci* en 44 accesiones de *Capsicum* spp., y encontraron que varias accesiones de *C. annum* tuvieron baja atracción de adultos y produjeron antibiosis, lo que causó reducción significativa en la densidad poblacional de ninfas en el follaje. No obstante, no se documentaron el papel de las características de crecimiento de las plantas en la colonización de *B. tabaci*.

Conclusiones

Entre las recolectas de chile Xcat'ik (*C. annum*), X-177 mostró en general menor crecimiento. El contenido de elementos minerales en las hojas no difirió entre recolectas, excepto para el caso del P. La densidad poblacional de ninfas de *B. tabaci* no mostró diferencias entre recolectas de chile, sin embargo, se observó tendencia de variación en la colonización de *B. tabaci* a través del tiempo.

Referencias

- Aguilar-Meléndez A et al. 2009. Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chiles (*Capsicum annum*: Solanaceae) from Mexico. *Am. J. Bot.* 96: 1190-1202.
- Ballina-Gomez H et al. 2013. Morphological characterization of *Capsicum annum* L. accessions from southern Mexico and their response to the *Bemisia tabaci*-*Begomovirus* complex. *Chilean J. Agric. Res.* 73: 329-338.
- Firdaus S et al. 2011. Identification of silverleaf whitefly resistance in pepper. *Plant Breeding* 13: 708-714.
- Freschet GT, Swart EM, Cornelissen JHC. 2015. Integrated plant phenotypic responses to contrasting above-and below-ground resources: key roles of specific leaf area and root mass fraction. *New Phytol.* 206: 1247-1260.
- Huot B et al. 2014. Growth-defense tradeoffs in plants: A balancing act to optimize fitness. *Molecular Plant.* 7: 1267-1287.
- Ix-Nahuat JG et al. 2013. Valor agronómico de germoplasma de chile dulce (*Capsicum annum* L.) en Yucatán, México. *Universidad y Ciencia* 29: 231-242.
- Latournerie ML et al. (2002). Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*C. annum* y *C. chinense*) en Yaxcabá, Yucatán. *Rev. Fitotec. Mex.* 25: 25-33.
- McAuslane JH. 2000. Sweetpotato Whitefly B Biotype of Silverleaf Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) or *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). University of Florida. 2-8 p.
- Peña E. 2009. Efectos de la biota edáfica en las interacciones planta-insecto a nivel foliar. *Ecosistemas* 18: 64-78.

- Thangavelu K, Bania HR. 1990. Preliminary investigation on the effects of minerals in the rain water on the growth and reproduction of silkworm *Bombyx mori* L. Ind. J. Sericul. 29: 37-43.
- Turley NE et al. 2013. Contemporary evolution of plant growth rate following experimental removal of herbivores. Am. Nat. 181: S21-234.
- Vilariño MP et al. 2005. Post-damage alkaloid concentration in sweet and bitter lupin varieties and its effect on subsequent herbivory. J. Appl. Entomol. 129: 233-238.

Comportamiento Productivo de Genotipos de Soya en el Estado de Campeche

M. Hernández Pérez*, J. Soto Rocha, J. Medina Méndez

Resumen. Desde mediados de la década de los 70's fue introducido el cultivo de soya a la península de Yucatán y hasta la fecha sigue siendo cultivada. En los últimos años se ha venido incrementando la superficie sembrada, motivados por la persistencia comercial, los incentivos oficiales al grano de soya y el precio del producto. El objetivo del trabajo fue seleccionar una línea de soya avanzada de alta productividad para el estado de Campeche, con potencial de rendimiento superior a 2.5 t ha^{-1} adaptada a las condiciones de temporal en el ciclo Primavera Verano. La evaluación de genotipos de soya, se realizó en el estado de Campeche, en el ejido Pocyaxum, del municipio de Campeche, con 25 materiales, en el ciclo de producción Primavera-Verano 2017. Bajo régimen hídrico de temporal estricto con mediano riesgo de sequía, con fecha 25 de julio, se llevó a cabo bajo un diseño de látice cuadrado balanceado con tres repeticiones. Los resultados arrojan que sobresale la variedad Huasteca 600, con un rendimiento de 3.59 t ha^{-1} , seguido de los genotipos H98-1521 y H10-2884 con 3.57 y 3.54 t ha^{-1} , respectivamente. En general, se observa a 18 materiales con rendimiento arriba de 2.5 t ha^{-1} , incluyendo los tres primeros lugares, por lo que podemos concluir que hay potencial para seleccionar más de una línea y seguirlas evaluando con la finalidad de obtener una variedad para el estado de Campeche.

Palabras clave: germoplasma de soya, temporal y productividad.

Introducción

La soya se cultiva principalmente para la producción de semillas que se transforman en harina para la elaboración de alimento para consumo humano y para la formulación de alimentos balanceados utilizados en la ganadería productora de carne, leche y huevos.

INIFAP, Campo Experimental Edzná. Dirección, km. 15.5 Carretera Campeche-Pocyaxum. Mpio. Campeche, Camp. C.P. 24520.

*Autor para correspondencia: hernandez.mirna@inifap.gob.mx

El aceite de soya se utiliza para consumo humano y usos industriales, tales como la fabricación de margarinas, mantequillas, chocolates y una amplia gama de productos alimenticios y nutricionales (Maldonado et al., 2007). Esta oleaginosa es la más cultivada a nivel mundial, debido a la alta cantidad de aceites y proteínas que contiene, de los cuales en promedio genera desde un 20% y un 40% respectivamente en el grano seco. La soya, a diferencia de otros vegetales, proporciona proteínas de calidad biológica semejantes a las de origen animal, de ahí la importancia en el consumo humano en sus derivados.

En la Península de Yucatán, la superficie cosechada en 2017 fue de 38,810 hectáreas, de las cuales, el 80%, corresponde al estado de Campeche, el ocho por ciento al estado de Quintana Roo y 12% al estado de Yucatán (SIAP, 2018). El 96% se cultivó bajo condiciones de temporal y solo un 4% bajo un sistema de riego. El rendimiento medio estatal es de 2.5 t ha^{-1} ; el principal municipio productor de esta oleaginosa es Campeche (90%) y en menor medida (10%), los municipios de Hecelchakán y Hopelchén. SIAP, SAGARPA, 2018.

Un grave problema, por el cual, la superficie cultivada no ha aumentado como los productores quisieran, es la escasez de semilla certificada, debido a que solo se producen en el estado de Tamaulipas y para adquirirlas es necesario mandar a pedir las por medio de empresas semilleras, incrementando con esto el costo de producción de este cultivo y por lo tanto disminuyendo las ganancias. Con la evaluación de genotipos, se está buscando a futuro, producir al menos una variedad para el estado de Campeche, la cual será una herramienta para las personas que se interesen en producir semillas certificadas y poder ofrecerlas a los demás productores a más bajo costo; por lo anterior, el objetivo fue seleccionar una línea de soya avanzada de alta productividad para el estado de Campeche, con potencial de rendimiento superior a 2.5 t ha^{-1} adaptada a las condiciones de temporal en el ciclo Primavera Verano.

Materiales y métodos

La evaluación de genotipos de soya, la conformaron 25 materiales (Cuadro 1), de los cuales seis son variedades y los demás son líneas avanzadas.

Localización

La evaluación de genotipos de soya, se estableció en el Ejido Pocyaxum, con el productor cooperante: C. Marcos Uitz Tun del municipio de Campeche, Camp., con régimen hídrico de temporal estricto con mediano riesgo de sequía, en suelo luvisol férrico, con buen drenaje, textura arcillosa caolinita. El clima predominante es cálido subhúmedo, presenta una temperatura media anual de 27°C , con máximas promedio de 29.6°C y mínimas promedio de 23.2°C . Se localiza a 27 kilómetros al sureste de la

ciudad de Campeche y se llega por la carretera federal 261 que conduce de Campeche a Nohacal, pasando por el poblado de Chiná (Figura 1).

Cuadro 1. Genotipos de soya que conforman la evaluación en el estado de Campeche.

Número	Genotipos	Tipo de material	Número	Genotipos	Tipo de material
1	HUASTECA 600	Variedad	14	H10-2935	línea avanzada
2	H02-1656	línea avanzada	15	H10-0076	línea avanzada
3	H10-2431	línea avanzada	16	H10-3056	línea avanzada
4	TAMESÍ	Variedad	17	H10-2994	línea avanzada
5	H02-1337	línea avanzada	18	H10-0556	línea avanzada
6	H98-2309	línea avanzada	19	H10-2944	línea avanzada
7	H98-1325	línea avanzada	20	H98-1240	línea avanzada
8	HUASTECA 100	Variedad	21	H06-0560	línea avanzada
9	H02-2082	línea avanzada	22	HUASTECA 400	Variedad
10	H02-1987	línea avanzada	23	HASTECA 300	Variedad
11	H10-3057	línea avanzada	24	H06-1362	línea avanzada
12	H10-2884	línea avanzada	25	HUASTECA 200	Variedad
13	H98-1521	línea avanzada			

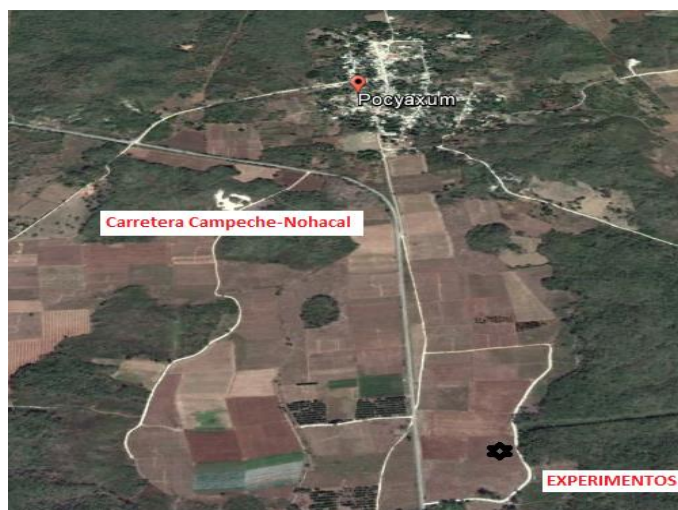


Figura 1. Croquis del sitio donde estuvo ubicado el experimento.

En el ciclo de producción primavera-verano 2017, con fecha de siembra 25 de julio, se estableció la evaluación de genotipos de soya, formado por 25 líneas, bajo un diseño

de látice cuadrado balanceado con tres repeticiones. La parcela total consistió de cuatro surcos de cinco metros de longitud por 0.80 m entre surcos. La parcela útil estuvo conformada por dos surcos en competencia completa de cuatro metros de largo.

Variables evaluadas

Se evaluaron las variables productivas, ramas por planta (numero), vainas por planta (numero), semillas por planta (numero), porcentaje de humedad (%), plantas cosechadas por parcela (numero) y rendimiento de grano ($t\ h^{-1}$).

Manejo Técnico del cultivo

Preparación del terreno: Se realizó tres pases de rastra (uno pesado y dos agrícolas), el último en forma de cruza y al cual se le colocó un madero de buen tamaño y peso para la nivelación del terreno, con el objeto de evitar encharcamientos y obtener una germinación uniforme, finalmente se hizo el trazado de las parcelas.

Tratamiento de semilla: La semilla se trató con fungicida e insecticida: Carboxin + permetrina (germate), a una dosis de 51 gr por c/20 kg de semilla.

Inoculación de semilla: Después del tratamiento, se inoculó con *Bradyrhizobium japonicum* (Dianitro Fix) cuyas bacterias tienen como objetivo desarrollar nódulos en las raíces para fijar nitrógeno atmosférico. La dosis fue de 365 ml por c/100 kg de semilla de soya.

Siembra: Inmediatamente después de tratar e inocular las semillas se procedió a sembrar manualmente, a chorrillo (20-22 semillas por metro). La distancia de surco fue de 0.80 mts.

Emergencia: Todas las variedades emergieron entre tres y cinco días después, dependiendo de la humedad contenida en el suelo. Se observó que los 25 materiales sembrados, tuvieron una buena germinación.

Fertilización La fertilización se realizó 20 días después de la siembra; la dosis por hectárea aplicada fue con la mezcla de 174 kg de DAP y 62 kg de urea.

Control de la maleza: Se aplicó glifosato (faena) como preemergente, antes de la siembra, a una dosis de 3.0 l/ha y postemergente, se aplicó Imazetaphyr (Pivot) en dosis de 1.0 l/ha, para el control de maleza de hoja ancha y angosta. Posteriormente hubo maleza de hoja angosta, por lo que se aplicó: fluazifop-p-buthyl (Fusilade), a razón de 1.0 l/ha.

Control de plagas y enfermedades: Se encontraron diferentes plagas, como: mosca blanca, chicharritas, diabroticas, diferentes tipos de gusanos (terciopelo, pegador, falso medidor de la soya y el gusano defoliador y barrenador de la calabaza); se aplicó Novaluron (Rimon 10 EC), a una dosis de 100 ml/ha, Cipermetrina a una dosis de 200 ml/ha, Clorpirifos a la dosis de 1.0 l/ha e Imidacloprid+Betacyfluthrin, a razón de 0.5

l/ha. En cuanto a enfermedades, se tuvo un brote del hongo Mildew, en función de las condiciones ambientales y la susceptibilidad de los materiales genéticos.

Cosecha: El procesamiento de muestras de plantas, se inició el 30 de noviembre y se concluyó dicho procesamiento el 23 de diciembre. 15 días después se observó el número de granos en el suelo.

Fórmula matemática:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: $i=1,2,\dots,25$; $j: 1,2,3$.

γ_{ij} = Observación correspondiente al i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque

μ = Media global de las observaciones

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = Componente de error aleatorio correspondiente al i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

Análisis estadístico

Se utilizaron bloques al azar, los datos de los indicadores se analizaron usando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 2004). También se realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey al 1 y 5% para rendimiento.

Resultados y discusión

Se recabó la información de cada una de las parcelas, con esta información se realizó el análisis de varianza (Cuadro 2), donde se observa alta significancia.

Cuadro 2. Análisis de varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	F-Valor	Pr > F
Modelo	50	20842287.17	416845.74	2.26	0.0163**
Error	24	4425996.34	184416.51		
Total corregido	74	25268283.51			

R cuadrada: 0.824840. Coeficiente de variación: 15.31465

Productividad

Se calculó el rendimiento por hectárea por genotipo (Cuadro 3), donde sobresale la variedad Huasteca 600, con el rendimiento más alto de 3.59 t ha⁻¹, seguido de los genotipos H98-1521 y H10-2884 con 3.57 y 3.54 t ha⁻¹, respectivamente (En la comparación de medias estas tres son estadísticamente iguales). Se observa siete materiales con rendimiento arriba de 3.0 t ha⁻¹, los cuales son: H-600, H98-1521, H10-

2884, H06-1362, H02-1987, H10-2935 y Tamesí. También se observan a 11 genotipos con rendimientos por encima de las 2.5 a 3.0 t ha⁻¹ y son: Huasteca 200, H02-1337, H02-1656, H98-2309, H98-1240, H10-3056, H10-0076, H10-2994, H02-2082, H10-3057 y Huasteca 100. Los últimos siete de 2.0 a 2.5 t ha⁻¹.

Cuadro 3. Datos de rendimiento (kg/ha) estimado en el cultivo de soya en Pocyaxum, Campeche. TR = Tratamiento.

Parcela			TR	Genotipo	Rendimiento (t ha ⁻¹)			Rto medio (t ha ⁻¹)	
P1	P2	P3			I	II	III		
1	35	60	5	H02-1337	2.52	2.95	3.35	2.94	AB
2	30	74	16	H10-3056	2.78	2.67	2.68	2.71	AB
3	48	65	23	Huasteca 300	2.71	2.53	1.37	2.20	AB
4	39	68	14	H10-2935	3.49	2.33	3.23	3.02	AB
5	44	52	7	H98-1325	2.16	3.07	2.11	2.44	AB
6	31	66	13	H98-1521	4.00	3.09	3.62	3.57	A
7	43	71	20	H98-1240	2.09	2.90	3.15	2.71	AB
8	27	58	4	Tamesí	3.15	2.41	3.44	3.00	AB
9	36	62	22	Huasteca 400	1.25	2.34	2.59	2.06	AB
10	49	54	6	H98-2309	2.63	3.28	2.64	2.85	AB
11	28	69	12	H10-2884	3.49	3.15	3.99	3.54	A
12	42	56	3	H10-2431	1.92	2.53	2.36	2.27	AB
13	40	51	10	H02-1987	3.12	3.71	3.14	3.32	AB
14	34	64	21	H06-0560	1.95	2.53	2.86	2.45	AB
15	46	73	19	H10-2944	2.68	2.47	2.31	2.49	AB
16	38	57	1	Huasteca 600	3.35	3.17	4.25	3.59	A
17	26	55	8	Huasteca 100	2.49	2.86	2.19	2.51	AB
18	32	72	17	H10-2994	2.98	3.28	1.67	2.64	AB
19	47	70	15	H10-0076	2.07	2.63	3.28	2.66	AB
20	41	63	24	H06-1362	3.09	3.60	3.58	3.42	AB
21	37	75	18	H10-0556	2.94	2.02	2.52	2.49	AB
22	33	53	9	H02-2082	2.67	2.77	2.44	2.63	AB
23	45	67	11	H10-3057	2.79	2.71	2.08	2.53	AB
24	50	59	2	H02-1656	2.29	2.90	3.47	2.88	AB
25	29	61	25	Huasteca 200	3.30	2.53	3.10	2.98	AB

Conclusiones

Las cinco mejores líneas avanzadas evaluadas son: H98-1521, H10-2884, H06-1362, H02-1987 y H10-2935, que presentan características agronómicas y rendimientos aceptables de 3.57, 3.54, 3.42, 3.32 y 3.02 t ha⁻¹, respectivamente; los cuales es necesario evaluarlas en parcelas de validación para que puedan expresar su máximo potencial.

Referencias

- Estrada VJ. 2009. Producción de soya en suelos mecanizados de Yucatán. Boletín Técnico. Fundación Produce Yucatán A.C.
- Fuentes SH, Cordero D.J. 1983. Guía para fertilizar la soya bajo condiciones de temporal en Campeche. Folleto para productores No. 5. SARH-INIA-CIAPY- CAE Campeche. Campeche, Camp. México.10p.
- Maldonado MN et al. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. SAGAR-INIFAP-CIR Noreste. CE Sur de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas, México. 83p.
- Maldonado MN, Ascencio LG. 2010. Huasteca 200, variedad de soya de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para el trópico de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1: 707-714
- Ramírez V.M. 1978. Soya en Yucatán. Desplegable. CIAPY No. 9. SARH-INIA-CIAPY-CAE Uxmal. Mérida, Yucatán, México.
- SIAP, SAGARPA. 2018. < http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp> Fecha consulta: mayo de 2018.
- Soto R et al. 1990. Guía para producir soya de temporal en suelos a'kalche (vertisol) con drenaje superficial en Quintana Roo. Folleto para productores núm. 19. CIFAPQROO-INIFAP-SARH. Chetumal, Quintana Roo, México. 16p.
- Soto R et al. 1990. Guía para producir soya de temporal en suelos rojo (kan-kab) en Quintana Roo. Folleto para productores núm. 20. CIFAPQROO-INIFAP-SARH. Chetumal, Quintana Roo, México. 14p.
- Torres-Torres N, Tovar-Palacio AR. 2009. La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. Salud pública de México 51: 246-254.

Ácaros Oribátidos de una Selva Secundaria y un Cultivo de Maíz en el Ejido de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México

W. I. Che-Uc¹, L. Q. Cutz-Pool^{1*}, L. E. Armenta-Tirado² y S. E. Rosado-Martín¹.

Resumen. Se presentan datos sobre la diversidad y abundancia de ácaros oribátidos de suelo, de un sitio de Vegetación secundaria y otro de cultivo de maíz de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México. El estudio comprendió tres muestreos (mayo, junio y julio de 2012). En cada sitio, se calculó la riqueza de familias (S), los índices de diversidad de Shannon (H'), Equitatividad de Pielou (J') y, dominancia de Simpson (λ). Se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para evaluar el efecto del sitio de muestreo, sobre la densidad total de los oribátidos. El número total de familias fue de 21, variando de 21 para la vegetación secundaria a 16 en el sitio de cultivo de maíz. La mayor densidad se encontró en la vegetación secundaria. Oppidae y Galumnidae fueron las familias dominantes, y se encontró un efecto positivo significativo del sitio sobre sus densidades. La similitud entre comunidades de acuerdo con el índice de Jaccard fue del 76%.

Palabras clave: maíz, familias, similitud, oribátidos.

Introducción

Las modificaciones de los ecosistemas naturales a espacios agrícolas como el cultivo del maíz o cualquier otra práctica agrícola realizada en el suelo (Pérez-Pech y Cutz-Pool, 2015; Puc-Paz, 2016), limita las interacción existentes entre los diferentes organismos del suelo, así como disminuye la abundancia y diversidad de los organismos como los ácaros oribátidos (Schatzt, 1998; Behan-Pelletier, 1999; Gergócs y Hufnagel, 2009; Maribie et al., 2011), a su vez se afecta la disposición de los nutrientes del suelo y a la estructura y dinámicas de las redes tróficas.

¹TecNM / Instituto Tecnológico de Chetumal. Departamento de Ing. Química y Bioquímica. Av. Insurgentes No. 330 C. P. 77013. Chetumal Quintana Roo.

²TecNM / Instituto Tecnológico de los Mochis. Departamento d. Química y Biología. Boulevard Juan de Dios Batiz C.P.81259. Los Mochis Sinaloa (Programa / Verano de la Investigación Científica).

*Autor para correspondencia: wcheuc900813@gmail.com

Los ácaros oribátidos constituyen el grupo más importante de artrópodos de la fauna del suelo, tanto por su abundancia como por su diversidad en cualquier ecosistema (Norton *et al.*, 1988; Pérez *et al.*, 2014) y, por lo tanto, de gran interés desde el punto de vista de estudios sobre la biodiversidad y su utilización como bioindicadores de impacto en ecosistemas naturales y transformados (González *et al.*, 2003, Gergócs y Hufnagel, 2009; Maribie *et al.*, 2011). Estos pequeños artrópodos son muy abundantes en los suelos de los bosques y las selvas, alcanzando densidades hasta de 100 000 Ind/m² (Prieto-Trueba *et al.*, 1999; Norton, 1990), participan en el reciclaje de restos orgánicos en el suelo, a su vez que mantienen las concentraciones de hongos y nematodos favorables para el crecimiento de las plantas, ayudan a mantener la propia estructura del suelo, a través de sus excretas de manera que crean biopóros que contribuyen en la aireación del suelo y promueven la humificación por diseminación de la microflora descomponedora (Hendrix *et al.*, 1990; Maab *et al.*, 2015). En Quintana Roo, existen estudios donde se reportan una gran variación en la abundancia y riqueza de familias de ácaros oribátidos para distintos ecosistemas naturales y modificaos por actividad antrópica (Prieto-Trueba 1999; Tome-Reyna *et al.*, 2015, Vázquez-González *et al.*, 2016, Puc-Paz, 2016). El objetivo principal del presente trabajo fue el determinar la variación de la diversidad y abundancia de ácaros oribátidos de suelo, de un sitio de Vegetación secundaria y otro de cultivo de maíz de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la selva baja inundable (S.B.I.) (18° 28' 73'' N; 89° 03' 50.2'' W) ubicada en el ejido de Nicolás Bravo, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Con clima cálido subhúmedo con un régimen de lluvias de verano-intermedio y un alto porcentaje de lluvia invernal y presencia de sequía de medio verano, Ax' (w1) (i1) gw'' de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1973). El suelo corresponde al tipo gleysol (INEGI, 1984), con un alto contenido de arcilla (58%) por lo que existen problemas en el drenaje interno y superficial, llegando a anegarse hasta 50 cm o más en la temporada de lluvia. La vegetación está constituida por árboles que en su mayoría no sobrepasan los 10 m de altura, presentan troncos retorcidos y muchos de ellos presentan espinas (Orozco y Lot, 1976; Tun-Dzul 2007). Para llevar a cabo los muestreos sistemáticos en los meses de mayo junio y julio de 2012, se seleccionaron un sitio con vegetación secundaria y otro de cultivo de maíz en los cuales se establecieron transectos de 50 m de largo, tomándose 10 muestras de suelo de dimensiones de 225 cm² por cada sitio para un total de 60 muestras. Mismas que fueron procesadas en los embudos de Berlesse-Tullgren, durante una semana, modificados sin fuente de luz artificial en el laboratorio de Zoología del Instituto Tecnológico de

Chetumal. Los organismos fueron contabilizados y clasificados. La separación se realizó con un microscopio estereoscópico y la identificación taxonómica se efectuó con un microscopio óptico con ayuda de claves dicotómicas a nivel familia de Norton (1990), Balogh y Balogh (1988, 1990), Vázquez-González (1999). Se calcularon las abundancias relativas, la riqueza y la diversidad de las familias de oribátidos se estimó utilizando el programa Past 1.38, calculando el índice de Shannon-Weiner (H') y dominancia de Simpson ($1/\lambda$) (Magurran, 1988; Moreno, 2001). La similitud entre los sitios se realizó mediante el índice de similitud de Jaccard (Moreno, 2001). La comparación entre la diversidad para los sitios de muestreo se realizó por medio de una prueba t de student (Moreno, 2001). El efecto del sitio de muestreo en los grupos estudiados se determinó con un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, los datos de abundancia fueron normalizados (Zar 1984). Las pruebas estadísticas se realizaron en el programa STARGRAPHICS Plus versión 5.0 (Manugistics Inc 1994-2001).

Resultados y discusión

Se recolectaron 60 muestras de las que se documentaron un total de 1,094 ácaros oribátidos y que representan 21 familias. De estos 971 organismos se registran para la de vegetación secundaria con todas las familias, y 123 para el cultivo de maíz con solo 16 familias (Cuadro 1). Las familias que presentaron el mayor número de organismos fueron Oppidae, Galumnidae, Scheloribaidae, Haplozetidae, Hypochthonidae y Ceratozetidae quienes representan el 83% del total de los oribátidos. Las familias Oppidae, Galumnidae y Scheloribatidae se registraron para los tres meses de colecta con valores de abundancia muy notoria en la vegetación secundaria (Cuadro 1; Figura 1). Oppidae se reporta como la familia de mayor abundancia por Genoy (2013) para seis sistemas de uso de suelo en Colombia. La distribución de la riqueza de familias estuvo representada por 21 para la vegetación secundaria, y 16 en el cultivo de maíz (Cuadro 1). El número de familias reportadas en este trabajo es superior a lo registrado por Tome-Reyna *et al.* (2015) quienes documentan 13 familias para tres sitios con distinto tipo de vegetación para la bahía de Chetumal, Quintana Roo. Por otra parte, es inferior a lo registrado por Puc-Paz (2016) para cuatro sitios con distinto uso de suelo para el ejido de Petcacab Quintana Roo con 37 familias.

El análisis de varianza (ANOVA de una vía) indicó que existe un efecto significativo del sitio de colecta sobre la distribución de las abundancias de los ácaros oribátidos con un nivel de confianza del 95%, es decir hay diferencia entre las medias de los sitios estudiados ($F_{59}= 22.54$, $p < 0.05$; Figura 2). Estos resultados fueron semejantes a lo reportado por Tome-Reyna *et al.* (2015) al documentar un efecto del sitio sobre la densidad de los oribátidos de tres sitios con distinta vegetación en la bahía de Chetumal.

De acuerdo con los datos obtenidos indican que el sitio con el cultivo de maíz registró el valor de diversidad más alto con $H' = 2.23$, aunque es el que registró menor riqueza de familias ($S = 16$), y presenta un valor de dominancia alto ($\lambda = 0.86$) comparado con lo del sitio de vegetación secundaria (Cuadro 1). La prueba de t mostró que no existen diferencias significativas entre los índices de diversidad para los sitios vegetación secundaria vs. Cultivo de maíz ($t_{176.16} = -1.84$, $p > 0.05$). Al relacionar el número de familias en común, con la media aritmética de las familias, en los dos sitios, y siguiendo la comparación entre los sitios, se obtiene el porcentaje de semejanza, del 76%, en la composición de las comunidades de ácaros oribátidos entre la vegetación secundaria vs. Cultivo de maíz. Lo que indica que existe una modificación en la composición de las comunidades entre los sitios estudiados, tal como lo documenta Tome-Reyna *et al.* (2015) al estudiar la estructura de la comunidad de aribátidos en tres tipos de vegetación costera en Quintana Roo. De tal forma que, el asentamiento de las comunidades de oribátidos en sitios determinados puede estar condicionado por variables como el tipo de vegetación, cobertura vegetal, suelo y perturbación del sitio de muestreo de acuerdo con Behan-Pelletier (1999), González *et al.* (2003), Prieto-Trueba *et al.* (1999, 2005) y Robaina *et al.* (2010).

Cuadro 1. Abundancia, riqueza y diversidad de las familias de oribátidos en una vegetación secundaria y cultivo de maíz en Nicolás Bravo Quintana Roo.

Familias/Sitio de colecta	V S	C. M	TOTAL (%)
Archeonothridae	9	2	11 (1)
Hypochthoniidae	46	1	47 (4.29)
Lohmannidae	27	0	27 (2.46)
Epilohmanniidae	4	1	5 (0.45)
Phthiracaridae	8	4	12 (1.09)
Malaconothridae	3	0	3 (0.27)
Nanhermanniidae	1	6	7 (0.63)
Nothridae	5	1	6 (0.54)
Hermanniellidae	13	2	15 (1.37)
Cepheidae	2	0	2 (0.18)
Microzetidae	33	2	35 (3.19)
Eremobelbidae	5	6	11 (1.)
Eremulidae	8	1	9 (0.82)
Carabodidae	24	3	27 (2.46)
Oppidae	307	26	333 (30.43)
Charassobatidae	6	0	6 (0.54)
Haplozetidae	32	16	48 (4.38)
Scheloribatidae	146	25	171 (15.63)
Ceratozetidae	32	8	40 (3.65)

Galumnidae	257	19	276(25.22)
Liodidae	3	0	3 (0.27)
Abundancia	971	123	1094
Riqueza	21	16	
Diversidad H'	2.02	2.23	
Dominancia	0.79	0.86	



Figura 1. Abundancias relativas de las principales Familias de oribátidos colectadas en dos sitios de Nicolás Bravo Quintana Roo.

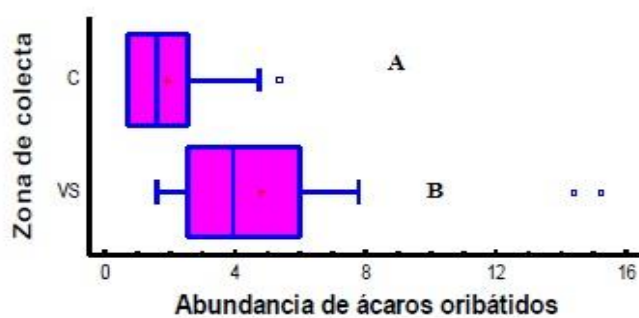


Figura 2. Variación de la abundancia de ácaros oribátidos con respecto a los sitios de colecta. Letras diferentes denotan diferencias significativas de acuerdo a la prueba post hoc de Tukey ($p < 0.05$).

La vegetación secundaria, sitio que presentó la mayor abundancia y riqueza de familias de oribátidos, es ocupado como hábitat por estos organismos, debido a la caída de hojarasca de los árboles que se ha acumulado paulatinamente, permitiendo de cierta manera la permanencia de los ácaros. De acuerdo con Prieto *et al.* (2005), establecen que los bosques maduros y selvas tropicales con abundante hojarasca son los ambientes mayormente habitados por los oribátidos y que contribuyen en el proceso de la descomposición de la materia orgánica. Por otro lado, la menor abundancia y riqueza de los ácaros del suelo que presenta el cultivo de maíz, se debe a las actividades propias que se realizan como agroecosistema en dicho sitio, lo que afectó a las poblaciones de los oribátidos. Por lo que, abundancia, riqueza y diversidad de estos ácaros se reduce a medida que se incrementa las prácticas en las labores del sistema agrícola (Gergócs y Hufnagel, 2009; Genoy *et al.*, 2013). Por otra parte, las abundancias, la riqueza de familias tan alta, así, como la distinta composición faunística entre los sitios se debió a la cobertura vegetal que es mayor en la selva secundaria comparado con el cultivo de maíz como ecosistema transformado (Prieto-Trueba *et al.*, 2005; Gergócs y Hufnagel, 2009; Tome-Reyna *et al.*, 2015; Puc-Paz, 2016).

Conclusión

Se presentan 21 familias de ácaros oribátidos de suelo, en los dos sitios con diferente uso para una porción de selva baja de Nicolás Bravo Quintana Roo. Las cuales representan el 20% con respecto a la riqueza Nacional y el 12% a nivel mundial. La vegetación secundaria presentó mayor riqueza y abundancia de ácaros con relación al cultivo de maíz, donde se evidenció un efecto negativo de la fauna de ácaros debido a las actividades propias como agroecosistema, ocurriendo lo contrario con la diversidad. Lo anterior se debió a que la selva secundaria presente una complejidad estructural, así como mayor cobertura en la diversidad de especies vegetales, lo que permitió un mayor aporte de biomasa de hojarasca y su vez favoreció la conservación de la humedad adecuada para albergar una mayor abundancia y riqueza de estos organismos, contrario a lo que ocurre en el cultivo de maíz, por tener menor cobertura y disposición de la materia orgánica de la escasa vegetación allí existente, afectando de esta forma a las comunidades de los ácaros oribátidos. La composición faunística es alterada entre estos dos sitios al documentarse el 76% de similitud de tal modo que cada sitio presenta su propia composición. Estos resultados abren la posibilidad de utilizar a los ácaros como indicadores biológicos, dado que nos aportan información sobre el grado de disturbio que ocurre en el suelo que existe en el cultivo de maíz, que como agroecosistema está siempre en constante presión antrópica.

Agradecimientos

Agustín Cuellar y familia por el transporte y facilitarme su parcela para realizar este estudio, a Rahuel Chan Chable por su apoyo en la colecta de campo.

Referencias

- Balogh J, Balogh P. 1988. *Oribatid Mites of the Neotropical Region I*. Vol. 1. Editorial Elsevier, Budapest, Hungary. 335 p.
- Behan-Pelletier VM. 1999. Oribatidmites biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74: 411-423.
- García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen: (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- Genoy YM, Castillo JAF, Bacca T. 2013. Ácaros oribátidos presentes en seis sistemas de uso del suelo en Obonuco, Pasto (Nariño). *Boletín Científico museo de historia natural* 17(2): 60-69.
- González V, Díaz M, Prieto D. 2003. Influencia de la cobertura vegetal sobre las comunidades de la mesofauna edáfica en parcelas experimentales de caña de azúcar. *Revista Biología* 17: 18-25.
- Gergőcs V, Hufnagel L. 2009. Application of Oribatid Mites as indicators (Review). *Applied Ecology and Environmental Research* 7(1): 79-98.
- INEGI. 1984. Carta Edafológica, Chetumal E-16-4-7, escala 1: 250,000. 1ª. Ed. México, D.F.
- Maab S, Caruso T, Rillig MC. 2015. Functional role of microarthropods in soil aggregation. *Pedobiología* 58: 59-63.
- Manugistics Inc. 1994-2001. Statgraphics Plus version 5.0 user manual Rocvill: Autor.
- Magurran A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Maribie CW et al. 2011. Abundancia y diversidad de ácaros del suelo en un gradiente de tipo uso del suelo en Taita Taveta, Kenia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 11-26
- Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T.-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Norton RA. 1990. Acarina: Oribátida. En: Dindal, D. L. *Soil Biology Guide*. Wiley. New York.
- Palacios-Vargas JG, Mejía-Recamier BE. 2007. Técnicas de colecta montaje y preservación de microartrópodos edáficos. *Las prensas de Ciencias*. México, D.F. 74 p.
- Pérez TM et al. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 399-407.
- Pérez Pech WA, Cutz-Pool LQ. 2015. Estructura y sucesión de la fauna de artrópodos edáficos asociados al cultivo tradicional de maíz, en José María Morelos, Quintana Roo, México. *Revista Ingeniantes* 2(1): 24-27
- Prieto-Trueba D, Vázquez-G MM, Rodríguez-Aragónés C. 1999. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 46 (3): 489-492.
- Prieto-Trueba D, González C, Tcherva T. 2005. Microartrópodos asociados a la hojarasca de un bosque Semideciduo de Bacunayagua, Matanzas, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 19 (1-2): 57-65.
- Puc-Paz WA. 2016. Variación espacial de ácaros oribátidos en cuatro áreas con distinto uso de suelo en el ejido de Petcacab, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Chetumal.

- Robaina N, Socarrás AA, Pérez D. 2010. Importancia de la cobertura vegetal para el mejoramiento de la diversidad biológica del suelo. *Agricultura orgánica* 2: 30-31.
- Tome-Reyna SA, Cutz-Pool LQ, Ortiz-León HJ. 2015. Variación espacio-temporal de ácaros (Cryptostigmata) en puntos estratégicos de la bahía de Chetumal Quintana Roo, México. *Revista Ingeniantes* 1(2): 58-64.
- Tun-Dzul FJ. 2007. La estacionalidad de la Selva Baja Inundable: Su Análisis mediante Percepción Remota. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 96 p.
- Zar HJ. 1984. *Biostatistical Analysis*. Segunda edición. Prentice Hall. Englewood Cliff

Rescate y Conservación *In situ* del Tomate Criollo (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Bajo un Agroecosistema

S.G. Bautista-Parra^{1*}, W.I. Cen-Chale², J.L. Mazun-González

Resumen. El tomate zocato criollo (*Lycopersicum esculentum* Mill), es un cultivo que se produce bajo agroecosistema tradicional como la milpa, solares y huertos de traspatio; representa para las comunidades rurales de la entidad un producto básico solo para su autoconsumo, ya que esta variedad es poco aceptada para su comercialización debido a sus características morfológicas, es por ello que es cada vez desplazada por nuevas variedades mejoradas. El presente trabajo tuvo como objetivo el rescate, así como la caracterización de la especie con el fin de conservarla *in situ*, para ello se colectaron tres ecotipos del tomate criollo de tres regiones del estado de Yucatán, los municipios de (Chac'sinkin, Peto y Maní) en su hábitat natural y posteriormente se estableció en el campo para su observación y evaluación. Durante el cultivo se distribuyó la planta en bloques al azar de a 15 plantas por ecotipo distribuidas en tres tratamientos por cinco repeticiones. De esta manera se pudo generar información validada tomando en cuenta, la conservación del material criollo recolectados, días a la cosecha, número de frutos, peso del fruto y tolerancia a la virosis y establecer un banco de germoplasma con estos materiales criollos.

Palabras clave: criollo, germoplasma, tomate, agroecosistemas.

Introducción

El tomate zocato criollo *Lycopersicum esculentum* Mill. conocido comúnmente como tomate es una especie de planta herbácea del género *Solanum* de la familia *Solanaceae* es nativa del centro y Sudamérica y su uso como comida se habría originado en México hace unos 2,500 años Esquinas y Nuez (2001).

¹Docente del Instituto Tecnológico de Conkal

²Colaborador del Proyecto,

³ Estudiante de Licenciatura del ITC,

*Autor para correspondencia: sgermanbautista@hotmail.com.mx

En Yucatán aproximadamente unas cinco hectáreas de tomate criollo son cultivadas para el consumo regional por unos pocos agricultores que producen su propia semilla Wilbert *et al.* (2011) La introducción de nuevas variedades e híbridos de tomates hace que se desplacen los materiales criollos de las regiones y encarezcan los procesos productivos, ya que se presentan materiales de mejor calidad, con resistencia a plagas y enfermedades Jaramillo *et al.* (2007).

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el municipio de Conkal, Yucatán. Ubicado en la Ex carretera Mérida - Motul km. 17.3 en la unidad lol'ic (Flor de chile), A 300 Instituto Tecnológico de Conkal, frente la hacienda San Antonio Holactun, en Conkal, Yucatán. El Material genético que se utilizó para el presente proyecto son semillas del Tomate Zocato indio o criollo (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Provenientes de tres lugares en la región: Peto, Chac'sinkin (Tekax) y Maní. Para el presente trabajo se investigó, el nombre de los productores, ubicación en algunos municipios, que todavía trabajan y conservan estos materiales criollos, para su propia autosuficiencia familiar, ya que es el lugar indicado para recolectar el fruto o semilla del Tomate zocato, macizo, rosa'pac (tomate rosa), paki'cool (tomate de milpa). Para la recolección de las semillas se tuvo en cuenta la maduración de los frutos para la extracción de la semilla, así como su localización de la planta, ya que la diferente posición en la inflorescencia puede dar lugar a una maduración escalonada de las semillas. Se utilizo un diseño experimental de bloques al azar de 15 plantas por ecotipo distribuidas en tres tratamientos por cinco repeticiones.

Resultados y discusión

Días a floración

Como resultado a los días a la floración el rosa pak o zocato criollo , inicio la floración a los 22 días, chac'sinkin a los 31 días y el de maní a los 28 días, sin embargo al terminar de florecer, se pudo observar que al inicio del amarre (fructificación), el tipo de ovario con características del zocato o rosa pak, con las características originales de este material, esto se pudo observar desde el ovario de las flores, lo cual se logró un excelente resultado de esta colecta, para conservar este cultivar.

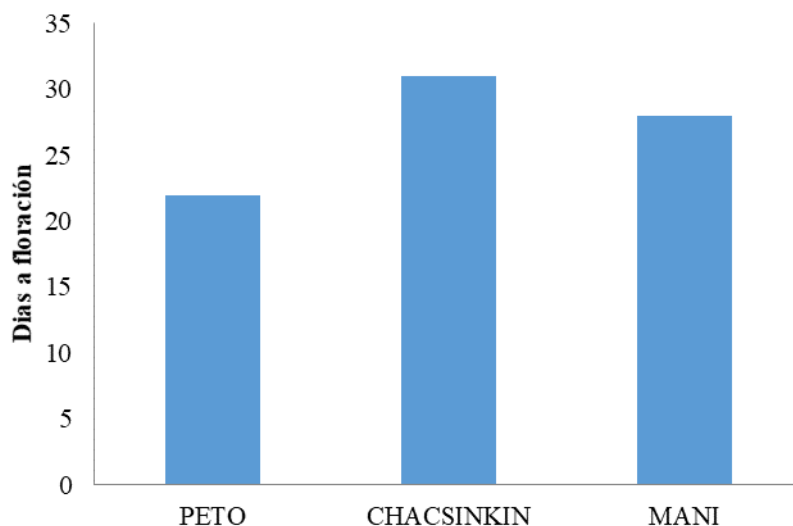


Figura 1. Días a floración de los materiales colectados.

Para el rendimiento como tomate verde sazón, se obtuvo a los 60 días, para los tres materiales criollos (Peto, chacsinkin y Maní), en cuanto al inicio de la coloración a los 85 a 90 días, para ambos materiales, con un rendimiento promedio de 93 frutos y un peso de 9,114 kg para el material de Peto, Chac'sinkin con 85 frutos, con peso de 8,330 kg y por último el Maní con 80 frutos y un peso con 7,840 kg respectivamente.

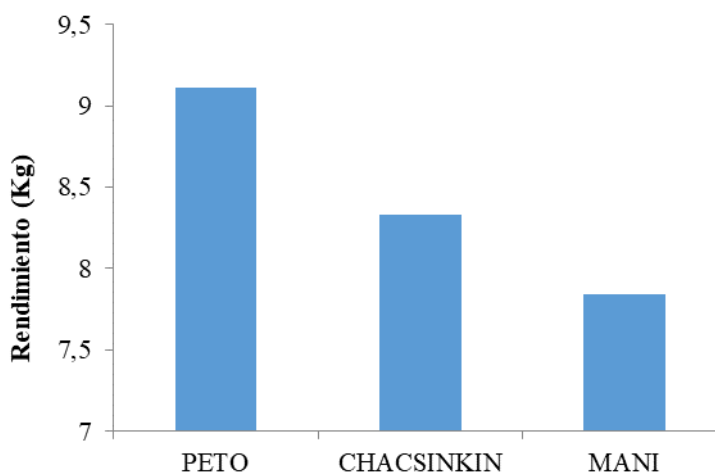


Figura 2. Rendimiento del tomate, variedad criolla.

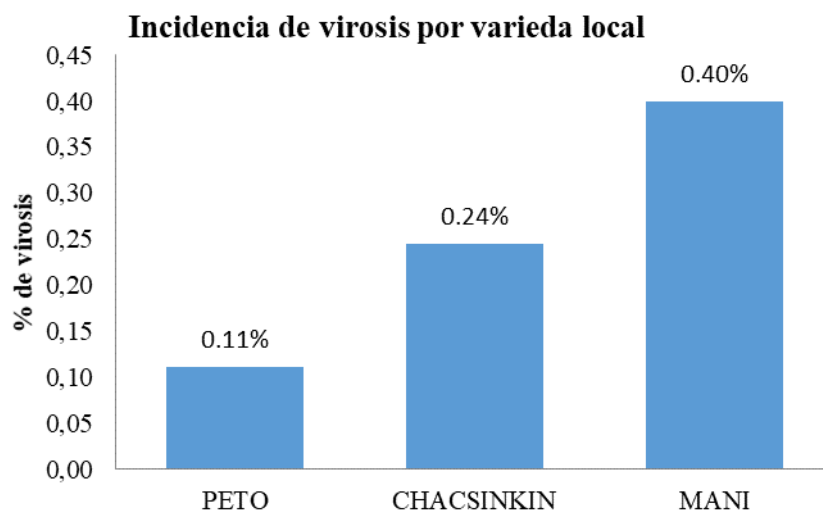


Figura 3. Incidencia de virosis en el tomate, variedad criolla

Para el caso de los tres materiales establecidas en campo, el porcentaje de virosis observadas a los 30 días de haber trasplantadas, en la cual 11% de virosis, para el peto, para el chacsinkin con 0.24% y el maní con 0.40% de virosis respectivamente

Conclusiones y recomendaciones

El tomate zocato (*Lycopersicum esculentum*) en la actualidad se encuentra en peligro de extinción debido a diferentes causas tales como la falta de interés por cultivar la especie, la introducción de nuevos híbridos, vida de anaquel, poca aceptación y el bajo precio de comercialización la finalidad del presente es contribuir a la caracterización de la especie y a su futura conservación *in situ* en bancos de germoplasma.

Se logró la multiplicación y extracción de semillas para iniciar con el establecimiento de un banco de germoplasma y una futura propagación a campo abierto.

No existen fuentes de información confiables donde adquirir semillas de tomate zocato (*L. esculentum*), para establecer en lotes de producción por lo que se conviene iniciar un programa de producción de semilla que permita obtener semilla de excelente calidad y de esta manera propagar la semilla que presente características agronómicas rentables que en un futuro servirá para el establecimiento en campo de la región y también contribuya a el mejoramiento genético de esta especie.

Referencias

- Balam EW, Yañes MM. 2012. Análisis preliminar fitopatológico de semilla de tomate criollo (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Colegios posgraduados. Montecillos.
- Esquinas AJ, Nuez FV. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: El Cultivo del Tomate. F. Nuez. Mundi Prensa. España 13-42 pp.
- Jaramillo J et al. 2007. Manual técnico Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate. CTP Print. Medellín, Colombia. 315 p.

Caracterización Varietal de Dos Ecotipos de Chile Xcat ik (*Capsicum annuum*) del Estado de Campeche

C.C. Castillo-Aguilar¹, M. Jiménez Arcos², R. A. Chiquini-Medina^{3*}, V.H. Quej-Chí¹, J. Lara-Reyna¹

Resumen. El objetivo de la presente investigación fue coleccionar y caracterizar varietal y molecularmente dos ecotipos de chile Xcat ik del Estado de Campeche. La colecta de los ecotipos de chile se realizó durante 2016 en las localidades de Tankunché (Ecotipo 1) y Nunkiní (Ecotipo 2) municipio de Calkiní, Campeche. La caracterización varietal se realizó *In situ* y se basó en los descriptores del Instituto Internacional de Recursos Genéticos (IPGRI). Las variables consideradas fueron cualitativas y cuantitativas, en etapa plántula y planta: hoja, tallo, flor, fruto y semilla. Los ecotipos de chile Xcat ik presentaron diferencias en hipocotilo, pubescencia del tallo, largo y ancho de la hoja, color de la hoja, posición de flor, color del filamento, tamaño del fruto, rugosidad del fruto, forma del fruto, grosor del pericarpio, longitud y diámetro de la semilla, peso de 1000 semillas y número de semillas por fruto.

Palabras claves: varietal, molecular, patogenicidad, capsaicinoides.

Introducción

El género *Capsicum* en México es ampliamente distribuido con gran variabilidad morfológica y genética (Hernández, 2011); sin embargo, la erosión genética de los recursos fitogenéticos está presente, disminuyendo la diversidad. La pérdida de la variación de *Capsicum* spp. se considera un aspecto cultural debido a que es un factor que ha mantenido y generado la diversidad genética básica.

¹Profesor investigador del Colegio de Postgraduados. Campus Campeche. Carretera Haultunchén Édzna Km 17.5. Sihochac, Champotón, Campeche.

²Estudiante de licenciatura. Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 s/n entre 22 y 28. Chiná, Campeche. CP.

³Profesor. Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 s/n entre 22 y 28. Chiná, Campeche.

*Autor de correspondencia: ricardochiquini@yahoo.com.mx

Campeche junto con parte de la península de Yucatán cuentan con una amplia variabilidad genética del género *Capsicum* (Martínez, 2000), la cual presenta una fuerte erosión como consecuencia de la pérdida de los sistemas tradicionales y la modernización rural. La caracterización morfológica es el componente inicial para el estudio de la diversidad, permitiendo la descripción, identificación y diferenciación de grupos genéticos de chile. En este sentido, uno de los tipos de chile tradicionalmente cultivados es el chile Xcat ik, con aroma, sabor y picor ligero característico, pero que con el tiempo está siendo desplazado por el chile güero del centro del país, trayendo como consecuencia una pérdida de su diversidad. Con base a lo anterior, se realizó un trabajo de investigación con el objetivo de coleccionar, reproducir y caracterizar morfológicamente diferentes tipos de chile silvestre y variedades criollas entre ellos el chile Xcat ik.

Materiales y métodos

La caracterización varietal *Ex situ*, se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados Campus Campeche, localizado en la carretera Federal Haltunchén-Édzna, Km. 17.5, C.P. 24450, con coordenadas 19° 29'53.34" latitud norte y 90° 32'46.65" longitud oeste. Se coleccionaron frutos de chile Xcat ik en las comunidades de Nunkiní y Takunche municipio de Calkiní, Campeche. Las semillas de los frutos coleccionados fueron sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat Moss. Las plántulas fueron regadas con regadera. Se fertilizaron a partir de la aparición del primer par de hojas verdaderas tres veces por semana con fertilizante triple 18 un gramo de por litro de agua. El trasplante se realizó a los 45 días después de la siembra. Las plántulas fueron trasplantadas en condiciones de invernadero con fertirriego. Se llevó un manejo integrado de plagas y enfermedades evitando enfermedades virales y/o pérdidas de plantas por pudriciones de la raíz. El suministro de agua y nutrición se efectuó mediante riego por goteo. La fertilización se realizó dos veces por semana, con una la fórmula 100-50-100 (N-P-K). Para la evaluación morfológica de los ecotipos se utilizó la guía Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.) del IPGRI, CATIE, AVRDC (1995). Se midieron un total de 54 variables, 15 cuantitativas y 39 cualitativas, que incluyó características de plántula, planta, flor, fruto y semilla. El análisis de la información morfológica obtenida se realizó de forma numérica descriptiva.

Resultados y discusión

Plántula

Los resultados para esta etapa de crecimiento indicaron que los ecotipos de chile Xcat ik en plántula son muy parecidos; sin embargo, pudieron observarse características diferenciales como la presencia de antocianinas en el hipocotilo, así como pubescencia en el tallo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de la plántula de ecotipos de chile Xcat ik evaluados *Ex situ* en condiciones de invernadero

Característica	Ecotipo 1	Ecotipo 2
Antocianinas en el hipocótilo	Presente	ausente
Color del hipocótilo	Morado	blanco
Pubescencia del hipocótilo	Media	escasa
Color de la hoja de los cotiledones	verde	Verde
Forma de la hoja cotiledónea	lanceolada	lanceolada
Longitud hoja cotiledónea	24.26 +/- 1.25 mm	28.25 +/- 1.57 mm
Ancho de la hoja cotiledónea	8.53 +/- 0.56 mm	9.63 +/- 1.36 mm

Los datos hallados resultan interesantes ya que la etapa de plántula generalmente no es considerada en estudios de descripción morfológica y diversidad genética; sin embargo, de acuerdo a lo hallado, es posible encontrar diferencias para esta etapa de crecimiento a partir de una muestra de diferentes poblaciones (ecotipos) de chile Xcat ik.

Tallo y hojas

Los ecotipos de chile Xcat ik evaluados, presentaron como principales diferencias morfológicas la presencia de antocianinas en los nudos del tallo (ecotipo 1), pubescencia del tallo (ecotipo 1) y el color de la hoja más oscuro para el ecotipo 1 en comparación con el color verde más tenue del ecotipo 2 (Cuadro 2). Los resultados están de acuerdo a lo establecido por Luna-Ruiz *et al.* (2012) quienes al evaluar colectas de chile encontraron variación en hojas, ramas, tallos, y pubescencia. Adicionalmente, en el presente trabajo el largo y ancho de la hoja, presentaron diferencias numéricas entre ecotipos (Cuadro 2), por lo que se puede considerar que la caracterización morfológica permite definir aquellos caracteres que pueden diferenciar diversos ecotipos, como el tipo de hoja, la longitud y ancho de la hoja y el hábito de crecimiento tal y como lo consideran Moreno-Pérez *et al.* (2011); resultados similares respecto al largo y ancho de las hojas fueron hallados por Narez *et al.* (2014),

considerando estas variables como características diferenciales morfológicas en *Capsicum* spp.

Flor

Las características morfológicas diferenciales de flor de los ecotipos de chile Xcat ik evaluados fueron la posición de la flor y el color del filamento, resultados similares a lo hallado por Alonso *et al.* (2008) en evaluaciones de chile en el estado de Chiapas para el filamento floral y Luna-Ruiz *et al.* (2012). La diversidad en morfología de la flor también fue hallada por Luna-Ruiz *et al.* (2012) quienes hallaron como caracteres diferenciales en *Capsicum* spp el número de flores por axila, y la longitud del filamento.

Cuadro 2. Características de hoja y tallo de dos ecotipos de chile Xcat ik evaluados *Ex situ* en condiciones de invernadero.

Característica	Ecotipo 1	Ecotipo 2
Hábito de crecimiento	semierecta	semierecta
Ciclo de la planta	Anual	anual
Color del tallo	Verde con rallas púrpuras	verde
Antocianinas en el nudo (toda la planta)	presente	presente
Forma del tallo	angular	angular
Pubescencia del tallo	densa	escasa
Altura de la planta	66 – 85 cm	66 – 85 cm
Planta longitud del tallo (cm)	1.60	1.40
Densidad de ramificación	intermedio	intermedio
Densidad de hojas	intermedio	intermedio
Amacollamiento	denso	denso
Densidad de las hojas	intermedio	intermedio
Forma de la hoja	oval	oval
Longitud de la hoja (cm)	13,61 + - 1,62	11.32 + /- 1.40
Ancho de la hoja (cm)	5,69 + - 7,05	5,02 + - 3,99
Longitud del peciolo	largo	largo
Color de la hoja	Verde oscuro	Verde
Ampollado de la superficie	medio	medio
Margen de la lámina	Ligeramente ondulada	Ligeramente ondulada
Pubescencia de la hoja	media	Media

Cuadro 3. Características de flor de dos ecotipos de chile Xcat ik evaluados *Ex situ* en condiciones de invernadero.

Característica	Ecotipo 1	Ecotipo 2
Días a floración	70 ddt	65 ddt
Flor: posición	pendiente	erecta
color de las anteras	violácea	violácea
color del filamento	blanco	verde claro
Antocianinas en el cáliz	ausente	ausente
esterilidad masculina	ausente	Ausente
flores por axila	una	una
Color de la corola	blanca	blanca
mancha de la corola	ausente	ausente
Forma de la corola	Redonda	redonda
Longitud de la corola (cm)	> 2.5 cm	> 2.5 cm
Exserción del estigma	excerto	excerto
Esterilidad masculina	ausente	ausente
Margen del cáliz	dentado	dentado
Constricción anular del cáliz	ausente	ausente

La observación de las flores con el microscopio esteroscópico y su conexión con la computadora es una herramienta que debe usarse en las caracterizaciones morfológicas de flor, técnica que permitió definir para el chile Xcat ik flores con coloración blanca, cinco pétalos extendidos, cinco estambres con tintes violáceos azules y un estigma de coloración blanquecina.

No obstante, las diferencias morfológicas para flor encontradas, la similitud observada entre los ecotipos de chile Xcat ik evaluados es una medida de la pérdida diversidad, pérdida originada en parte por la siembra de variedades uniformes como el chile güero y otros tipos de chile. Sin embargo, aún pueden hallarse ecotipos criollos de chile Xcat ik en diferentes comunidades rurales, ecotipos con características propias que deben estudiarse y conservarse como acervo genético.

Fruto

Uno de os órganos de la planta de chile el cual es citado con mucha frecuencia por la presencia de variación es el fruto. Los resultados de la presente investigación señalan como características morfológicas diferenciales del fruto de chile Xcat ik a los días a cosecha, tamaño del fruto, forma del fruto, color del fruto antes de la madurez, la rugosidad, el grosor del pericarpio y el color rojo a madurez (Cuadro 4). Estas características permitieron diferenciar los ecotipos evaluados, las cuales han sido citadas por diferentes autores. Así Alonso *et al.* (2012) encontraron diferencias en diámetro, largo y peso de fruto. Rodríguez-García *et al.* (2011) añaden la forma del

fruto y forma del ápice del fruto y forma del fruto en unión con el pedicelo coincidiendo con lo hallado por (Narez-Jiménez *et al.*, 2014). Tradicionalmente el chile X cat ik tiene características que los distinguen de otros chiles; sin embargo, la diversidad genética existente aún en el estado de Campeche y península de Yucatán permiten encontrar diferencias morfológicas entre ecotipos.

Cuadro 4. Características del fruto de los ecotipos de chile Xcat ik evaluados).

Característica	Ecotipo 1	Ecotipo 2
Días a fructificación	90 días	80 días
Tiempo a inicio de maduración	100 días	95 días
Periodo de fructificación	3 meses	2 meses
Fruto: forma	elongado	elongado
Forma del ápice del fruto	Puntado - romo	Puntado-rombo
Fruto: color antes de la madurez	verde	Amarillo alimonado
Color en la madurez	Rojo	rojo
intensidad del color en la madurez	oscuro	medio
Presencia de antocianinas	ausente	ausente
Fruto: posición	pendiente	erecto
Fruto: brillantez	medio	medio
Textura	rugosa	semirrugosa
Sabor	pungente	Ligeramente pungente
	Dos a tres	dos
	elíptica	elíptica
	intermedio	intermedio
	medio	medio
	Presente (12,356.7 SHU)	Presente (7,035.6 SHU)
	> ½ de long. Del fruto	> ½ de long. Del fruto
	dentado	intermedio
	ausente	ausente
	naranjado	naranjado
	ausente	ausente
	alto	alto
Número de lóculos		
Forma de la sección transversal		
Arrugamiento sección transversal		
Fruto: grosor del pericarpio		
Contenido de capsaicina en la placenta		
Posición de la placenta		
margen del cáliz		
Antocianinas en el cáliz		
Color en el estado intermedio		
Vestigios de floración		
Cuajado del fruto		



Semilla

La caracterización de la semilla de los ecotipos de chile Xcat ik presentó evidencias de diferencias morfológicas tales la longitud y el diámetro de la semilla, peso de 1000 semillas y número de semillas por fruto (Cuadro 5). Estas diferenciales coinciden con lo hallado en otros trabajos para el género *Capsicum* para diámetro de las semillas

(Rodríguez García *et al.*, 2011) y peso y número de 1000 semillas (Alonso *et al.*, 2000). los resultados hallados indican que es posible encontrara diferencias entre el tamaño de las semillas no obstante se trate del mismo tipo de chile o el tamaño de este.

Cuadro 5. Características del fruto de los ecotipos de chile Xcat ik evaluados).

Característica	Ecotipo 1	Ecotipo 2
Color de la semilla	Amarillo (paja)	Amarillo (paja)
Superficie de la semilla	Semirugosa	semirugosa
Tamaño de la semilla	Medio	medio
Longitud de la semilla (mm)	4.39 +/- 0.36	4.54 +/- 0.30
Diámetro de la semilla	4.31 +/- 0.29	4.64 +/- 0.28
Peso de 1000 semillas	6.87 g	7.06 g
Núm. de semillas por fruto	131.29 + / - 39.45	95 + / - 34.18

Conclusiones

El chile Xcat ik puede presentar diferencias morfológicas de los órganos de la planta, lo que indica la existencia de diferentes ecotipos y con ello diversidad genética la cual debe ser conservada, reproducida y utilizada en programas de mejoramiento genético de acuerdo a los usos y costumbres de la península de Yucatán

Referencias

- IPGRI, AVRDC, CATIE. 1995. Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.). Instituto Internacional de Recursos Genéticos, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales, Taipei, Taiwan y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Hernández VS. 2011. Los parientes silvestres del chile: su importancia biológica y cultural. *In: El chile: Protagonista de la independencia y la revolución*. Richterich, K. (Coord. Edi.). México: Fundación Herdez. pp.21-26
- Martínez VR. 2000. Estudio morfológico de 34 especies de chile (*Capsicum annuum* y *C. chinense*) en Yucatán. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, Yucatán. 44 p.
- Alonso RA et al. 2008. Evaluación *In situ* de la variabilidad genética de los chiles silvestres (Capsicum spp) En la región de la Fraylesca del estado de Chiapas, México. Cultivos Tropicales. 29(2): 49-55.
- Narez-Jiménez CA et al. 2014. Colecta y caracterización *In situ* de chiles (*Capsicum* spp) Cultivados en Tabasco, México. Revista Chapingo, Serie Agricultura 20(3): 269-281.

- Luna-Ruíz JJ et al. 2012. Avances en la multiplicación, caracterización y evaluación de chiles silvestres (*Capsicum* spp) colectados en diversas regiones de México. En: [http://onvestigación.uaa.-mx/seminario/memoria-Abstract/13seminario/ponencia](http://onvestigación.uaa.mx/seminario/memoria-Abstract/13seminario/ponencia)
- Rodríguez-García A. H Rivera Rojas, J Cisne-Contreras, A Benavides –González. 2011. Caracterización y evaluación preliminar de 14 accesiones de chile (*Capsicum* spp). La Calera 4(4): 23-28
- Moreno-Pérez EDC et al. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) del centro-norte de México. Revista Chapingo, Serie horticultura, 17(1): 23-30.

Técnicas de Diagnóstico Participativo para la Caracterización Socioeconómica

N. G. Uzcanga-Pérez^{1*}, A. Maya-Martínez²

Resumen. La investigación se realizó en el ejido de Nuevo Progreso Calakmul, Campeche con la aplicación de dos técnicas de diagnóstico participativo comunitario para identificar aspectos generales y sociales de una comunidad. La mayoría de los pobladores 52% son avecindados y el resto 42% son ejidatarios con una superficie ejidal de 50 ha cada uno. El esquema de producción que prevalece es de una agricultura campesina. Entre las principales actividades socioeconómicas destacan el cultivo de maíz de grano blanco, chile jalapeño y calabaza chihua en alternancia con la ganadería y la producción miel, productos que son comercializados localmente. También, el cultivo dos veces por año zacate palapero, representa un ingreso adicional para los productores pues provee forrajes, materias primas para la construcción y elaboración de artesanías, así como el que reciben de los diferentes programas sociales. Esta comunidad es relativamente joven pues su colonización se realizó hace poco más de 25 años por familias oriundas de Veracruz, Tabasco, Chiapas e Hidalgo. Una de las principales desventajas de este ejido es el alto grado de marginación que condiciona la capacidad de la población de poder ser parte de su propio desarrollo.

Palabras clave: dimensión social, caracterización, diagnóstico participativo comunitario

Introducción

Un diagnóstico permite obtener una visión socioeconómica de una población para interpretar la realidad que se pretende cambiar. Puede ser un punto de partida para diseñar operaciones y corregir acciones que permitan enfrentar los problemas de manera más eficiente.

¹INIFAP, C. E. Mocochá. Km. 25 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochá Yucatán. C.P. 97454

²INIFAP, C. E. Edzná Km. 15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum, Campeche. C.P. 24520

*Autor para correspondencia: uzcanga.nelda@inifap.gob.mx

Existen diferentes métodos para realizar un diagnóstico, tales como: Investigación-Acción Participativa, Observación Participante, Procedimientos Rápidos de Apreciación y Diagnóstico Rápido Participativo, entre los más representativos (Rojo *et al.*, 2009).

Para finales de los setenta se utilizó el Diagnostico Rural Rápido (DRR), como medio de conocimiento local técnico bajo la premisa que la agricultura tradicional puede ser una buena base para una agricultura ecológicamente sustentable (Osorio y Contreras, 2009). Bajo el concepto que es un proceso participativo, los esfuerzos se enfocaron para generar en los actores sociales la capacidad de adquirir control sobre su propia situación, predominando la participación y decisión del productor, durante todo el proceso de investigación de campo (Rojo *et al.*, 2009; INSFOP- PESANN, 2008).

Otras técnicas de diagnóstico que destacan por ser las más utilizadas en campo son las que propone Geilfus (1997), que involucra a las personas locales sin capacitación profesional y con distintos grados de conocimiento, experiencia, roles sociales e intereses, y son ellos mismos quienes, registran sistemáticamente información acerca de sus recursos, reflexionan al respecto y llevan a cabo acciones de gestión en respuesta a lo aprendido.

Bajo estos esquemas metodológicos la participación del involucrado es primordial, de lo contrario y, como menciona Bustos *et al.* (2003), el conocimiento del productor es de poco valor cuando existe menos grado de participación. Además, debe de existir una organización interna en la comunidad para que el proceso de desarrollo funcione y sean los mismos miembros de la comunidad los que promuevan, de manera independiente, las soluciones a sus problemas.

Por lo que el propósito de esta investigación fue identificar las características socioeconómicas de los productores locales a través del uso de técnicas de diagnóstico participativo comunitario en el ejido de Nuevo Progreso, Calakmul, como insumo para el establecimiento de un módulo agroforestal.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el ejido de Nuevo Progreso situado en el Municipio de Calakmul, Estado de Campeche, donde se emplearon talleres participativos y técnicas para identificar aspectos generales y sociales de una comunidad con el uso de dos herramientas 1) perfil de grupo y 2) línea del tiempo (Geilfus, 1997).

La técnica perfil de grupo fue muy flexible y se adaptó a los requerimientos particulares de la comunidad para la recolección de información en general con los siguientes pasos:

1. Se explicó el objetivo y la metodología
2. Se identificaron las actividades básicas de la comunidad como cultivos principales

3. Se repitió la actividad para otros aspectos relevantes como: tenencia de la tierra, crédito, uso de insumos etc.,
4. Una vez que se agotaron los temas relevantes se procedió al censo,
5. Se discutió con los participantes los resultados
6. Se pidió opinión sobre el ejercicio.

La segunda técnica línea del tiempo considero relevante la participación de grupos de distintas generaciones, así como la participación de hombres y mujeres para recordar hechos antiguos. Para ello, se realizaron los siguientes pasos:

1. Se organizaron a los participantes en un grupo de trabajo
2. Se les cuestionó sobre los hechos relevantes de la comunidad
3. Se colocaron los eventos en una línea vertical, con los eventos más antiguos de arriba hacia abajo.
4. Se escribieron los comentarios a lado de cada evento
5. Se discutió en plenaria los resultados
6. Se cotejó la información con otras fuentes de información

Se recabó información complementaria con el apoyo de un cuestionario semiestructurado. Toda la información recabada en campo se cruzó con la vertida por datos estadísticos oficiales, como CONAPO para así tener la caracterización de la comunidad lo más aproximado a la realidad que vive.

Resultados y discusión

Perfil del grupo

El ejido de Nuevo Progreso cuenta con 69 habitantes, 57.97% son hombres y 42.02% son mujeres. El porcentaje de la población de 15 años y más que es analfabeta asciende a 22.22%, mientras que, 40.00% de la población en esta condición de edad no tiene la primaria completa. La población habita un total de 13 viviendas particulares con 2.30 ocupantes promedio por cuarto, sin disponibilidad de agua entubada. Además de otras carencias (46.15% sin refrigerador, 15.38% piso de tierra, 7.69% sin energía eléctrica) con un alto grado de marginación (CONAPO, 2010).

En lo que respecta a la agricultura resalto el cultivo de maíz de grano blanco, calabaza chihua y jalapeño, este último para venta local en fresco o ahumado. También, se siembra dos veces al año zacate palapero, comúnmente utilizado para el techado de la vivienda tradicional maya por su adaptación a las condiciones climáticas de la región a demás que es considerado un recurso de uso múltiple al ser utilizado forrajes y materia prima para la construcción.

No faltó dentro de las actividades del productor, la cría de aves de traspatio (gallinas y guajolotes) con mano de obra familiar. En este tipo de comunidades marginadas, se considera al traspatio una unidad de producción de subsistencia y ahorro, pues debido

a la diversidad de especies vegetales y animales, son la base de vida de la unidad doméstica campesina (Salazar *et al.*, 2015).

Dentro de este esquema de subsistencia se encuentra también la actividad apícola en donde prevaleció el esquema de mano de obra familiar y se consideró como una actividad complementaria con otras de subsistencia como la agricultura, animales de traspatio y la forestaría. Esta actividad además de generar recursos para la familia rural mantiene el arraigo al campo (Güemes *et al.*, 2003). En el ejido se identificó a cuatro productores quienes en conjunto poseen aproximadamente 80 colmenas bajo el modelo de producción apícola campesina.

En cuanto a las actividades forestales solo un productor manifestó tener ocho hectáreas de plantación comercial de cedro y caoba para comercio futuro.

Se identificaron otras fuentes de ingreso que se obtienen a través del valor de las transferencias gubernamentales como Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la realización de trabajos de limpieza de caminos, brechas contra fuego, conservación de suelos, nidos y torres de vigilancia dentro del ejido. Así como los orientados a incrementar la productividad agrícola como PROAGRO Productivo, Programa Ganadero Nacional (PROGRAN) o inclusive los de inclusión social orientados a mejorar las condiciones de vida como PROSPERA y 70 y más (Cuadro 1).

Cuadro 1. Actividades económicas de Nuevo Progreso, Campeche, México

Características	Agrícola=40%, Pecuario=60%
Producción con venta local	Cultivos: maíz blanco, calabaza chihua, chile jalapeño. Comercialización de bovino y borrego en pie, miel.
Producción para autoconsumo	Producción de otros cultivos como: yuca, camote, plátano, caña de azúcar, sandía, melón y pepino Cría de aves de traspatio. Zacate palapero
Otros ingresos	Programas de gobierno: PROAGRO Productivo, PROGRAM PROSPERA, 70 y más Pago por Servicios Ambientales
Tenencia de la tierra	52% Vecindados 48% Ejidal (10 ejidatarios con 50 ha cada uno)

Fuente: Elaboración propia con datos de talleres participativos con productores de Nuevo Progreso/INIFAP-CONACYT Problemas Nacionales 2014.

Línea del tiempo

El ejido de Nuevo Progreso es una comunidad colonizada desde un poco más de 25 años en donde predomina el esquema de agricultura campesina y que, durante este tiempo, ha sido azotada por dos eventos ambientales adversos, muy marcados para la comunidad (Huracán Gilberto y Roxanne). Los logros alcanzados sobre el bienestar en vivienda, salud, educación e infraestructura carretera, han sido lentos, lo que explica que dicho ejido presente alto grado de marginación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Línea de tiempo de eventos significativos de la comunidad de Nuevo Progreso

Año	Evento	Comentarios
1980	Colonización	La colonización del ejido se realizó en los años 80's con familias oriundas de Hidalgo, Veracruz y Tabasco.
1984	Constitución del ejido	Se constituyeron como ejido con siete familias con 50 ha por ejidatario.
1987	Arribo de más familias	Llegada de más familias a la comunidad provenientes de Tabasco y Chiapas
1988	Huracán Gilberto	Huracán de categoría 5 que ocasionó daño en los cultivos y viviendas
1989	Escuela primaria	El Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) inauguró la escuela primaria
1991	Escuela Preescolar	Apertura de la primera escuela de educación pre escolar
1995	Huracán Roxanne	Huracán de categoría 5 que ocasionó daño en los cultivos y viviendas
1997	Inicia construcción de carretera	Inicia tramo de construcción del ejido-municipio
1998	Finaliza la construcción de carretera	Finaliza tramo de construcción del ejido al municipio de Calakmul
2000	Cisterna	Instalación de cisterna de agua potable
2003	Casa ejidal	Construcción de la casa ejidal
2009	Electricidad	Se cuenta con luz eléctrica en las viviendas
2014	Casa de Salud	Se construye la casa de salud
2015	Mejoras en infraestructura	Instalación de cerco para el cuerpo de agua y construcción de galera para la casa de salud

Fuente: Elaboración propia con datos de talleres participativos con productores INIFAP-CONACYT Problemas Nacionales 2014.

Conclusión

Las técnicas de Diagnóstico Participativo Comunitario empleadas con la comunidad de Nuevo Progreso permitieron obtener una descripción general de las principales actividades productivas y sobre aspectos sociales de la comunidad como ascendencia y años de colonización, así como eventos ambientales adversos que amenazaron a la población.

Estas características fueron de apoyo para determinar, por ejemplo, las especies a establecer en el módulo agroforestal.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento del proyecto “Sistemas Agroforestales y su relación con el

aprovechamiento y protección de su biodiversidad asociada en diferentes ecosistemas de México”, Convocatoria CONACYT-Problemas Nacionales 2014.

Referencias

- Geilfus F. 1998. *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnostico, planificación, monitoreo, evaluación* (pp. 36-59). San Salvador: Iica, gtz.
- Güemes F et al. 2003. La agricultura en la Península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. *Revista Mexicana del Caribe*. México. 8(16): 117-132.
- Osorio M, Contreras A. 2009. Diagnostico rural participativo y el manejo de los recursos naturales. *Estudios Agrarios*. Procuraduría Agraria. México. Pág.109-136.
- Rojo G, Martínez R, Jasso J. 2009. Diagnóstico forestal comunitario participativo. In Martínez R, Reyna A, Ramírez B, *Diagnostico Social Comunitario*. (1st ed., pp. 1-38). México: Universidad Autónoma Indígena de México, Universidad Autónoma de Sinaloa, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Salazar L., Magaña M, Latournerie L. 2015. Importancia económica y social de la agrobiodiversidad del traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México. *Revista Agricultura, Socioedad y Desarrollo* 12(1): 1-14.

Desarrollo y Evaluación de un Recubrimiento Antifúngico para el Control Orgánico de la Antracnosis en Diferentes Cultivares de Mango (*Mangifera indica* L.)

A. Malerva-Díaz¹, G. I. Trejo-Gamboa¹, M. G. Chan-Palomo², B. Candelaria-Martínez¹, N. L. Rodríguez-Ávila*¹

Resumen. México se encuentra dentro de los principales productores de mango, representando este cultivo una gran fuente de ingresos para el país. Sin embargo, el mango como todo cultivo, es susceptible a enfermedades que afectan la producción y la calidad del fruto. Dentro de éstas, se encuentra la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. la cual ocasiona lesiones evidentes en flor, hojas, tallos y el fruto. Esta enfermedad se ha distribuido por todo el mundo, afectando tanto a nivel pre-cosecha como en pos-cosecha. Para el control de la antracnosis se emplean agentes químicos que son dañinos para el medio ambiente. Los cítricos son reconocidos por producir metabolitos antimicrobianos, por lo que es posible esperar que sus extractos sean efectivos para el control de la antracnosis. Por tanto, este estudio tuvo como objeto el desarrollo de un recubrimiento antifúngico comestible para el control orgánico de la antracnosis en diferentes cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) como una alternativa inocua para disminuir los daños causados por esta enfermedad durante el almacenamiento y comercialización. Para realizar este trabajo, se emplearon cáscaras de naranja agria (*Citrus aurantifolia*) deshidratadas, especie característica de la Península de Yucatán, para la obtención de extractos etanólicos crudos mediante la remoción del solvente por arrastre de vapor. Se evaluaron diferentes agentes emulsionantes y concentraciones de extracto para la formulación de los recubrimientos, mismos que fueron efectivos para el control de la antracnosis post-cosecha en frutos maduros.

Palabras clave: Biopelícula, extractos etanólicos, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

¹Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Calle 11 S/N entre 22 y 28 Chiná, Campeche.

²Instituto Tecnológico Superior de Escárcega 85 S/N, Unidad Esfuerzo y Trabajo # 1, Escárcega, Campeche

*Autor para correspondencia: norma_rgzavila@yahoo.com.mx

Introducción

La antracnosis es una de las enfermedades más importantes en plantas causadas por hongos; esta enfermedad es ocasionada por hongos del género *Colletotrichum* sp., y es una de las más comunes e importantes, debido a las pérdidas económicas que genera en una gran diversidad de cultivos alrededor del mundo (Rodríguez-López *et al.*, 2013). La antracnosis es una enfermedad propia de climas húmedos y calurosos, es producida por hongos del género *Colletotrichum*. Afecta a cítricos, maíz, olivo, mango, papaya, solanáceas y resto de hortalizas, causando grandes pérdidas económicas. Esta enfermedad se caracteriza por atacar los brotes y hojas jóvenes, así como las flores y frutos, ocasionando pérdidas hasta el 60% en la producción de fruta (Saldarriaga *et al.*, 2008) y se desarrolla principalmente bajo condiciones de humedad relativa arriba de 90%, y en temperaturas de 17-20°C. La antracnosis se manifiesta como manchas negras que se presentan en los frutos, afectando su calidad y dificultando su comercialización (Arias y Carrizales, 2007).

Se han descrito numerosos metabolitos secundarios, producidos por las plantas, con gran potencial antimicrobiano. Algunos de estos metabolitos se encuentran en las cáscaras de frutos, semillas, hojas y pétalos, siendo estas partes de las plantas las más utilizadas para extraer compuestos químicos con fines antibacterianos y antifúngicos. Dado que los agroquímicos tradicionales afectan a los seres humanos produciendo enfermedades y diversos cuadros clínicos por intoxicación, así como al medio ambiente, los fungicidas naturales podrían ser una alternativa inocua ideal para el control de enfermedades en plantas. Los aceites esenciales de cítricos han sido ampliamente descritos por su actividad citotóxica contra diferentes microorganismos. En ese sentido, la naranja agria es un cultivo muy característico de los solares o huertos familiares del Sureste. Su uso es principalmente como condimento o ingrediente de la cocina tradicional (Mariaca, 2012), utilizándose únicamente su jugo y descartándose las cáscaras y semillas. Por tal motivo, y dado que existen algunos reportes que sugieren el posible potencial de sus extractos para el control de *Colletotrichum* spp., se seleccionó esta especie de cítrico como objeto de estudio para, en primer lugar, evaluar su potencial fungistático y una vez determinada la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC), desarrollar un recubrimiento comestible útil para disminuir la pérdida de peso, color, textura y firmeza de frutos de mango inoculados artificialmente con esporas de *C. gloeosporioides* después de su recolección. Para ello, se evaluaron diferentes fuentes de polisacárido, proteína y extracto, componentes comunes en recubrimientos comestibles (Quintero *et al.*, 2010). En el presente documento se presentan los principales hallazgos observados.

Materiales y métodos

Recolecta del material vegetal

Las muestras de frutos con lesiones evidentes de antracnosis para la obtención de cultivos monospóricos de *C. gloeosporioides*, así como los sanos, seleccionados con base en su firmeza y buen estado, involucrados en la evaluación de los recubrimientos comestibles fueron obtenidas del mercado público, traspacios y de un supermercado local de la ciudad de Escárcega Campeche. Así mismo, las cáscaras de naranja agria fueron donadas por un comerciante de la misma ciudad.

Desinfección para la obtención de extractos

Este proceso se realizó empleando una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 10 minutos. Hecho esto, se enjuagaron con abundante agua estéril y se procedió a la deshidratación de las cáscaras de naranja agria en horno de secado industrial a una temperatura de 55°C durante 3 días o hasta obtener un peso seco constante.

Obtención de extractos crudos y evaluaciones de su potencial antifúngico

Las cáscaras de naranja agria deshidratadas se trituraron y colocaron en un matraz Erlenmeyer de vidrio, agregándole 3 vol. de etanol absoluto dejando macerar por 36 horas. Una vez terminado este procedimiento, se filtraron las muestras y se comenzó con la extracción del solvente utilizando un rotovapor, equipo que permite la destilación al vacío, a través de la evaporación rápida del disolvente recuperando el soluto. Para tales efectos, se empleó una temperatura de 70°C del baño y 120 rpm.

Ensayos de dilución en agar

Una vez obtenido el extracto se procedió a preparar diferentes diluciones para realizar el método de dilución en agar o “envenenamiento del medio de cultivo” con el fin de evaluar su efecto fungistático. Este método consistió en agregar el extracto crudo en diferentes concentraciones al medio de cultivo selectivo para hongoso de Papa Dextrosa Agar o PDA. Una vez gelificado el medio de cultivo, en cada concentración a evaluar se colocó un disco de papel filtro embebido en una solución de esporas preparada con agua estéril (1×10^6 esporas/ml) y Tween 80 al 0.1%. El efecto inhibitorio de las distintas concentraciones evaluadas se determinó midiendo el diámetro del micelio colonial cada dos días, hasta los 20 días post-siembra. Los datos del tamaño de los diámetros obtenidos en los diferentes tratamientos, cada uno realizado por triplicado, fueron analizados por ANOVA de 2 vías (95% de confianza) utilizando el Software Excel 2016.

Elaboración del recubrimiento comestible

Para la determinación de la composición óptima para el desarrollo del recubrimiento, se probaron diferentes tratamientos, en los que se evaluaron principalmente el tipo de goma a emplear, siendo éstas goma xanthan, guar y la goma arábica. Adicionalmente se determinó la concentración óptima de agua, pectina, glicerina y las tres concentraciones del extracto de naranja agria con las que se obtuvieron los mejores resultados en los bioensayos de actividad fungistática. Con el objetivo de conocer el efecto en las características morfológicas de los frutos, que pudiera derivarse de la aplicación del recubrimiento, las réplicas sometidas a cada tratamiento fueron medidos en su largo y diámetro, así como pesadas a través de 20 días post-tratamiento. Los datos obtenidos fueron analizados por ANOVA de 2 vías (95% de confianza) utilizando el Software Excel 2016.

Evaluación de la efectividad del recubrimiento comestible desarrollado en el control de la antracnosis

Con el objetivo de observar con mayor claridad el efecto protector de la formulación desarrollada, discriminando variables tales como diferencias en el contenido de azúcares derivado del grado de maduración de los frutos empleados como réplicas, que afecta significativamente el crecimiento de los hongos; la posible presencia de esporas de *C. gloeosporioides* que no fueran removidas durante el tratamiento aséptico y diferencias en el grosor del exocarpo, se realizó un ensayo que consistió en lesionar superficialmente el exocarpo en cinco secciones, con ayuda de un filo de bisturí estéril. Cada lesión se inoculó con 1) 150 μ l del recubrimiento formulado con 20 mg/ml del extracto crudo de naranja agria (control positivo); 2) 150 μ l del recubrimiento conteniendo 20 mg/ml de extracto + 150 μ l de solución de esporas de una cepa de *C. gloeosporioides* caracterizada por un nivel de patogenicidad medio; 3) 150 μ l del Recubrimiento + 150 μ l de solución de esporas de una cepa de *C. gloeosporioides* caracterizada por un nivel de patogenicidad alto; 4) 150 μ l de agua estéril (blanco) y 5) 150 μ l de agua estéril +150 μ l de la solución de esporas de la cepa de alta patogenicidad (control negativo). La observación de la presencia/ausencia de necrosis en las lesiones producidas fue observada diariamente durante 10 días.

Resultados y discusión

Los aislamientos obtenidos presentaron una morfología macroscópica (Figura 1) y patogenicidad variable (datos no mostrados). El micelio observado en todos los aislamientos se caracterizó por ser esponjoso, de textura algodonosa y densa, de una coloración predominantemente blanco, crema o gris.

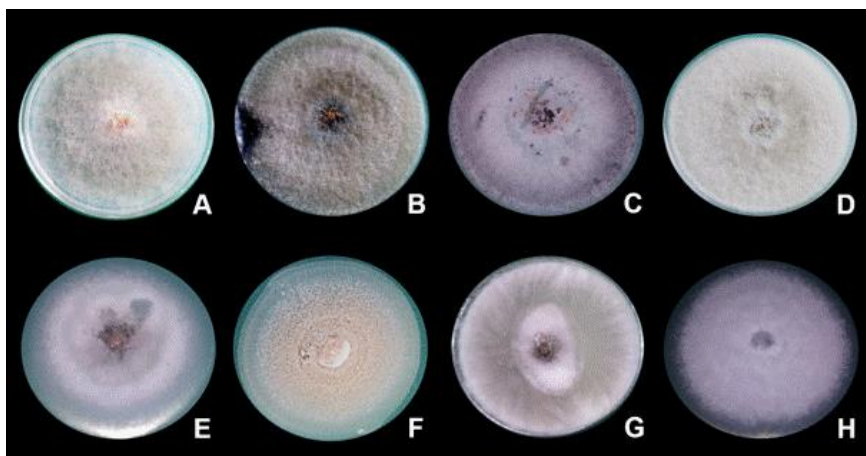


Figura 1. Morfología colonial de diferentes aislados de *Colletotrichum gloeosporioides* crecidos en medio PDA a partir de diferentes cultivares de mango con lesiones evidentes de antracnosis de (A, E) Mango manila; (F) Mango Criollo; (G-H) Mango Ataulfo.

Como se ha mencionado con anterioridad, en la prueba de dilución en agar o “envenenamiento del medio de cultivo” se probaron diferentes concentraciones del extracto etanólico obtenido a partir de las cáscaras deshidratadas de naranja agria, desde una concentración de 250 μ g/ml hasta 20mg/ml. A través de los días (, 3, 7, 9, 11 y 14) se midió el diámetro de crecimiento del micelio, determinándose que, al emplear una concentración de 5, 10 y 20 mg/ml de extracto, el crecimiento del micelio de *C. gloeosporioides* era significativamente menor, al compararlo con las otras concentraciones evaluadas (Figura 2).

Como se puede observar en la Figura 2, en la prueba de dilución en agar, a partir de la concentración de 5 mg/ml se encontró una inhibición del 50% del crecimiento de micelio del hongo, siendo que esta concentración era la que producía menor crecimiento de la colonia al comprar con las demás diluciones. Por otro lado, las concentraciones de 10 y 20 mg/ml fueron las que mostraron el 100% de la inhibición del micelio al evaluar el extracto de naranja agria. Estos resultados contrastan significativamente con los observados en un estudio en el que se evaluaron 4 fungicidas y extractos de cítricos libre de nitrógeno, en donde no se obtuvo efecto sobre el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* (Rondón et al., 2006).

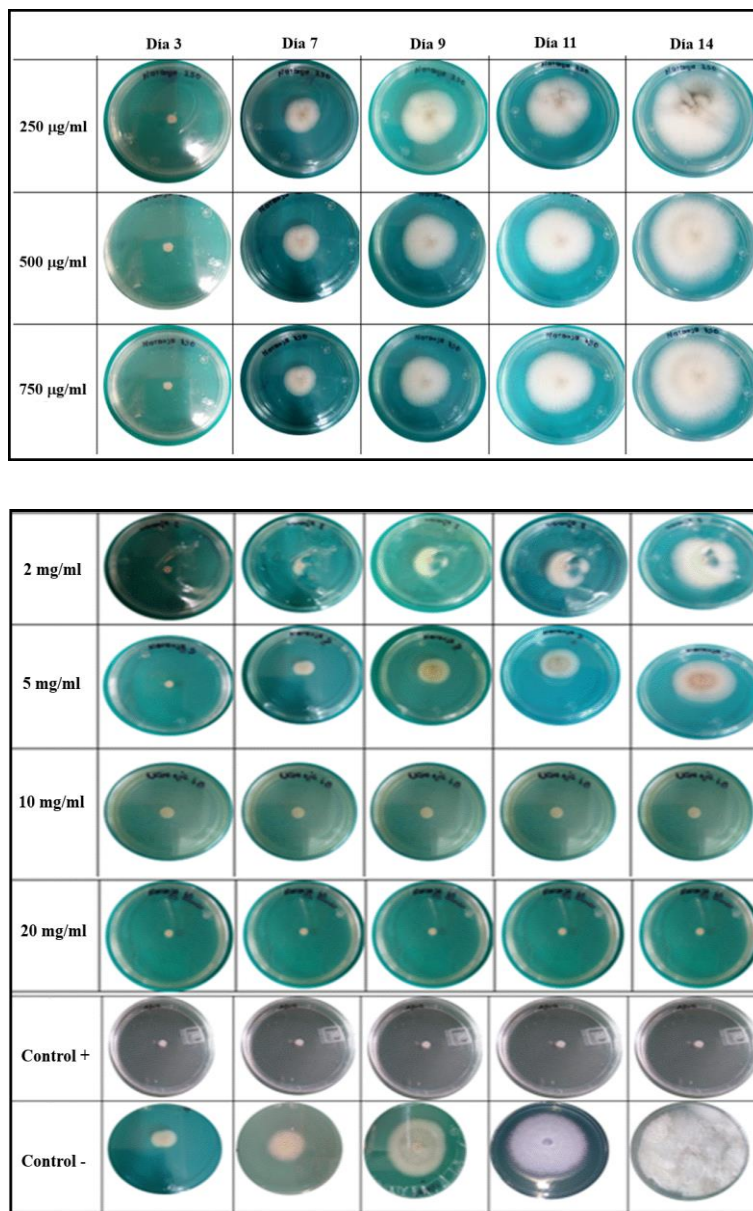


Figura 2. Resultados obtenidos en el ensayo de dilución en agar

Una vez que se determinó la concentración adecuada de extracto para inhibir de forma efectiva el crecimiento del hongo, se probaron en el desarrollo de diferentes formulaciones de recubrimientos. La goma arábica resultó ser el polisacárido idóneo para la formación de la película, por su secado rápido. Un ejemplo de las características físicas del recubrimiento desarrollado se muestra en la Figura 3.

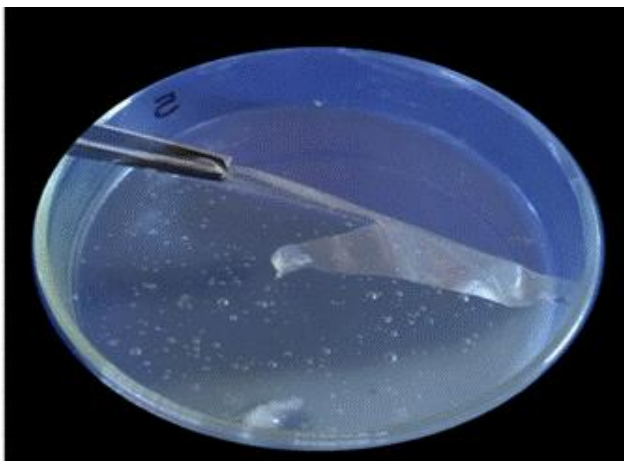


Figura 3. Recubrimiento obtenido con goma arábica, de secado rápido.

De esta forma, el recubrimiento desarrollado se aplicó a 3 frutos maduros de mango manila, evaluando las concentraciones de 5, 10, y 20 mg/ml de extracto de naranja agria. Una vez secado el recubrimiento, se inocularon por aspersión con una solución de esporas de *C. gloeosporioides*, como se describe en materiales y métodos. Como se puede observar en la Figura 4, los frutos no sufrieron ningún cambio de color evidenciándose el control efectivo de la antracnosis durante ese tiempo. Sin embargo, se presentó pérdida de peso en todas las muestras (datos no mostrados), en especial en los frutos cubiertos con la formulación conteniendo 5 y 10 mg/ml del extracto de naranja agria, determinándose como idónea la concentración de 20 mg/ml, ya que se observó un efecto protector hasta los 15 días posteriores a su aplicación.

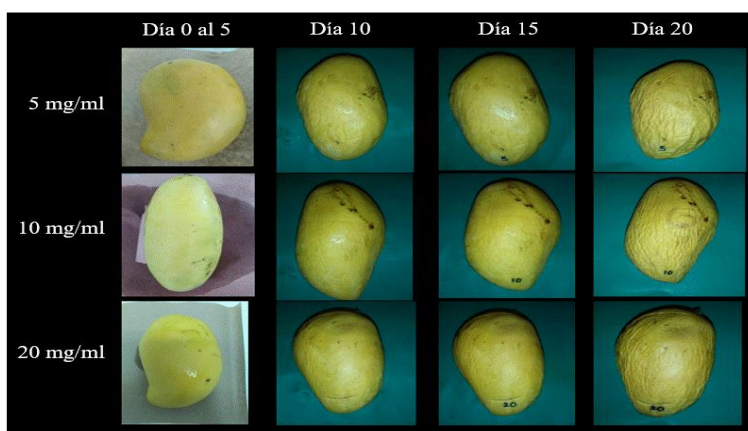


Figura 4. Aplicación y evaluación del efecto de la aplicación del recubrimiento comestible desarrollado tras 20 días posteriores a su aplicación en frutos maduros de mango manila

Finalmente, la evaluación de la efectividad del recubrimiento frente a dos cepas que fueron previamente evaluadas y caracterizadas por ser de diferente patogenicidad (datos no mostrados), demostró el efecto protector efectivo contra cepas de mediana patogenicidad evidenciado por la ausencia de necrosis tras 10 días post-infección (Figura 5, lesión 2). Asimismo, el mismo efecto protector se observó en la lesión a la que le fue aplicado el recubrimiento e inoculado con esporas de antracnosis de alta patogenicidad (Figura 5, lesión 3), ya que en comparación con el control negativo (agua estéril) (Figura 5, lesión 5), el grado de avance de la necrosis fue evidentemente menor.

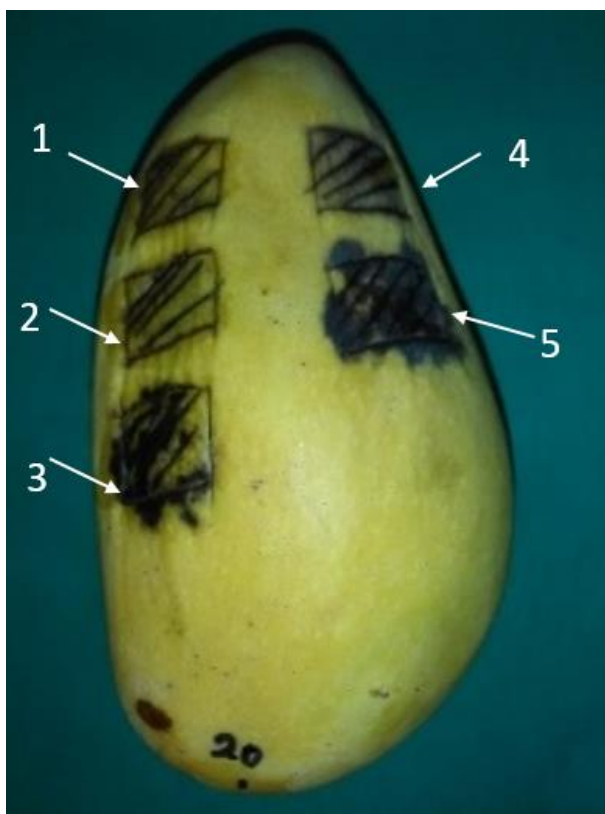


Figura 5. Evaluación de la efectividad del recubrimiento desarrollado en el control de la antracnosis producida por cepas de *C. gloeosporioides* de diferente patogenicidad. 1) Recubrimiento formulado con 20 mg/ml del extracto crudo de naranja agria (control positivo); 2) Recubrimiento + solución de esporas de una cepa de *C. gloeosporioides* de patogenicidad media; 3) Recubrimiento + solución de esporas de una cepa de patogenicidad alta; 4) Agua estéril (blanco); 5) Agua estéril + solución de esporas de la cepa de alta patogenicidad (control negativo).

Conclusión

El extracto obtenido a partir de cáscaras de naranja agria fue capaz de reducir el crecimiento del hongo en ensayos de dilución en agar a partir de una concentración de 5mg/ml. Asimismo, la aplicación del recubrimiento fue efectiva para proteger a los frutos de mangos contra la antracnosis, siendo la formulación óptima la obtenida empleando goma arábica, ya que ésta produce una película que seca más rápido al ser aplicada a las muestras. Finalmente, se observó un efecto protector con el recubrimiento preparado con 20 mg/ml de extracto, presentándose marchitamiento o pérdida de peso de los frutos hasta los 15 días posteriores a su aplicación. Cabe señalar que todas las formulaciones de recubrimientos evaluadas fueron efectivas para inhibir el desarrollo de antracnosis post-cosecha.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Tecnológico Nacional de México con el proyecto número 254.15-PD.

Referencias

- Arias B, Carrizales L. 2007. Control químico de la antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y postcosecha en el municipio Cedeño, estado Monagas, Venezuela. *Bioagro*, 19(1), 19-25
- Mariaca MR. 2012. “El huerto familiar del Sureste de México” (En línea), Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco, El Colegio de la Frontera Sur, disponible en:http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/pdfs/publicaciones/libros/SP01_Lib_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico.pdf (Accesado el día 28 de julio de 2018)
- Rondón O et al. 2006. Respuesta in vitro a la acción de fungicidas para el control de antracnosis, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, en frutos de mango. *Agronomía Tropical*, 56(2), 219-235.
- Saldarriaga-Cardona A et al. 2008. Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat*, 32(123), 145-156
- Rodríguez-López ÉS et al. 2013. Analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. infection of avocado fruits. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(3): 898-905.
- Quintero C, Falguera V, Muñoz A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* 1(5): 93-118.

Presencia de Aves Silvestres en un Cultivo de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Manejado con Tecnología de Bajo Impacto Ambiental en el Estado de Campeche

R.I. Mass-Can, R. Escalante*, W.Y Ganzo., S.M.A. Mejenes-López

Resumen. Se sembró un cultivo de chile habanero en una superficie de 2 ha. en el campo experimental Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná, durante diciembre del 2017 a mayo del 2018. Como objetivos de este trabajo se establecieron el 1) Conocer la diversidad de especies de aves silvestres que se están alimentando de este fruto comercial y establecer su distribución según los hábitos. Se realizaron observaciones durante el mes de mayo de 8:00 a 9:30 de la mañana y de 11:00 a 12:30 del mediodía. Las especies fueron fotografiadas, determinada taxonómicamente, y el establecimiento de la distribución por hábitos. Durante cuatro meses se observó la presencia de 12 especies de aves de las cuales 10 de ellas son residentes permanentes, dos de presencia invernal y dos en una categoría de protección. Las doce especies se observaron durante el mes de febrero, marzo, abril y mayo durante la presencia del fruto y la abundancia de los individuos siempre estuvo de 1 hasta cinco por especies. Se observó un daño severo a frutos con extracción de semillas lo que obliga a eliminar los frutos dañados lo que implica un costo en mano de obra adicional, además de los frutos perdidos. En este trabajo, se registró un 2.5% (489 especies; Navarro-Sigüenza 2014) del total de las aves reconocidas para el estado de Campeche.

Palabras clave: biodiversidad, aves, cultivo, impacto ambiental

Introducción

Los conflictos entre el hombre y la vida silvestre son un fenómeno recurrente a nivel mundial y uno de los problemas más grandes que existen es la alteración de la conservación biológica.

Instituto Tecnológico de Chiná, TecNM. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche, C.P. 24520, Chiná, Campeche, México. escalantehabanero@hotmail.com

A pesar de lo anterior, el aumento explosivo del tamaño de la población humana aunado a la demanda de productos agrícolas para la alimentación y el reflejo de la reducción y fragmentación de ecosistemas que son reconocidos como hábitat natural para la biodiversidad permite reconocer que en la actualidad gran parte de los ecosistemas terrestres son destinados a las actividades agrícolas, silvícolas o pecuarias, generándose una dificultad con la fauna que antes habitaba allí (Muños 2016). En México, se carece de un inventario de aves en relación al daño que causan a la agricultura (Contreras, Tejeda y García, 2003) sin embargo Palacios, Ramírez y Mendoza (1982), mencionan a las urracas del género *Quiscalus* como causante de daños en hortalizas como tomate, chiles y melón, en un segundo grupo están los tordos o cuervitos del género *Molothrus* que atacan gramíneas en parvadas, seguidos de los chaparreros del género *Agelaius* asociados con los tordos y los gorrioncillos del género *Passer*. Para el estado de Sinaloa los cuervos del género *Corvus*, están reportados como una plaga en cultivos de tomate. En relación con el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), es un cultivo atacado por una gran diversidad de plagas, enfermedades y malezas, por lo que es muy demandante de agroquímicos de todos los grupos toxicológicos, al respecto existen reportes de 21 aplicaciones durante el ciclo agrícola, lo que hace que la fauna silvestre no es frecuente en las áreas de cultivo. Durante el ciclo diciembre del 2017 a mayo del 2018, se observó presencia de aves silvestres, incidiendo en daños significativos en la producción principalmente. Ante este hecho, se propuso establecer como objetivos de este trabajo Conocer la diversidad de especies de aves silvestres que se están alimentado de este fruto comercial y establecer su distribución según los hábitos.

Materiales y métodos

Se sembró un cultivo de chile habanero en una superficie de 2 ha. en el campo experimental Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná (Figura. 1), de diciembre del 2017 a mayo del 2018, en donde se establecieron parcelas con 4 tratamientos los cuales se establecieron en: 1) Cultivo de cobertera usando Mucuna (*Mucuna pruriens*); 2) Cultivo de cobertera usando Mulch de hojas de bambú; 3) Cultivo de cobertera usando acolchado plástico y 4) Cultivo de cobertera usando agribón y manejo de malezas manual más agribón. En el manejo de cultivo se utilizaron como fuente de fertilizantes humus de lombri-composta y lixiviados y como fuente de fertilizantes químicos, urea, ácido fosfórico y nitrato de potasio. No se usaron herbicidas para el control de malezas y para el control de plagas se usaron jabones, aceites y un insecticida a base de Argemonina que es alcaloide isoquinolínico natural obtenido principalmente de la planta *Leontice smirnovii* y otras como *Berberis buxifolia*, *Thalictrum revolutum* y *T. strictum*. para la determinación de las aves se realizó haciendo observaciones durante el mes de mayo de 8:00 a 9:30 de la mañana y de 11:00 a 12:30 del mediodía.

Se realizó la toma fotográfica por especie, se determinaron con la guía de MacKinnon (2013) y las categorías de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. El establecimiento de la distribución por hábitos (Cuadro 2) se sustentó en MacKinnon (2013)



Figura 1. Cultivo del chile habanero.

Resultados y discusión

Durante cuatro meses se observó la presencia de 12 especies de aves de las cuales 10 de ellas son residentes permanentes, dos de presencia invernal y dos en una categoría de protección (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de las especies de aves que interactúan en un cultivo de chile habanero con bajo uso de agroquímicos.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Siete colores	Sujetas a protección especial (Pr)
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Pico gordo	ND
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	tórtola coquita" o "mukuy	ND
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijuy	Probablemente extinta en el medio silvestre (E) Endémico
Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Cilíl	ND

Emberizidae,	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	ND
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	chinchimbacal	ND
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Pich o K`au	ND
Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	pepitero grisáceo	ND
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	El saltador de cabeza negra o picurero cabeza negra	ND
Thraupidae	<i>Volatina jacarina</i>	El mochuelo, chirrío, negrilla o come cebo	ND
Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanenses</i>	Papamoscas	ND

Las doce especies se observaron durante el mes de febrero, marzo, abril y mayo durante la presencia del fruto y la abundancia de los individuos siempre estuvo de 1 hasta cinco por especies.

Cuadro 2. Hábitos alimenticios de las aves que interactúan en un cultivo de chile habanero con bajo uso de agroquímicos.

Nombre científico	Alimentación	Distribución según los hábitos.
<i>Passerina ciris</i>	Se alimentan de semillas, insectos, y orugas	Residente invernacional
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Se alimenta de insectos que captura en los árboles o arbustos o directamente en el vuelo; también de semillas y pequeños frutos.	Residente invernacional
<i>Columbina talpacoti</i>	Se alimenta de semillas	Residente permanente
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tiene una dieta basada en semillas, insectos y frutos.	Residente permanente
<i>Tiaris olivaceus</i>	Su dieta se compone principalmente de artrópodos como polillas, mariposas, saltamontes, escarabajos, moscas y avispas. Al finalizar el verano y otoño puede incluir fruta dentro de su dieta.	Residente permanente
<i>Sporophila torqueola</i>	Principalmente forrajea en busca de semillas de la hierba, de las partes florales de especies de acacias y de Salix. También puede alimentarse de insectos y hacer pequeños vuelos en busca de moscas.	Residente permanente
<i>Spinus psaltria</i>	De semillas de hierbas; se les ha visto dedicados a comer tierra y se cree que acostumbran a practicar la geofagia.	Residente permanente

<i>Dives dives</i>	Se alimenta sobre todo de insectos, a los que busca en el suelo, pero también suele alimentarse de néctar, granos y frutos.	Residente permanente
<i>Saltator coerulescens</i>	Se alimenta de semillas y frutos, brotes de plantas y artrópodos lentos	Residente permanente
<i>Saltator atriceps</i>	Se alimenta de semillas y frutos e insectos.	Residente permanente
<i>Volatina jacarina</i>	Principalmente se alimentan de semillas, aunque también de insectos	Residente permanente
<i>Myiarchus yucatanenses</i>	Principalmente se alimentan de semillas, aunque también de insectos	Residente permanente

Daños de las aves en el cultivo de chile habanero

Se observó un daño severo a frutos con extracción de semillas lo que obliga a eliminar los frutos dañados lo que implica un costo en mano de obra adicional, además de los frutos perdidos (Figura 2).



Figura 2. Daños por la extracción de semillas de frutos de chile habanero

En este sentido Godines y Ríos (2007) reportan que diversas especies de aves como el fiofío (*Elaenia sp.*), el cenzone (*Mimus polyglottos*), la cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) y el zorzal chachalero (*Turdus amaurocahalinus*) se alimentan de los chiles, esto se debe a que no tienen tantas papilas gustativas, por lo que no perciben los compuestos capsaicinoides.

Conclusión

En este trabajo, se registró un 2.5% (489 especies; Navarro-Sigüenza 2014) del total de las aves reconocidas para el estado de Campeche. El análisis de los hábitos alimenticios el 100% de las especies son especies que se alimentan de semillas. Sería de gran utilidad, como parte de la conservación del ambiente y su diversidad, la implementación y continuidad de estos cultivos ya que podrían, bajo determinadas condiciones (como tamaño de los bordes, tipo y estructura de la vegetación entre otras características), conectar sectores o parches de hábitats para la avifauna local. Sin embargo, otros estudios permitirían valorar cuanto es el impacto económico al que se enfrenta estos cultivos.

Referencias

- Contreras A, Tejeda A, García J. 2003. Las aves como plagas, controles y manejo. Ciencia UANL, enero-marzo, Vol VI, numero 001. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, México. Pp. 93-98.
- Godínez Álvarez H, Ríos Casanova L. 2007. Una historia de chiles, aves y roedores. Ciencias 88, octubre-diciembre, 18-20. [En línea]
- Gill F, Donsker D. (eds.). 2013. IOC World Bird Names. <http://www.worldbirdnames.org> AOU (2013).
- Leirana Alcocer JL et al. 2012. Factores que afectan el peso promedio de la "tórtola coquita" o "mukuy" (*Columbina passerina*) en la reserva de Dzilam, Yucatán. Huitzil 13(1): 47-53.
- MacKinnon HB. 2013. Sal a pajarear Yucatán GUIA DE AVES]. La vaca Independiente. México. 287 p.
- Muñoz E, Muñoz-Santibañez P. 2016 Conflictos entre fauna silvestre y agricultura en Chile. Tomado de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/fauna_silvestre_final.pdf
- Navarro-Sigüenza AG et al. 2014. Biodiversity of birds in Mexico /Biodiversidad de aves en México, Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S476-S495.
- Palacios AS, Ramírez R, Mendoza L. 1982. Aspectos preliminares sobre algunas aves consideradas como plaga agrícola en la agricultura. Cenzontle. Revista de la sociedad Mexicana de Ornitología I (1/16): 111-116
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 56, 2ª. Sección: 1-85.

Respuesta de Plántulas de *Moringa oleifera* a la Inoculación con Hongos Micorrízicos bajo Déficit Hídrico

B.Z. Pérez-Garfias, I. Oros-Ortega*, F. Casanova-Lugo, V.F. Díaz-Echeverría, L.A. Lara-Pérez, I. Pat-Aké, A. Escobedo-Cabrera

Resumen. La especie *Moringa oleifera* es una leguminosa de rápido crecimiento, gran plasticidad ecológica, protege al suelo de la erosión y de altas temperaturas, su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, alto contenido proteico para usarla como forraje a gran escala, la hacen un recurso fitogenético de gran relevancia en los sistemas de producción y programas de reforestación. Además, las especies tropicales como moringa requieren para su establecimiento, crecimiento y éxito reproductivo asociarse con hongos micorrízicos arbusculares. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inoculación de hongos micorrízicos y la disponibilidad de agua sobre el crecimiento de plántulas de *M. oleifera* en condiciones de vivero. Se utilizó un diseño completamente al azar, con seis repeticiones en arreglo factorial 2x3. Fueron evaluados seis tratamientos: el primer factor contempló dos niveles, sin micorriza y con micorriza; el inoculante contenía *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices*. El segundo factor consistió de tres dosis de riego: 25%, 50% y 100% de disponibilidad de agua. A los 30 días el número de hojas fue significativamente mayor por efecto de la inoculación. Por otra parte, a los 90 días, se encontró que altura, diámetro y número de hojas, en las plantas de moringa, mostraron un efecto positivo en la asignación de un 100 % de agua. Se concluye que el uso de micorriza complementado con un 50% de humedad puede ser una estrategia sostenible para el establecimiento de moringa.

Palabras clave: Hongos micorrízicos arbusculares, disponibilidad de agua, inoculación, leguminosa y forraje.

Introducción

La especie arbórea *Moringa oleifera* Lam. tiene un alto valor económico debido a sus diversos usos alimenticios, medicinales y agronómicos. Sus hojas de naturaleza comestibles, con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado, además de vitamina A y C (Olson y Fahey, 2011).

Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Tecnológico Nacional de México. Carretera Chetumal–Escárcega km 21.5, el ejido Juan Sarabia, C.P. 77960. Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

*Autor para correspondencia: ivanoros1109@hotmail.com

La especie *M. oleifera* también es usada como forraje a gran escala debido a sus características nutricionales, alta producción de biomasa fresca (Magaña, 2012), alto contenido proteico para la alimentación de ovinos y también su adaptabilidad y bajo costo de producción (Pérez *et al.*, 2010).

La moringa también puede ser implementada en programas de reforestación, dado su rápido crecimiento y aportes de nutrientes al suelo (Castro-Márquez, 2013). Esta especie, como la mayoría de las plantas, establecen interacciones microorganismos del suelo tales como hongos micorrízicos, para incrementar su adquisición de diversos nutrimentos principalmente nitrógeno, fósforo y potasio (Smith y Read, 2008), y que también favorece el reciclaje de nutrientes favoreciendo la fertilidad del suelo (Casanova *et al.*, 2014). Por lo tanto, tiene un gran potencial para el establecimiento de su cultivo en las zonas tropicales de México y Latinoamérica.

No obstante, en las zonas tropicales, áridas y semiáridas el déficit de agua es un factor clave que limita el crecimiento de las plantas, la productividad y la supervivencia, y con frecuencia afecta negativamente a las prácticas agroforestales (Li *et al.*, 2008). Por otro lado, la producción de nueva biomasa en cualquier cultivo o comunidad vegetal está fuertemente determinada por la cantidad disponible de agua en el suelo (Medrano *et al.*, 2007). Por ello, la eficiencia del uso de agua debe ser consideradas como indicadores importantes cuando los árboles se plantan en zonas áridas, o zonas tropicales en tiempos de sequía (Li *et al.*, 2008).

La aplicación de hongos micorrízicos en el cultivo de especies forrajeras tales como la moringa representan una oportunidad para su establecimiento exitoso en zonas tropicales con déficit de agua. Sin embargo, aún existen grandes vacíos de información en torno a cómo influye la micorriza en la respuesta de las plantas de moringa a una limitada disponibilidad de agua. Por lo tanto, en el presente trabajo se evaluó la respuesta inoculación de hongos micorrízicos y disponibilidad de agua en altura total, diámetro del tallo y número de hojas de *M. oleifera* bajo condiciones de vivero.

Materiales y métodos

Producción de las plántulas de *Moringa oleifera*

Se utilizaron semillas de *M. oleifera* de individuos rectos, ramas finas y hojas sanas, de plantaciones del estado de Michoacán. La germinación se realizó en bolsas negras de 15x15 con un suelo y peamost (Cosmopeat®) 1:1. La colecta de suelo utilizado como sustrato, se realizó en una de las parcelas del ITZM, se seleccionó un área sin cobertura forestal. El suelo se colectó a no más de 15 cm de profundidad. El estudio se llevó a cabo en los invernaderos del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM). El clima de la zona es cálido subhúmedo tipo Aw1, (cálido húmedo con lluvias en verano y parte del invierno). La temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 25.8 °C (García,

1973).

Diseño del experimento

El diseño experimental fue completamente aleatorizado en una combinación factorial: i) inoculación de microorganismos y ii) disponibilidad de agua. El primer factor con dos niveles: sin microorganismos y con microorganismos. El segundo factor consistió de tres dosis de riego: 25%, 50% y 100% de disponibilidad de agua. Dando como resultado seis tratamientos con seis réplicas por cada uno ($n=6$). El biofertilizante utilizado fue un inoculante compuesto por *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices*. Para mantener un gradiente de humedad, se aplicó diferentes porcentajes de humedad, siendo la parte proporcional de un litro de agua para mantener diferentes dosis de aplicación de 250, 500 y 1000 ml de riego cada tercer día.

Variables de respuesta

Las variables de respuesta consideradas en el experimento fueron: a) altura de la plántula (cm), b) diámetro del tallo (mm), c) número de hojas y d) colonización micorrízica. La altura se midió con un flexómetro, desde el cuello de la raíz hasta la yema apical. El diámetro del tallo fue medido con un vernier digital marca CHICAGO BRAND (con aproximación a décimas de milímetro), y el número de hojas fue contado manualmente. Al final del experimento, se evaluó la colonización micorrízica por medio del método de clareo y tinción de Phillips y Hayman (1970), modificado por Kormanik et al. (1980).

Análisis estadístico

Los datos colectados de altura (cm), diámetro (mm), número de hojas y colonización micorrízica fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) con el software SigmaPlot 11.0, para detectar diferencias entre los tratamientos. Los datos de porcentaje de colonización micorrízica fueron transformados con la función Arcoseno. Cuando se encontraron diferencias entre los tratamientos se procedió a realizar una prueba de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

Las plántulas de *M. oleifera* a 30 días presentaron un efecto significativo ($p=0.004$) en el número de hojas por la inoculación de microorganismo. Por otra parte, con respecto a los diferentes porcentajes de humedad solo el diámetro presentó mayor valor ($p=0.02$) (Cuadro 1). La altura, diámetro y número de hojas a 60 días de evaluación, no presentaron diferencias significativas por efecto de los factores inoculación de los microorganismos ($p=0.07$) y porcentaje de humedad. Únicamente el número de hojas

mostró un efecto altamente significativo ($p < 0.01$). A los 90 días del experimento las variables altura, diámetro y número de hojas únicamente presentaron diferencias significativas por efecto del porcentaje de humedad (Cuadro 2). Una de las principales limitantes en el crecimiento de las especies tropicales en época seca es la limitada disponibilidad de agua. En otros estudios con plantas forrajeras en los trópicos el efecto de la inoculación ha sido mayor. Por ejemplo, Flores (2008), al inocular plantas de *Leucaena leucocephala* con *G. intraradices*, indujo un óptimo crecimiento en altura, diámetro y número de hojas entre los 73 y 83 días. Por otro lado, Hernández (2013), al evaluar el efecto del hongo micorrízico arbuscular *Glomus fasciculatum*, en el crecimiento de altura y diámetro del tallo de *M. oleifera*, en dos parcelas, una inoculada y otra sin inocular, encontró que en altura y diámetro de parcelas inoculadas con HMA hubo un efecto significativamente superior a las parcelas no inoculadas. Cabe destacar que incluso las plantas que no habían sido inoculadas, se asociaron con hongos que estaban presentes en el sustrato y formaron estructuras de hongos micorrízicos. Los mayores porcentajes de colonización total (CT) se observaron en los tratamientos de 50% de humedad.

Cuadro 1. Efectos de biofertilizante y porcentaje de humedad en plántulas de *Moringa oleifera* en las variables de respuesta altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a 30 días de trasplante.

Factores	30 días después del trasplante		
	Altura (cm)	Diámetro (mm)	No. hojas
Biofertilizante (B)	ns	ns	*
+ B	142.22 a	17.52 a	15.61 a
– B	132.78 a	16.90 a	12.00 b
EEM	4.45	0.47	0.82
Humedad (H)	ns	*	ns
25%	133.81 a	16.69 b	14.00 a
50%	133.45 a	16.36 b	13.08 a
100%	145.15 a	18.59 a	14.33 a
EEM	5.45	0.58	1.01
Interacción B × H	ns	ns	ns

EEM, error estándar de la media; ns, no significativo; * $p < 0.05$; a, mayor; b, menor.

Como se esperaba, los diferentes porcentajes de humedad (25, 50 y 100) mostraron efectos en las variables de respuesta altura, diámetro y número de hojas de las plantas de *M. oleifera*. A los 30 días, se encontró un efecto positivo en número de hojas, por suministro de agua a 100% y en el diámetro de las plantas a los 60 días. Estos resultados coinciden a los reportados por Rodríguez (2015), quien evaluó la respuesta de Cedro (*Cedrela odorata* L.) a diferentes riegos, con valores de 100, 75 y 50%; encontró que la altura y diámetro de las plantas de cedro, muestran diferencias significativas a favor

de los tratamientos 100 y 75% de suministro de agua, con relación al de valor de 50%.

Cuadro 2. Efectos de biofertilizante y porcentaje de humedad en plántulas de *M. oleifera* en las variables de respuesta altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a 90 días de trasplante.

Factores	90 días después del trasplante		
	Altura (cm)	Diámetro (mm)	No. hojas
Biofertilizante (B)	ns	ns	ns
+ B	183.61 a	20.19 a	13.61 a
– B	167.94 a	18.68 a	13.94 a
EEM	6.42	0.71	0.72
Humedad (H)	**	*	***
25%	162.83 c	17.96 c	10.75 c
50%	167.50 b	18.93 b	13.25 b
100%	197.00 a	21.41a	17.33 a
EEM	0.97	0.87	0.89
Interacción B × H	ns	ns	ns

EEM, error estándar de la media; ns, no significativo; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; a, mayor; b, menor.

En este estudio no se encontró alta efectividad debido al tipo de microorganismos utilizado y al hecho de que las plantas de los diversos tratamientos fueron altamente colonizadas por hongos micorrízicos. Los tratamientos no inoculados fueron colonizados por hongos nativos, no obstante, tardaron mayor tiempo en asociarse a las raíces de moringa, lo cual permitió incluso que la variable número de hojas resultara mayor en las plantas inoculadas con *G. intraradices* durante los primeros 30 días.

En términos del suministro de agua, a los 90 días de evaluación, los diferentes niveles de agua (100, 50 y 25%) tuvieron un efecto altamente significativo en las variables de respuesta altura, diámetro y número de hojas de las plantas de *M. oleifera*, siendo el 100% el valor más alto. Lo anterior como consecuencia de un probable incremento de la eficiencia fotosintética, tal como se ha demostrado en plantas de arroz inoculadas y sometidas a estrés hídrico donde lograron mejorar su desarrollo a largo plazo después de un período de estrés hídrico (Ruíz *et al.*, 2012).

Conclusión

El incremento de la dosis de riego produce plantas con tallos más gruesos, mayor altura y masa foliar. Las plantas de moringa presentaron altos niveles de colonización por hongos nativos, sin embargo, no contribuyeron en la respuesta en el crecimiento de las plantas. A los treinta días de la aplicación de *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices* pueden mejorar el crecimiento y desarrollo de moringa en épocas de limitada disponibilidad de agua. Es necesario realizar estudios con hongos nativos para

promover su uso como biofertilizante y asegurar la supervivencia, desarrollo y crecimiento de plantas de *M. oleifera* incluso bajo condiciones de déficit hídrico.

Referencias

- Casanova-Lugo F et al. 2014. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder Banks systems in Yucatan, Mexico. *Agroforest Syst* 88: 29-39.
- Castro-Márquez AM. 2013. El árbol Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia. Trabajo de Grado para: Optar Título Especialista, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Hernández P. 2013. Asociación micorrízica entre *Moringa oleifera* Lam y el *Glomus fasciculatum*. Centro de Información y Gestión Tecnológica, Pinar del Río, 15(2).
- Li F et al. (2008). Effects of water stress on growth, dry matter allocation and water-use efficiency of a leguminous species, *Shophora davidii*. *Agroforest Syst*. doi: 10.1007/s10457-008-9199-1
- Magaña-Benítez W. 2012. Aprovechamiento poscosecha de la moringa (*Moringa oleifera*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 13(2): 171-174.
- Medrano H, Bota J, Cifre J, Flexas J, Ribas-Carbó M, Gulías J. 2007. Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas* 43: 63-84.
- Olson M, Fahey J. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(4): 1071-1082.
- Pérez A et al. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y forrajes* 33(4): 1-16.
- Ramos-Trejo O et al. 2015. Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleifera*. *Revista Bio Ciencias* 3(3): 187-194.
- Smith SE, Read DJ. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. 3a ed. Academic Press. Londres, Ru. 787 p.

Impacto de Tres Factores del Manejo Tecnológico del Sorgo en Campeche

J. Medina Méndez, J.M. Soto Rocha*, M. Hernández Pérez

Resumen. El sorgo para grano es importante en Campeche con base en el número de productores y la superficie cultivada; y se considera como alternativa esencial para establecer rotaciones con la soya, la calabaza chihua y el maíz. Asimismo, su follaje verde, o seco, constituye fuente importante de alimento para la ganadería bovina en una época difícil del año. Debido a lo anterior, el sorgo es un cultivo prioritario para la investigación y transferencia de tecnología que lleva a cabo el INIFAP. En la presente investigación se tuvo como objetivo determinar el efecto de factores como la variedad, densidad de siembra y la fertilización, sobre las variables rendimiento de grano y rastrojo verde. De cada uno de los factores se probaron cinco niveles en un experimento factorial completo. El cultivo se sembró en enero de 2018 y se abasteció hídricamente con agua de lluvia más riego de auxilio. El área de estudio tuvo un suelo con 62% de arcilla, pH 6.7, alto en nitratos, bajo en fósforo, alto en cationes y bajo micronutrientes. El experimento tuvo un rendimiento promedio de 2.5 t ha⁻¹ de grano y 24.4 t ha⁻¹ de rastrojo verde. Se registraron diferencias altamente significativas en los tres factores bajo estudio. Para el rendimiento de grano la mejor dosis de fertilización estuvo entre 150 y 200 kg ha⁻¹ de *fosfato diamónico*, la mejor densidad de siembra fue 300 mil plantas por hectárea, y el mejor híbrido fue el DKS-32. Asimismo, en la producción de rastrojo verde la mejor dosis de fertilización fue 200 kg ha⁻¹ de *fosfato diamónico*, las densidades de siembra de 150-300 mil plantas por hectárea fueron iguales estadísticamente, pero superiores a la densidad de 100 mil plantas, que fue de todas la más baja; asimismo, el mejor híbrido fue el denominado AMBAR.

Palabras clave: sorgo, fertilización, densidad de siembra.

Introducción

México se encuentra entre los principales países productores de sorgo, después de los Estados Unidos de América. En nuestro país la superficie cultivada es de 1.5 a 1.9 millones de hectáreas, las cuales producen 4.8 millones de toneladas de grano, con un rendimiento medio de 3.2 a 3.4 toneladas por hectárea.

INIFAP-CE Edzná.

*Autor para correspondencia: soto.jesus @inifap.gob.mx

El propósito de la producción de sorgo en México es para la producción de alimento para el ganado. Los principales estados productores de sorgo en México son Tamaulipas, Sinaloa, Guanajuato y Michoacán, que cultivan 900, 280, 220 y 110 mil hectáreas anuales con esta gramínea. En Campeche, el sorgo ocupa una superficie estimada de 10,000 a 15,000 hectáreas. Como alternativa de producción se ha propuesto su utilización como cultivo emergente a sembrar en los meses de agosto y septiembre, ante un desfase de las fechas de siembra de la soya o el maíz debido a las condiciones de falta de precipitación en el mes de julio y agosto. Asimismo, se ha observado que es una excelente alternativa para llevar a cabo rotaciones de cultivo en áreas netamente de temporal, con cultivos como la soya, la calabaza chihua y el maíz, en los suelos arcillosos denominados regionalmente como Kán-cab y Ya'ax-hom, que en las áreas de más alto potencial de producción de granos y cereales en la entidad, pero que por falta de infraestructura hídrica para su aprovechamiento con cultivos de riego permanecen ociosos por espacio de cuatro a cinco meses anualmente. Ocupa una mención especial el sorgo cultivado en los suelos denominados Akalché, donde encuentra condiciones para producir al más alto potencial de rendimiento. Debido a la forma de producir actual, estos suelos se subutilizan permaneciendo ociosos de junio a octubre, recibiendo precipitaciones de 450 a 700 mm, mismos que se desperdician por una situación compleja que engloba la falta de cultura de los productores en el uso de rotaciones de cultivo, la falta de mercado de algunos productos agropecuarios y de una tecnología específica para las condiciones del sitio; así como la falta de infraestructura y equipo de trabajo. Dentro de la tecnología de manejo, la fertilización es esencial y en el sorgo no es excepción. Los suelos de la entidad son por lo general arcillosos, pobres en fósforo, y altos en contenido de calcio, condiciones que se consideran negativas para gran parte de los cultivos. Asimismo, tienen un alto contenido de potasio, suficiente para mantener una excelente producción de granos y hortalizas; y una cantidad de materia orgánica, que proporciona abundante nitrógeno. No obstante, suelen presentar algunas deficiencias de Magnesio que afectan negativamente a cultivos importantes como el maíz, y el sorgo pudiera ser un caso semejante. El sorgo necesita contar en el suelo con valores de 85 kg de nitrógeno, 35 kg de fósforo y 95 kg de potasio por hectárea para mantener rendimientos de 3.5 toneladas por hectárea en promedio; por ello se considera que el fósforo es el elemento mayor más deficiente en el suelo y determinante en la producción (Fontanetto y Keller, 1999; Gambaudo, 2008). La densidad de siembra es un factor esencial para aprovechar el agua, el suelo y energía de la luz solar en beneficio de la producción. Cuando esta es adecuada tiende a coadyuvar en la solución del problema del bajo rendimiento de grano; si es baja, hay un efecto negativo en el rendimiento ocasionado por la competencia del sorgo con la maleza y la alta evaporación del agua del suelo pues los rayos solares inciden directamente en la superficie del suelo por un mayor tiempo. Por el contrario, cuando

es alta, la competencia entre las plantas del mismo cultivo por el agua se incentiva y tiene un efecto deletéreo sobre el rendimiento si el cultivo depende netamente del temporal. El material utilizado es un factor que afecta directamente al rendimiento debido a su potencial intrínseco y su capacidad de adaptación al clima y suelo de la entidad, en lo cual tiene mucho que ver la forma en que cada variedad, interacciona con el ambiente. Entre las causas que motivan la evaluación del material de siembra se encuentra el hecho de que las empresas semilleras introducen al mercado nuevos materiales periódicamente y es necesario asegurarse de que éstos cumplen algunas especificidades importantes, como por ejemplo su adaptación, al clima, suelo y manejo característico de la entidad; y su reacción a las enfermedades y plagas más importantes que aquejan a la producción. Entre los problemas biológicos más importantes del sorgo se encuentra el pulgón amarillo; y es bien sabido que algunas variedades poseen mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades, tales como la no preferencia y la antibiosis, que los hace distintos, de tal manera que este podría ser el caso de algunos de los híbridos que existen en el mercado de semillas de la entidad. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de factores como la variedad, densidad de siembra y la fertilización, sobre las variables rendimiento de grano y rastrojo verde.

Materiales y métodos

Estructura del experimento

Se contó con cinco materiales híbridos (DKS-32, DAS-4430, SYN5515, 85P20 y AMBAR), los cuales se seleccionaron por ser los de mayor disponibilidad en la entidad. Con estos híbridos como indicadores se probaron cinco dosis de fertilización y cinco densidades de siembra. Las dosis de fertilización se basaron en diferentes cantidades de *fosfato de amonio* también denominado DAP (material comercial con concentración de 18-46-00 de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, por cada 100 kg de peso), el cual se hizo variar de 0 hasta 200 kg ha⁻¹, a intervalos de 50 kg ha⁻¹; apoyados en el conocimiento de que el suelo del sitio de estudio presentaba un contenido pobre de fósforo considerado (1.40 ppm de Fósforo Bray-I), y un contenido alto en nitratos (33.4 ppm), lo que hizo suponer que el fósforo sería un elemento limitante. Por su parte, las densidades de siembra variaron de 100 hasta 300 mil plantas por hectárea a intervalos de 50 mil plantas y se seleccionaron de acuerdo al conocimiento previo obtenido por Medina *et al.* (2018), al evaluar el rendimiento de grano y la densidad de siembra en cuatro localidades de suelo tipo Vertisol en Campeche.

Diseño experimental

En campo se aplicó un diseño de Bloques completos al Azar con dos repeticiones. Como parcela experimental se tuvo un surco de 5 metros de longitud y la separación entre surcos fue de 80 cm. Las variables indicadoras fueron el rendimiento de grano y el peso del rastrojo verde a la cosecha. Los datos se analizaron estadísticamente como factorial AxBxC a través del Software Infostat. Para la comparación de medias de los factores y sus interacciones se utilizó la DMS de Duncan ($p=0.05$).

Manejo del experimento

Se sembró en la localidad denominada Sitio Experimental Edzná ($19^{\circ}36'34.97''$ N; $90^{\circ}13'17.32''$ O y 24 msnm). El suelo fue una transición entre Luvisol y Vertisol (FAO/UNESCO, 1970). La fecha de siembra fue el 16 de enero de 2018. La cosecha fue del 5 al 8 de mayo de 2018. El suplemento hídrico fue mediante tres lluvias y dos riegos de auxilio. El riego fue por el método de gravedad. El control de la maleza de hoja ancha se realizó con 2,4-D amina (0.5 l ha^{-1}), también se aplicaron dos aporques, uno manual a los 25 días de edad, y otro con tractor a los 35 días. Los insectos se controlaron mediante *Espinetoram* (0.075 l ha^{-1}) para el gusano *Spodospira frugiperda* en tanto que para el pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) se aplicó *Imidacloprid* (0.5 l ha^{-1}). El fertilizante se aplicó todo a la siembra y se incorporó al suelo a “tapapié”, conjuntamente con la semilla.

Resultados y discusión

En el rendimiento de grano, como el rendimiento de rastrojo, los análisis de varianza reportaron diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación. Asimismo, en el rendimiento de rastrojo se registraron diferencias altamente significativas en los factores y en la interacción Fertilización x Híbridos, significativas en la interacción de los tres factores, y no significativas en las interacciones Fertilización x Densidad y Densidad x Híbrido (Cuadro 1).

De acuerdo a lo anterior, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de los factores (Cuadro 2), las cuales indicaron que la mejor dosis de fertilización estuvo entre 150 y 200 kg de DAP, para el rendimiento de grano, y 150 kg de DAP en el rendimiento de rastrojo; con valores medios de 4527-4562 kg y de 25.1-26.2 ton, de grano y rastrojo, respectivamente. Asimismo, también pudo observarse que la respuesta favorable y significativa del rendimiento de grano a la aplicación de fertilizante ocurrió con alrededor de 150 kg de DAP, que produjeron 4527 kg de grano, contra 3142 kg que produjo el testigo sin fertilización. La mejor densidad de siembra para el rendimiento de grano fue la de 300 mil plantas por hectárea, con 5176 kg ha^{-1} ; en tanto que, para el rendimiento de grano y rastrojo, la densidad que reportó los valores más bajos fue 100

mil plantas por hectárea, que fue estadísticamente inferior a las demás. En relación con los híbridos, en el rendimiento de grano el mejor de ellos fue DKS-32, con 6794 kg ha⁻¹, seguido por SYN5515, con 3791 kg ha⁻¹; el híbrido 85P20 registró el menor rendimiento (1755 kg ha⁻¹), debido a que presentó mayor afectación del pulgón amarillo. En cuanto al rendimiento de rastrojo, el híbrido de mayor rendimiento fue el AMBAR, con 29.5 ton ha⁻¹ y el DKS-32, con 19.8 ton ha⁻¹ fue el más bajo. Los híbridos DKS-32 y SYN5515 presentaron en promedio 59 días a floración con 150-200 kg de DAP ha⁻¹, en tanto que DAS-4430, 85P20 y AMBAR presentaron en promedio 67 días. La deficiente nutrición afectó a la floración, ya que los híbridos DKS-32 y SYN5515 alargaron el intervalo de siembra a floración 14 días en el tratamiento sin fertilización, mientras que en los híbridos DAS-4430, 85P20 y AMBAR este período se alargó en promedio 25 días. A partir del análisis del comportamiento de los híbridos con respecto a la fertilización y la densidad de siembra se extrajo la información del Cuadro 3, en el cual se presentan los valores de las variables rendimiento de grano y rastrojo. La probabilidad de obtener valores iguales o mayores a éstos es de un 80%, con la necesidad de realizar ajustes en el manejo de cada híbrido; se proponen en la densidad de siembra, de 250 a 300 mil plantas por hectárea; y en la fertilización de 150 a 200 kg por hectárea.

Cuadro 1. Análisis de varianza del rendimiento de grano y rastrojo verde.

F.V.	Gl	CM (Grano)	CM (Rastrojo)
Bloque	1	2300162 ^{n.s.}	63.30 ^{n.s.}
Fertilización	4	21093245**	11.06**
Densidad de s.	4	41164126**	126.78**
Híbridos	4	164612713**	720.14**
Fert x Densidad	16	2309202**	19.45 ^{n.s.}
Fert x Híbridos	16	7439114**	42.59**
Densidad x Hib	16	2197914**	17.88 ^{n.s.}
Fert x Den x Hib	64	1470943**	30.32*
Error	124	673263	19.48
Total	249		

^{n.s.}= no significativa. *= diferencia significativa (p=0.05)

**= diferencia altamente significativa (p=0.01)

Cuadro 2. Prueba de medias de rendimiento en la fertilización, densidad de siembra e híbridos.

Dosis de F.	Grano	Rastrojo	Densidad	Grano	Rastrojo	Híbridos	Grano	Rastrojo
(kg de DAP)	(kg)	(ton)	(miles de pl)	(kg)	(ton)	(Nombre)	(kg)	(ton)
200	4562a	25.1ab	300	5176a	25.1a	DKS-32	6794a	19.8 d
150	4527a	26.2a	200	4109 b	25.2a	SYN5515	3791 b	21.7 c
100	3941 b	22.3 c	250	3946 bc	25.2a	DAS-4430	3699 b	24.9 b
50	3372 c	24.8ab	150	3659 c	24.8a	AMBAR	3533 b	29.5a
0	3142 c	23.5 bc	100	2651 d	21.6 b	85P20	1755 c	25.9 b

Cuadro 3. Valores de densidad de siembra y fertilización en función del híbrido y el rendimiento a obtener.

Híbridos	Grano (kg ha ⁻¹)	Rastrojo (t ha ⁻¹)	Fertilización (DAP kg ha ⁻¹)	Densidad (miles de pl.)
DKS-32	5702	25.0	200	250
DAS-4430	2804	23.4	150	300
SYN5515	2934	18.8	200	300
85P20	1442	21.3	150	300
AMBAR	2564	16.9	150	300

Conclusión

De los tres factores bajo estudio, el que presentó mayor variabilidad en el rendimiento de grano fue el material genético; en segundo lugar, se situó la densidad de siembra y por último, la fertilización. Dados los resultados obtenidos, los estudios como el presente son fundamentales para determinar los mejores genotipos para cada ambiente, así como la densidad de siembra y fertilización específica en cada caso. Asimismo, de acuerdo a las condiciones que prevalecieron durante el ensayo el mejor híbrido de sorgo fue el DKS-32, la mejor densidad de siembra estuvo entre 250 y 300 mil plantas y en fertilización la mejor respuesta se obtuvo aplicando de 150 a 200 kg de *fosfato diamónico* por hectárea.

Referencias

FAO/UNESCO (Food and Agricultural Organization of United Nations). 1970. Clave de unidades de suelos del Mundo. Secretaría de Recursos Hidraulicos. México D.F.

- Fontanetto H, Keller O. 1999. Fertilización en Sorgo. 1ª. Jornada de divulgación Técnica Económica: El sorgo como negocio. INTA, EEA Manfredi. 26 de agosto de 1999. Actas: 19-24
- Gambaudo S. 2008. La fertilización del sorgo granífero. EEA INTA Rafaela. Artículo en Internet: <http://portal.acabase.com.ar/>.
<http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/SORGO/Sorgo%20granifero%20-%20Nutrici%C3%B3n%20del%20cultivo.pdf>
- Medina MJ, Soto RJ y Hernández PM. 2018. Rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en los vertisoles de Campeche, México. Memoria de la LXIII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá. 250 p.
- Zamora M, Melin AL, Balda S. 2009. Manejo del cultivo del sorgo. Efecto de la densidad y la fertilización. INTA. B. A. Argentina. En internet https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-densidad_y_fertilizacin_en_sorgo.pdf. 14 de junio 2018.
- Paez TMD. 2013. Efecto de seis densidades poblacionales en el rendimiento de biomasa del sorgo de la variedad Sureño en Zamorano, Hoduras. Tesis de Maestría en Ciencias.

Algunas Especies con Potencial Económico de Zonas Semiáridas de Yucatán, Alternativa Frente al Cambio Climático Futuro

J.L. Leirana-Alcocer*, J.C. Cervera-Herrera, J.A. Navarro-Alberto, R.C. Barrientos-Medina

Resumen. Se espera que Yucatán sea más árido en los próximos 30 años, lo que repercutirá en la agricultura tradicional, por tanto, plantas nativas que ya crecen en zonas áridas se pueden convertir en cultivos importantes preadaptados a estas condiciones. En este trabajo se reseñan la distribución geográfica y potencial de uso de algunas especies nativas de las zonas secas del Estado de Yucatán. *Agave angustifolia*, tiene usos industriales y de restauración, ya que el henequén (un agave domesticado) ha disminuido su diversidad genética. Dos cactáceas (*Selenicereus* y *Acanthocereus*) que crecen en las selvas secas y matorral costero son usadas como frutales en Asia y Sudamérica, otra, *Mammillaria gaumeri* se asemeja a especies comercializadas para aficionados y coleccionistas, pero se necesita propagar en viveros ya que es endémica, amenazada y protegida. Dos especies de leguminosas (*Caesalpinia vesicaria* y *Pithecellobium keyense*), tienen potencial como melíferas, forrajeras y como restauradoras de hábitat. Todas las palmas nativas tienen potencial como planta de ornato, pero su comercialización sigue un régimen de control muy estricto por parte de las autoridades. Esta prospección indica que hay recursos potenciales para afrontar los retos del cambio climático local y regional esperado. En la Universidad Autónoma de Yucatán se está generando información eco-fisiológica para mejorar el manejo agronómico de estas y otras especies xerófitas.

Palabras clave: *Acanthocereus*, *Agave angustifolia*, *Caesalpinia vesicaria*, *Mammillaria gaumeri*, *Pithecellobium keyense*, *Selenicereus*.

Introducción

Los escenarios de cambio climático en Yucatán predicen que aumentará la severidad de las sequías en todo el estado en 30 años (González-Cerda y Valdez-Madero 2004), las temperaturas seguirán siendo cálidas (mayores a 26 °C).

Cuerpo Académico de Ecología Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*Autor para correspondencia: jleirana@correo.uady.mx

Esto sumado a que en gran parte del estado predominan los suelos poco aptos para la agricultura (Bautista *et al.*, 2005), pone en inminente riesgo la viabilidad de las actividades agropecuarias de la localidad, que ya de por sí enfrentan una larga crisis. Es por ello que se deben explorar nuevos recursos bióticos que demuestren estar adaptados a las condiciones ambientales que se esperan en el futuro; en este trabajo se presenta un catálogo de algunas de las especies que crecen actualmente en suelos pobres o poco profundos y con climas áridos y semiáridos del estado de Yucatán, algunas de las cuales están siendo actualmente investigadas en el laboratorio de Ecología Tropical del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán (Cervera-Herrera *et al.*, 2017).

Entre las plantas que se distribuyen en esta zona y que pueden ser utilizadas en procesos industriales destacan las de las familias cactáceas y las agaváceas, que además tienen una larga historia de usos dentro del territorio nacional (Nobel 1994, Colunga-García-Marín *et al.*, 1996, González-Medrano, 2012) y han sido parte importante de la cultura de sus habitantes, desde la etapa de cazadores- recolectores, pasando por las culturas prehispánicas hasta el modelo actual de capitalismo industrial (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1978; Montufar-López y Anzures-Jaimes 2014).

Materiales y métodos

Clima

En el noroeste del estado, primordialmente en la zona costera el clima va desde cálido semiárido (26°C y precipitaciones de hasta 700 mm) hasta el semiárido muy cálido (menos de 600 mm anuales y 28°C en Progreso y Telchac) (Orellana *et al.*, 2003).

Suelos

Los suelos de la costa de Yucatán son Solonchak gléyico (suelos con un horizonte inundable con alta concentración de sal) en las lagunas costeras y las áreas inundables de los cordones litorales; y Regosoles calcáricos (suelos arenosos sin estructura y textura muy gruesa). El material parental son los sedimentos marinos, que contienen principalmente compuestos carbonatados de origen biológico, acumulados por la acción 219 de las mareas. Una vez en tierra, el viento mueve el material acumulado formando hileras de dunas de hasta 2 m de alto.

Localización y nomenclatura de las especies de estudio

Los nombres de las especies y los tipos de vegetación en los que se encuentra se tomaron de: Arellano-Rodríguez *et al.* (2003). que es la fuente más reciente, y que concuerda con los que se presentan en la base de datos del IPNI (<http://www.ipni.org>). La distribución geográfica fue consultada y descargada del sitio Gbif.org.

El nivel de amenaza para cada especie fue revisado en los apéndices I, II y III del CITES (<http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>) y en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que se puede consultar en el Diario Oficial de la Federación del día 6 de marzo de 2002. En la lista Roja de la IUCN, no se menciona ninguna planta de la Península de Yucatán. No se menciona el estatus de las especies que no aparecen en ninguna de estas listas.

Listado de algunas de las especies comunes de las zonas áridas y semiáridas de Yucatán

Agavaceae

Agave angustifolia Haw.- Planta arrosetada de selva baja caducifolia, selva baja espinosa y matorral de duna costero. Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Se usa en la elaboración de fibras, bebidas destiladas (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 2007) y jarabe edulcorante, algunos de sus metabolitos tienen potencial como precursores de medicamentos. Es el ancestro del henequén y el agave azul y una alternativa importante para paliar la pérdida de diversidad genética de estos cultivos (García-Mendoza *et al.*, 1993).

Cactaceae

Acanthocereus pentagonus (L.) Britton & Rose $\equiv$ *Cereus pentagonus* (L.) Now. $\equiv$ *Cactus pentagonus* L. $\equiv$ *Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck.- Cacto rastrero de selvas bajas y matorral costero. Yucatán. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Apéndice II (CITES), Sujeta a protección especial (NOM). En Sudamérica, Israel y algunos países de Europa su fruto es comercializado, en Veracruz el tallo tierno es consumido como verdura fresca.

Mammillaria gaumeri (Britton & Rose) Orcutt.- Cacto globoso endémico del estado de Yucatán. Crece en matorral costero y sabana inundable. Yucatán. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Apéndice II (CITES), Sujeta a protección especial (NOM). Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Se le encuentra en Litosol, Rendzina y Regosol Calcárico. Plantas de este género se comercializan como plantas de ornato, ya sea en mercados legítimos o ilegales. Su comercialización se debe realizar bajo estrictas medidas de control para evitar el pillaje de las escasas poblaciones naturales.

Opuntia stricta (Haw). Cacto arbustivo (nopal) muy común en las zonas áridas de

México. En Yucatán es frecuente en las selvas secas y en el matorral que crece en la duna costera, sobre todo en la parte más seca (entre Telchac y Chuburná puerto). Se encuentra en suelos poco profundos y pedregosos o en las dunas arenosas del litoral. Uno de los usos más promisorios de este nopal es la extracción de pigmentos de betacianina del fruto maduro, dicho pigmento es demandado en la industria de los alimentos, por ejemplo, para yogur o bebidas refrescantes (Obón et al., 2009). Este cacto sin embargo puede convertirse en plaga si no se maneja con cuidado, p. ej. retirando, triturando o quemando los tallos que se corten y manteniendo áreas sombreadas entre los camellones de cultivo para disminuir su tasa de colonización de nuevos fragmentos.

Selenicereus donkelarii (Salm-Dyck) Britton & Rose $\equiv$ *Cereus donkelarii* (Salm-Dyck). - Cacto trepador o rastrero típico de selvas bajas y matorral costero. Yucatán. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Apéndice II (CITES). Este género se comercializa en Europa como fruta fresca y se le cultiva en Israel, Colombia y Venezuela. Además, como requiere de un árbol o arbusto patrón que le provea sostén y sombra, su cultivo es compatible con la agricultura de regeneración.

Leguminosae

Caesalpinia vesicaria L.- Planta arbórea o arbustiva de matorral costero. Yucatán, Campeche y Quintana Roo. El suelo más frecuente en el que se le encuentra es el arenoso de las dunas de litoral. Este género es un importante recurso apícola y forrajero, y provee sombra para el ganado y refugio para la fauna local.

Pithecellobium keyense Britton ex Coker. - Árbol o arbusto típico de matorral costero. Yucatán, Campeche y Quintana Roo. El suelo más frecuente en el que se le encuentra es el arenoso de las dunas de litoral. Esta especie tiene un alto potencial forrajero para pequeños rumiantes, en especial el fruto y la vaina, pues es un recurso alimenticio preferido por los venados del sur de Florida, EEUU. También existe evidencia que sugiere que puede incrementar el contenido de nitrógeno orgánico del suelo (Leirana-Alcocer y Bautista 2014), ya que aporta grandes cantidades de mantillo. Hernández (2017) ha demostrado que, en las dunas costeras severamente perturbadas, los adultos de esta especie amortiguan las condiciones de radiación solar y tasas de evapotranspiración extremas, lo que aumenta la viabilidad de las semillas del suelo en época de sequía.

Palmae

Todas las palmas tienen potencial como planta de ornato, pero deben ser cultivadas en

viveros o cosechadas racionalmente en zonas no sujetas a protección y bajo la estricta autorización de las autoridades correspondientes.

Coccothrinax readii H.J. Quero. - Palma enana endémica de la Península de Yucatán, crece en matorral costero y selvas bajas y medianas. Yucatán y Quintana Roo. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Amenazada (NOM).

Pseudophoenix sargentii H. Wendl ex Sargent. - Palma de matorral de duna en peligro de extinción. Yucatán y Quintana Roo. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Amenazada (NOM).

Thrinax radiata Lood. ex Desf. - Palma enana de matorral costero y selvas mediana, en peligro de extinción. Yucatán y Quintana Roo. Se le encuentra en suelos de Pedregosos y poco profundos y en las dunas arenosas del litoral. Nivel de amenaza o protección: Amenazada (NOM).

Conclusiones

Esta prospección sencilla demuestra que en el norte de Yucatán existen recursos que podrían brindar mayor resiliencia a la agricultura, de cara al esperado cambio climático. En la Universidad Autónoma de Yucatán y en otras instituciones de investigación y educación superior se está generando información muy valiosa sobre las plantas que pueden tener usos industriales, forrajeros y mejoradoras del suelo, etc. Es necesario que esta información sirva de marco para plantear estrategias urgentes para rescatar el campo Yucateco,

Referencias

- Arellano-Rodríguez JA et al. 2003. *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 815 p.
- Bautista F, Palma-López D, Huchin W. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del Estado de Yucatán. En: Bautista, F. y Palacio, A.G. (Editores). *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales*. Pp 105-122.
- Bravo-Hollis H, Sánchez-Mejorada H. 1978. Las cactáceas de México Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cervera JC, Castillo-Argáez R, Vargas I. 2017. Respuestas ecofisiológicas de plantas cactáceas: Fijación

- de CO₂, productividad y supervivencia. En: Navarro, J., Ramos-Zapata, J., Gonzáles-Moreno, A. y Leirana-Alcocer, J. (Editores). “*Ecología Funcional de la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos*”. UNAM-UADY-SIIES-CONANP. Pp. 140-159.
- CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. <https://www.cites.org/>. consultada el 24 de mayo de 2018.
- Colunga-GarcíaMarín P, Estrada-Loera E, May-Pat F. 1996. Diversity, and Domestication of Wild and Cultivated Populations of *Agave* in Yucatan, Mexico. *American Journal of Botany* 83: 1069-1082.
- García-Mendoza A, Colunga-García Marín P, Bye Jr R. 1993. Los usos de *Agave angustifolia* Haw., ancestro silvestre del henequén en su área de distribución geográfica. Pages 92-112. In: P. Peniche R. & F. Santamaría B., editors. *Memorias de la Conferencia Nacional sobre el Henequén y la Zona Henequenera de Yucatán*. Gobierno del Estado de Yucatán, CONACYT, Universidad Autónoma de Yucatán, Sostenibilidad Maya, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 25- 28 oct. 1992. Mérida, Yucatán, México.
- Gbif, Global Biodiversity Information Facility. 2014. www.gbif.net 11/11/2014.
- González-Cerda ME, Valdez-Madero G. 2004. Sequía meteorológica. En: *Cambio Climático, una visión desde México*. Martínez, J y A. Fernández (Eds). Pp 315-326.
- González-Medrano F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Publicaciones del INE. México.
- Gutiérrez-Coronado ML et al. 2007. Industria de la bacanora y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 5: 394-404.
- Hernández V. 2017. Microclimate and seed bank under *Pithecellobium keyense* (Fabaceae) in a coastal dune. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Naturales Tropicales. Universidad Autónoma de Yucatán. 78 Pp.
- IPNI. The International Plant Names Index. <http://www.ipni.org/ipni/>. Consultada el 3 de junio de 2018.
- Leirana-Alcocer J, Bautista F. 2014. Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. *Ciencia UAT* 8(2): 44-53.
- Montufar-López A, Anzures-Jaimes N. 2014. El registro arqueológico e histórico del maguey. *Arqueología Mexicana* 57: 12-25.
- Orellana, R., Islebe, G y Espadas C. Presente, pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán. En; P. Colunga García Marín, A. Larqué Saavedra (Eds). *Naturaleza y Sociedad en el área Maya*. Pp. 37-59.
- Nobel PS. 1994. *Remarkable Agaves and Cacti*. Oxford University Press.
- NOM-059-2001. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. Pp. 1-80.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.
- Obón JM et al. 2008. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems, *Journal of Food Engineering* 90: 471–479.

Identificación de Genes y Proteínas Involucrados en el Desarrollo Reproductivo en *Capsicum annuum*

E.Q. Aquino-Medina^{1*}, H. Ramírez-Medina², P. Hernández-Hernández², L. Guevara-Olvera², G. Acosta-García²

Resumen. *Capsicum annuum* es una especie que pertenece a la familia Solanaceae y se conoce comúnmente como chile. La aplicación exógena de fitohormonas, como las giberelinas, en ovarios emasculados de las flores, alrededor de la fase de antesis, induce la expansión celular de dichos órganos y conduce al desarrollo del fruto. Se ha reportado que diferentes tipos de estrés abiótico, como las sequías, provocan un retraso en el desarrollo reproductivo en plantas, lo que resulta en malos rendimientos en los cultivos. Esta condición adversa, reduce el agua disponible en las células de las plantas provocando la disminución de la división celular, la inhibición del crecimiento y falla reproductiva. En el presente proyecto, se pretenden identificar proteínas involucradas en el desarrollo reproductivo en *Capsicum annuum*. Además, se pretenden estimar los niveles de expresión de los genes responsables de dichas proteínas en plantas crecidas en condiciones de estrés hídrico y plantas tratadas con giberelinas exógenas. Mediante análisis bioinformático se ha identificado en el proteoma de *Capsicum annuum* la secuencia proteínas homólogas encargadas de la fase reproductiva en *Arabidopsis thaliana*. Algunas de ellas participan en el desarrollo de la flor y otras en el desarrollo del fruto. Ambas secuencias de aminoácidos tienen los dominios bien conservados, por lo que se espera que tengan la misma funcionalidad. Los análisis fenotípicos muestran que las giberelinas exógenas a concentraciones relativamente altas participan en el potenciamiento del crecimiento vegetativo, mas no en el desarrollo reproductivo. Estos resultados lo demuestran los análisis moleculares, en donde se observa una disminución en la expresión del gen GA20OX1, (Gen que participa en la biosíntesis de giberelinas bioactivas), en los tratamientos con giberelinas exógenas, estos resultados fueron demostrados por RT-PCR y RT-qPCR. Además, se observa que los tratamientos de estrés hídrico provocan una represión de los genes relacionados al desarrollo reproductivo en *Capsicum annuum*.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, desarrollo reproductivo, fitohormonas, sequía

¹⁻²Departamento de Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya, Av. Tecnológico y A. García Cubas S/N, CP. 38010. Celaya, Guanajuato, México. Tel: 461 61 17575 ext. 5471.
Autor para correspondencia: edgar_querubin@hotmail.com

Introducción

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área Bolivia-Perú. Se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7.000 años; se propone que desde dicha zona ocurrió su diseminación al resto de América (Casseres, 1966; Muñoz *et al.*, 1970).

El estrés hídrico es una de las principales causas de disminución de la producción de los cultivos. Esta condición adversa, reduce el agua disponible en las células de la planta, provocando que se eleven las concentraciones de solutos en el citosol. Además, disminuye la división celular, provoca la inhibición del crecimiento y falla reproductiva, seguido por la acumulación del ácido abscísico, una fitohormona, que causa el marchitamiento (Munns y Tester, 2008).

El desarrollo reproductivo se inicia normalmente en respuesta a señales hormonales, generadas durante la polinización y la fecundación, y en principio estarían vinculadas a la formación inicial de la semilla. La acción coordinada de señales producidas, entre otros tejidos en las anteras (Marti *et al.*, 2007; Schijlen *et al.*, 2007) y posteriormente por el óvulo fertilizado, conducirían al crecimiento y desarrollo del fruto.

En este proyecto, se propone el estudio de genes y proteínas encargadas del desarrollo reproductivo en *C. annuum*, además se pretende estimar los cambios de expresión en los genes responsables de dichas proteínas al someter las plantas a estrés hídrico y a efecto de giberelinas.

Materiales y métodos

Material biológico

Capsicum annuum var. *glabriusculum* (Chiltepín)

Capsicum annuum Jalapeño var. Huichol

Análisis *in silico*

Para estos análisis se usarán 4 bases de datos, los primeros serán TAIR (The Arabidopsis Information Resource) (Berardini *et al.*, 2002); bases de datos donde se encuentra documentado el proteoma de *Arabidopsis thaliana*, el segundo es NCBI (National Center For Biotechnology information) (Altschul *et al.*, 1990); base donde se encuentra publicado el proteoma de *Capsicum annuum*. TAIR se usará para buscar secuencias de aminoácidos de proteínas que se encargan del desarrollo reproductivo en *Arabidopsis thaliana*, posteriormente estas secuencias serán llevadas al blast en NCBI, en donde se realizará una comparación con secuencias de aminoácidos del proteoma

de *C. annuum*, posteriormente las dos secuencias de aminoácidos serán insertadas al software clustal W, donde se harán emparejamientos de los aminoácidos para observar similitudes en ambas secuencias, para poder encontrar los dominios de las proteínas, se insertarán las secuencias en el programa informático SMART (Schultz *et al.*, 1998), donde se observarán los dominios reportados e hipotéticos de las proteínas.

Tratamientos con estrés hídrico y giberelinas exógenas (GA3)

Para la germinación de semillas de *Capsicum annuum* se llevará a cabo lo siguiente: Se colocarán semillas de *Capsicum annuum* en macetas con suelo mezcla “sunshine”, conformación peat most, perlita y vermiculita (relación 3:1:1). Su riego se llevará a cabo cada tercer día. Las plantas utilizadas para este estudio serán crecidas en condiciones de invernadero. Se aplicaron los siguientes tratamientos.

- Para el tratamiento control, las plantas serán regadas cada tres días con agua, en condiciones de invernadero.
- Para los ensayos de estrés hídrico, las plantas serán sometidas a 15 días sin riegos bajo condiciones de invernadero.
- En los ensayos de GA3, las plantas de chile serán regadas con Ácido giberelico 3 a una concentración de 10 μ M como lo describe Ouzounidou *et al.* (2010), se realizarán dos aspersiones con GA3 en intervalos de dos semanas, hasta que las plantas lleguen a la fase de antesis (floración).
- En los tratamientos de estrés hídrico + GA3 las plantas nuevamente serán regadas con GA3, hasta que estas lleguen a la etapa de antesis, posteriormente serán sometidas a 15 días de estrés hídrico.

Resultados y discusión

Análisis in silico

Se encontraron en el proteoma de *Capsicum annuum* proteínas que regulan la floración, los cuales también participan en el desarrollo floral en *Arabidopsis thaliana*, por lo que se realizaron clusters de ambas proteínas para comparar los dominios, en el caso de las proteínas de floración como AP1, LEAFY, SOC, AGL-24 o PI1, estos son conocidos en *Arabidopsis thaliana* como factores de transcripción con dominios de caja MADS, los cuales se regulan entre ellos (Figura 1).



Figura 1. Comparación de los dominios MADS y K-box de las proteínas encargadas del desarrollo floral en *A. thaliana* y *C. annuum*.



Figura 2 Análisis fenotípicos de los tratamientos de Ga3 y estrés hídrico en Jalapeño y Chiltepín, A: Plantas de jalapeño en tratamientos control (izquierda) y Ga3 (derecha), B: plantas de chiltepín en tratamientos control (izquierda) y Ga3 (derecha), C: Plantas

de jalapeño en tratamientos de estrés hídrico (izquierda) y estrés hídrico + Ga3 (derecha), D: Plantas de chiltepín en tratamientos de estrés hídrico + Ga3 (izquierda) y estrés hídrico (derecha).

Análisis fenotípico

Se realizaron análisis fenotípicos de las plantas de jalapeño y chiltepín, en los tratamientos de estrés hídrico y Ga3, las fotografías muestran un aumento del tamaño de la altura de la planta y el tamaño de las hojas, en el tratamiento de Ga3 en jalapeño y chiltepín (figura 2 A y B), por otra parte durante los ensayos de estrés hídrico y estrés hídrico + Ga3 se observan una mejor tolerancia a nivel fenotipo en el tratamiento de estrés hídrico + Ga3, en ambas especies, que en el tratamiento de estrés hídrico (Figura 2 C y D).

Conclusiones

Los análisis *in silico* de las proteínas involucradas en el desarrollo reproductivo en *Capsicum annuum* muestran grandes homologías con las que se encargan del desarrollo floral en *Arabidopsis thaliana*.

Los dominios funcionales y estructurales de las proteínas de ambos organismos están bien conservados por lo que es muy probable que ambas proteínas tengan la misma funcionalidad.

Los análisis fenotípicos muestran que las giberelinas tienen un efecto positivo en el desarrollo vegetativo en *Capsicum annuum*, *sin embargo*, no muestran una mejoría en el desarrollo reproductivo de la planta.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el laboratorio de biología molecular del instituto tecnológico de Celaya, y fue sustentado por el consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT), a quienes agradecemos su apoyo.

Referencias

- Bañuelos N, Salido P, Gardea A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. Estudios sociales 16: 1-29.
- Berardini T et al. 2002. TAIR: a resource for integrated Arabidopsis data. Funct Integr Genomics 2: 239–253.
- Davière J, Achard P. 2013. Gibberellin signaling in plants. Development 140: 1147-1151.

- Hernández-Verdugo F et al. 2012. Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de chile (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) silvestre del noroeste de México. Polibotánica 33: 175-191.
- Kohli A, Onate J, Miro B, Raorane M. 2012. Root proteases: reinforced links between nitrogen uptake and mobilization and drought tolerance. Physiol Plant 145: 165–179.
- Lee J, Lee I. 2010. Regulation and function of SOC1, a flowering pathway integrator. J Exp Bot 61: 2247-2254.
- Osakabe Y, Osakabe K, Shinozaki K, Tram L. 2014. Response of plants to water stress. Front Plant Sci 5: 1-8.
- Tsaballa A, Pasentsis K, Tsaftaris A. 2012. The Role of a Gibberellin 20-Oxidase Gene in Fruit Development in Pepper (*Capsicum annuum*). Plant Mol Biol Rep 30: 556–565.

Indicadores Básicos para el Análisis de la Producción de Sandía en Campeche

N.G. Uzcanga-Pérez*, A.J. Cano-González

Resumen. Con una serie de estadísticas de producción del 2008 al 2016 y precios del 2008 al 2017, se valorizó la producción de sandía a precios corrientes y constantes con el propósito de describir su comportamiento a lo largo del período analizado. A partir del cálculo de estos dos indicadores se obtuvieron tres índices: índice de valor corriente, índice de volumen físico e índice de precios implícitos. El análisis nos indica que los incrementos registrados en el valor de la producción de sandía en el estado de Campeche se debieron principalmente por el aumento del precio fruta más que por el crecimiento del volumen físico de la producción, lo cual quiere decir que la productividad del cultivo permanece constante durante el período. El mercado mayorista que registró precios más atractivos por kg de sandía fue la central de abastos de Cuautla, Morelos.

Palabras clave: indicadores, índices, producción de sandía

Introducción

La sandía por su frescura y sabor es un producto cotizado en casi todo el año. Su comercio depende de manera directa de las preferencias del consumidor final, lo que ha impulsado su producción, pero también ha fomentado la competencia entre los países productores (ASERCA, 1999).

México es el primer exportador de sandía en el mundo (ASAGARPA, 2013) seguido por España, Estados Unidos, Irán y Países Bajos (FAO, 2011). En México las exportaciones de frutas como la sandía, melón, y papaya se estimó en el mes de noviembre de 2017, ventas por 48,991 miles de dólares (<http://www.banxico.org.mx>).

INIFAP-Campo Experimental Mocochá. Km. 25 Antigua Carretera Mérida-Motul, Mocochá Yucatán. C.P. 97454. CIRSE

Autor para correspondencia: uzcanga.nelda@inifap.gob.mx

En el estado de Campeche se siembra en promedio (2008 al 2016) una superficie de 1,594 ha, con una producción de 42,359 t valoradas en \$134, 532,000.00, donde el municipio de Hopolchén es el que aporta el 60.5% de dicha producción de la entidad. La importancia del cultivo de sandía de riego en el Estado se debe a que es el sustento de aproximadamente 150 productores (Uzcanga *et al.*, 2015) con rendimientos estatales de 19.49 t ha⁻¹ que se ubican por debajo del promedio nacional de 25.82 t ha⁻¹.

Materiales y métodos

Se valorizó la producción del cultivo de sandía de 2009 al 2016 a precios corrientes y constantes para la construcción de otros indicadores como el índice de valor corriente de la producción, índice del volumen físico e índice de precios implícitos siguiendo la metodología propuesta por SAGARPA-SIAP (2003).

Valor de la producción a precios corrientes: el procedimiento consistió en expresar los volúmenes de la producción de sandía a los precios vigentes de cada año del período elegido tomando como referencia el año base 2008.

VPPC= Valor de la producción a precios corrientes

$$VPPCorr = (P_n) * (Q_n)$$

P_n= Precio de sandía en el año n

Q_n= Cantidad producida de sandía en el año n.

VPPCons = Valor de la producción a precios constantes/ año base =2008

$$VPPCons = (P_{(2008)}) * (Q_n)$$

A partir de estos indicadores se calculó:

IV =Índice del valor corriente

$$IV = \frac{VPPCorr}{VPPCons} * 100$$

IVF= Índice del volumen físico

$$IVF = \frac{VP_{(n)} * P_{(2008)}}{VP_{(2008)} * P_{(2008)}} * 100$$

IPI=Índice de precios implícitos

$$IPI = \frac{VP_{(n)}}{VP_{(2008)}} * 100$$

Resultados y discusión

Del 2009 al 2010 el valor de la producción a precios reales se redujo en 41.1%, recuperándose proporcionalmente con un incremento de 41.7% en el 2011 y otro 2.1% en el 2012, para disminuir durante el 2013 y 2014 en 15.4% y 12.3% respectivamente. En el 2015 el valor de la producción registró un incremento del 21.7% y 8.2% en el 2016. Sin embargo, los incrementos registrados en el valor de la producción en los años 2011, 2012, 2015 y 2016 se debió principalmente por el aumento del precio fruta más que por el crecimiento del volumen físico de la producción (Figura 1).

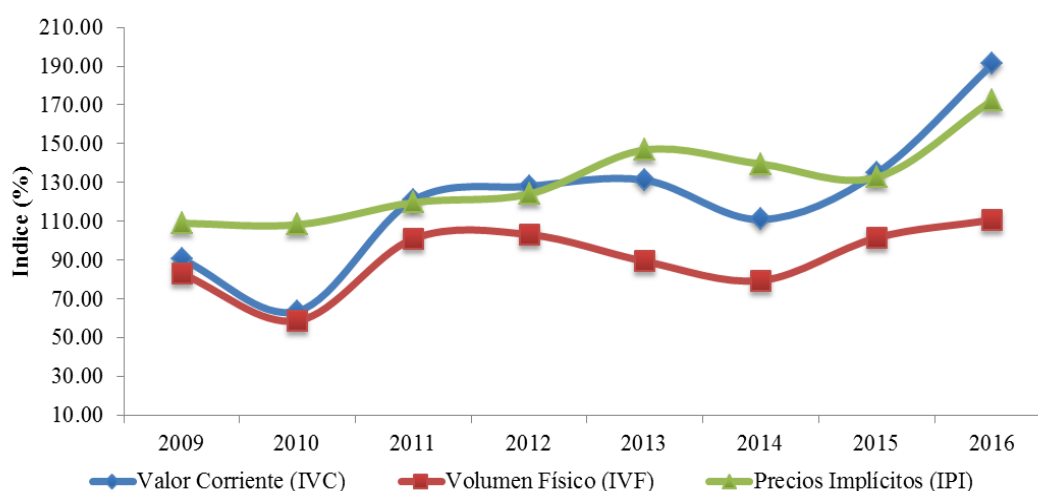


Figura 1. Índices de la Producción de Sandía en Campeche. Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico de producción agrícola del SIAP de 2008-2016.

La producción de sandía del estado se comercializa a través de la central de abastos Pedro Sainz de Baranda en Campeche y el destino de la producción es enviada a mercados como la Central de abastos de Mérida, Centro mayorista de Oxxutzcab y mercado de la Casa del Pueblo en Yucatán. Fuera de la Península de Yucatán, se comercializa a la Central de abastos de Ecatepec, en el Estado de México, Central de abastos de Villahermosa, Tabasco y Central de abastos de Cuautla, Morelos.

En cuanto a la evolución de los precios reales por kilogramo de sandía de origen campechano se observó que en el período del 2009-2011, los precios más altos se registraron en la Central de abastos de Ecatepec a \$4.94 kg. Del 2012 al 2014 los precios más prometedores se registraron en la Central de abastos de Cuautla, Morelos a \$4.21 kg y en 2015 y 2016 estos repuntaron principalmente en los mercados

mayoristas del estado de Yucatán a \$4.79 kg. Finalmente, del avance de precios del 2017, se estima que el mejor precio de comercialización para la sandía se ubica en la Central de Cuautla, Morelos a \$4.88 kg (Figura 2).

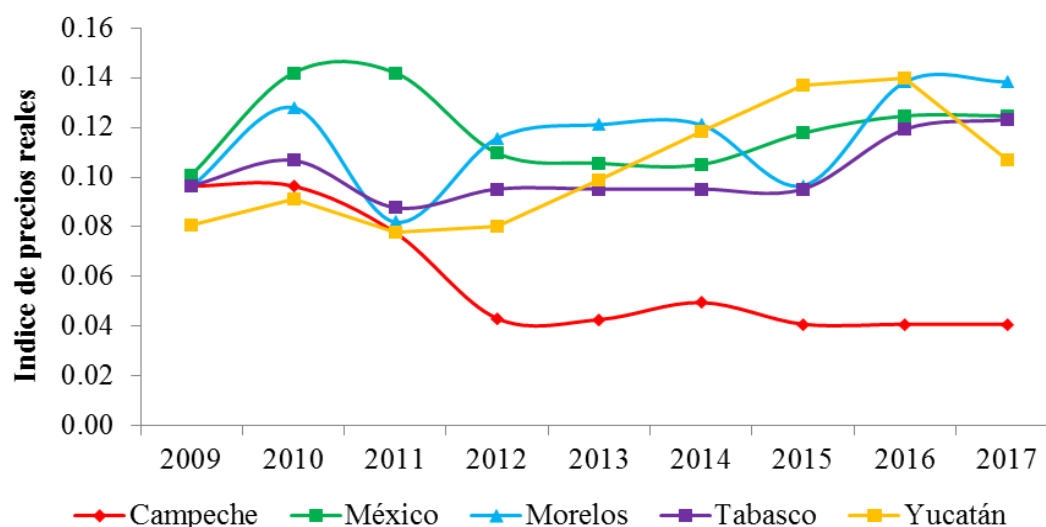


Figura 2. Evolución de los precios reales por kg de sandía de Campeche en las principales centrales de abasto. Fuente: Elaboración propia con datos del SIIM del 2008-2016. Precio real por kilogramo expresado en pesos del 2008 o año base.

Conclusión

El cálculo de indicadores básicos permitió analizar desde otra perspectiva la evolución y variaciones tanto de la producción como de los precios del cultivo de sandía concluyendo que los incrementos en el valor de la producción son atribuibles a los precios.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento del proyecto “Sistemas Agroforestales y su relación con el aprovechamiento y protección de su biodiversidad asociada en diferentes ecosistemas de México”, Convocatoria CONACYT-Problemas Nacionales 2014.

Referencias

- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 1999. La Sandía una Tradición Exportadora. México D.F. Claridades Agropecuarias. Editorial Abriendo Surcos. No. 75. 3-32 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Trade and Exports: Countries by Commodity: watermelon en www.faostat.org
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Directorio de Agroexportadores Mexicanos. México. MexBest-Consejo Nacional Agropecuario (CNA). 8ª Edición. 32pp.
- Sistema de Información Y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2003. Metodologías para la Integración y Análisis de Indicadores y Modelos del Sector Agropecuario. SAGARPA. 64p.
- Uzcanga PN, Cano GA, Ramírez SJ. 2015. Diagnóstico socioeconómico del cultivo de sandía en el estado de Campeche, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(6): 1331-1344.

SECCIÓN III: PRODUCCIÓN PECUARIA

Importancia de los Recursos Genéticos Animales para la Eficiencia de los Sistemas de Producción Bovina en el Trópico Mexicano

J.G. Magaña-Monforte^{1*}, J.C. Segura-Correa¹, J.R. Aké-López¹, R.C. Montes-Pérez¹, R.J. Estrada-León²

Resumen. Se revisó la información científica sobre el uso de la variación racial bovina en los sistemas de producción de destetes y doble propósito en el trópico, en especial de la Península de Yucatán. Se muestran las ventajas y desventajas de los efectos raciales aditivos directos y maternos, así como de la heterosis y la eficiencia energética. Con base a esos resultados se recomiendan razas paternas y maternas y las cruza entre Cebú y las europeas. La eficiencia energética y económica es mayor con vacas de medio nivel de escasez que con menos o más de 50% de genes europeos. El peso vivo de la vaca adulta y su relación con sus requerimientos de mantenimiento es una característica importante que debe ser considerada para la evaluación de recursos genéticos bovinos en sistemas de producción donde la base de la alimentación es el pasto.

Palabras clave: doble propósito, eficiencia energética, heterosis, producción animal.

Introducción

En México, la ganadería ocupa el principal uso del suelo - 55% del territorio – con una producción de carne de bovino mayor a 1.8 millones de toneladas y más 11.2 millones de toneladas de litros de leche, ocupando el 6° y 15° lugar a nivel mundial, respectivamente (SIAP, 2017).

En México se manejan 54 razas de ganado bovino (FAO-SAGARPA, 2012) en cinco regiones agroclimáticas. La región tropical ocupa el 29% del territorio donde se produce el 36% de la carne y el 18.5% de la leche de bovino.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. ²Instituto Tecnológico de Calkiní Campeche.

*Autor de correspondencia: jmagana@uady.mx

En éstas regiones la principal fuente de alimentación son los forrajes con grandes variaciones en la cantidad y calidad debido a las fluctuaciones estacionales de la precipitación pluvial anual. Para hacerla más intensiva se necesita de la suplementación energética y proteica. Sin embargo, el grado de respuesta sobre eficiencia del sistema dependerá de la aptitud de los animales para resistir al calor, humedad, parásitos, la habilidad para el uso de forrajes tropicales y el tipo de animal con preferencia en el ganado cebú y sus cruzas con europeo (Parra-Bracamonte *et al.*, 2015).

En sistemas de producción de carne de climas templados, la vaca utiliza entre el 65 y 85% del total de energía requerida para la producción de carne (Ferrel y Jenkins 1985; Montaña-Bermúdez *et al.*, 1990), dependiendo del sistema y del genotipo de vaca utilizado. En sistemas tropicales donde la fertilidad anual es menor al 65%, las ganancias diarias postdestete 0.6 kg/d y edades al sacrificio mayores a los 24 meses la proporción del alimento utilizado por la vaca muy probablemente sea mayor al rango anterior, situación que sugiere que el requerimiento de mantenimiento de la vaca sea un factor determinante de la eficiencia y rentabilidad de los sistemas de producción de carne y leche en el trópico mexicano.

Uno de los grandes retos para el mejoramiento de la eficiencia de los sistemas ganaderos de los trópicos es identificar genotipos que ofrezcan un óptimo balance de caracteres para aumentar la rentabilidad y la eficiencia de la producción de carne y leche. Las características reproductivas, de crecimiento, habilidad materna y tamaño adulto son para los sistemas de producción tropicales los más relevantes y la manera en que estos se incluyan en el manejo integral del sistema considerando los recursos alimenticios disponibles. El objetivo del presente trabajo es revisar y demostrar como el óptimo balance de las características del ganado y su manejo pueden integrarse para mejorar la eficiencia de la producción de carne y leche en el trópico mexicano y asegurar su rentabilidad y sostenibilidad.

Material y métodos

Se utilizó generada y publicada en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, sobre el peso al destete ajustado a 240 días de edad, edad al primer parto e intervalo entre partos y producción de leche de razas y cruzas de ganado bovino en el trópico, así como algunas estimaciones de eficiencia y el papel de las características de los recursos genéticos bovinos utilizados, señalando las diferencias fenotípicas y genéticas de los mismos para mostrar sus ventajas y desventajas con la finalidad de proponer los genotipos y su manejo más apropiados para los sistemas ganaderos tropicales.

Con relación a las estimaciones de los efectos genéticos aditivos directos y maternos se realizaron con respecto al comportamiento de Cebú comercial.

Resultados y discusión

Diferencias raciales y heterosis

Una de las estrategias utilizadas para mejorar los niveles de producción ha sido la introducción de razas europeas para cruzarlas con el ganado Cebú. El uso de cruzamientos aprovecha las ventajas de los efectos aditivos y no-aditivos de los genes y la complementariedad. El efecto de los primeros es resultado de la selección, la complementariedad viene como resultado de la correcta elección de las razas para producir mejor rendimiento en las crías cruzadas. Los efectos no-aditivos se expresan por el nivel de heterosis o vigor híbrido, estimada como la superioridad de los individuos F1 con respecto al promedio de las razas puras contemporáneas.

Las constantes estimadas para el peso al destete (Cuadro 1) muestran efectos positivos de las razas Brahman, Indubrasil, Suizo Pardo, Charolais y Angus principalmente y efectos negativos de Nelore, Gyr y Brangus, sugiriendo que las razas con desviaciones positivas sobre Cebú Comercial son las más apropiadas como sementales. Con respecto a los efectos maternos, las razas con desviaciones positivas son las recomendadas como vacas y sobresalen las razas Nelore, Gyr y Brangus (Cuadro 1).

La superioridad como razas paternas Brahman e Indubrasil ha sido reportado en otros estudios en México (Magaña-Monforte y Segura-Correa, 2012; Medina-Navarro *et al.*, 2008) y superioridad solamente para Brahman en el sur de los EEUU (Paschall *et al.*, 1991; Rilley *et al.*, 2001). Con relación a las razas europeas, la Charolais y Angus son más sobresalientes como lo han reportado Medina-Navarro *et al.* (2008) y Osorio-Arce y Segura-Correa (2010).

Como raza materna, la Nelore seguida por la Gyr son mejores y la peor es Indubrasil (Cuadro 1). Resultados que coinciden con lo reportado por Segura-Correa *et al.* (2012); Osorio-Arce y Segura-Correa (2010) en México. Paschal *et al.* (1991) y Rilley *et al.* (2001) argumentaron que las desventajas de la raza Indubrasil radica en la alta mortalidad predestete y al gran tamaño de los pezones que evita que el becerro mane calostro.

En el Cuadro 1 se muestran los efectos de heterosis directa que expresan los becerros cruzados en el peso al destete, en donde se observa que los valores mayores son entre las cruza de Cebú con las razas europeas (británicas, cárnicas y lecheras) y menor entre las cebú. La heterosis materna la cruza entre Cebú y razas de carne como Charolais y Simmental no es recomendada, pero sí entre las Cebú y las razas británicas (Angus y Hereford) y lecheras (Holstein y Suizo Pardo). Osorio-Arce y Segura-Correa (2010) en el trópico de México, reportaron valores no significativos de heterosis entre Cebú y razas cárnicas y lecheras. Magaña y Segura (2003) reportaron valores insignificantes de heterosis entre razas Cebú en el sureste de México.

También en el Cuadro 1 se muestran los efectos aditivos y heterosis directa y materna para la edad al primer parto (EPP) y el intervalo entre partos (IEP). Para la EPP los valores negativos son favorables. Las razas Nelore y Suizo Pardo son 60 y 146 días más precoces que la Cebú comercial. Para el IEP, la Nelore, Holstein, Brahman y Suizo Pardo son mejores (65, 28, 19 y 7 días menos de IEP, respectivamente). Entre las razas Cebú la Indubrasil y la Gyr son de pobre desempeño reproductivo, así como la Charolais entre las europeas. Esta misma tendencia fue reportada por Magaña y Segura (2001) y Segura-Correa *et al.* (2018) en el trópico mexicano.

Con respecto a la heterosis, las cruzas entre Cebú y las razas de carne o de leche muestran ventajas equivalentes entre 3 y 4 meses de menor EPP y entre 1 y 1.5 meses de menor intervalo entre partos, siendo más ventajosa para las cruzas entre Cebú y las razas lecheras. Magaña y Segura (2001) reportaron valores de heterosis similares para la EPP entre las cruzas de las razas Cebú y Suizo Pardo, pero no para la IEP, argumentado que debido a los efectos positivos de heterosis para el peso maduro, las vacas F1 al ser más pesadas sus requerimientos de mantenimiento también son mayores y no pueden satisfacerse con la alimentación de pasto y mínima suplementación como los sistemas tropicales, por lo que es más probable que los efectos del balance energético negativo durante el postparto temprano provoque retraso en el reinicio de la actividad ovárica y con ello el IEP. Magaña-Monforte y Segura-Correa (2012) y Segura-Correa *et al.* (2018) también señalan esta situación y sugieren que quizá, el uso de vacas de tamaño mediano, buena fertilidad y habilidad materna como la craza entre Angus y Cebú sea lo más recomendado para la producción de destetes en los sistemas tropicales y las razas paternas como Charolais y Simmental, Suizo Europeo o incluso Brahman.

La estimación de la eficiencia energética de la producción de destetes puede ser un indicador para la evaluación de genotipos, ya que integra las características de peso vivo, crecimiento de la cría y la fertilidad de la vaca (Ferrel y Jenkins 1985; Green *et al.*, 1991). En el sureste de México, Cárdenas *et al.* (2015) reportaron la eficiencia energética de la producción de destetes de vacas de más de dos partos Brahman (B), Charolais x B y Suizo Europeo x B apareadas con sementales B. El peso al destete a seis meses de edad de las vacas B fue 166 kg y el de las vacas cruzadas fue mayor entre 23 y 25%, aunque con un 11% más de consumo de energía. La eficiencia energética de la producción de destetes medida como ganancia (g)/ Mcal de EM consumida fue 17.5, 20.1 y 19.6 para B, Charolais x B y Suizo Europeo x B, respectivamente, debido al mayor potencia lechero y de crecimiento de las razas europeas en comparación con la B.

Cuadro 1. Constantes estimadas y errores estándares de efectos directos raciales, maternos y heterosis para el peso al destete (kg), Edad al primer parto (d) e intervalo entre partos (d) en razas Cebú y europeas.

Grupo genético	Peso al destete (kg)	Edad al primer parto (días) Efecto aditivo directo	Intervalo entre partos (días)	Peso al destete (kg) Efecto aditivo materno
Cebú comercial	183.4±0.3	1132.6±1.4	468.7±1.7	183.4±0.3
Brahman (B)	37.1±1.2*	25.7±2.6*	-19.7±1.7*	-11.2±1.1*
Gyr	-9.8±2.3*		54.6±1.8*	10.1±2.1*
Indubrasil	29.6±2.2*	126.4±3.1*	38.3±1.8*	-22.0±1.7*
Nelore	-42.1±3.5*	-60.4±1.4*	-65.8±1.7*	52.3±3.5
Charolais	26.7±1.4*	35.2±4.4*	45.9±1.7*	-6.6±1.4*
Suizo Pardo	8.3±3.2*	-146.5±4.2*	-7.3±1.8*	-4.85±3.2*
Simmental	5.3±1.6*			-9.50±2.1*
Angus (An)	39.4±1.8*			-5.87±1.8*
Hereford (He)	11.6±1.6*			7.60±1.5*
Holstein			-28.3±12.0*	
Brangus	-16.3±3.2*			18.72±3.2
Heterosis directa				
B x RI				
B x RC	20.5±1.0*			
B x An	12.6±0.9*			
B x He	21.6±1.1*			
C x C	11.2±0.9*			
C x RI	20.8±0.9*			8.36±1.2*
C x RC	21.4±1.1*	-89.6±4.4*	-32.6±1.3*	-18.23±0.8*
C x RL	19.2±1.6*	-115.5±4.8*	-42.0±7.2*	10.21±3.2*

B= Brahman, C= razas cebú (Brahman, Gyr, Indubrasil, Nelore, Cebú comercial), RC=razas de carne (Charolais y Simmental), RB= razas británicas (Angus y Hereford), RL= razas lecheras (Holstein y Suizo Pardo). *P < 0.05

Con ganado de doble propósito, Estrada-León *et al.* (2002) reportaron estimaciones de la eficiencia energética (EE1) y económica (EE2) de vacas Holstein, $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de Holstein x Cebú bajo condiciones de pastoreo con riego y suplementación en el sureste de México. La EE1 se estimó como: (EM para gestación + lactación + cambios de peso vivo + mantenimiento/ EM para la producción de leche + crecimiento del becerro + peso vivo) cuyos resultados fueron 3.65, 3.73 y 6.5 para $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y Holstein, respectivamente lo que indica que las vacas más eficientes biológicamente fueron la $\frac{1}{2}$ seguidas por $\frac{3}{4}$ (p<0.05). El grupo de las Holstein fue la menos eficiente, esta misma tendencia se observó cuando se estimó la utilidad neta por día de interparto con valores 4.68, 4.14 y 3.46 pesos por día de interparto. Vacas con mayor proporción de genes europeos tienen mayor requerimiento de energía que vacas con menor proporción de genes europeos y en consecuencia su eficiencia energética para producir en mejor y

con la mayor fertilidad (menos días de intervalo entre partos) por ciclo reproductivo son más productivas.

En sistemas de doble propósito bajo condiciones de pastoreo directo a temporal y con o sin suplementación utilizando vacas con <50, 50 y >50% de genes europeos (Holstein o Suizo Pardo) se estimó la eficiencia energética aparente (EEA) como: (EM para la producción de leche + kg de becerro destetado + cambios de condición corporal/ la EM disponible en el potrero con y sin suplementación) resultando que en sistemas sin suplementación por cada unidad de EM disponible resultó en 0.24 unidades de EM en los productos en comparación a 0.28 cuando se suplementó. En relación a los grupos genéticos por cada unidad de EM disponible se retuvo en los productos 0.19, 0.39 y 0.22 unidades de EM en vacas <50, 50 y >50% de europeo. Lo que resulta que la EEA fue 17% mayor con la suplementación, pero las vacas con 50% de genes europeos fueron 78 y 86% superiores a los grupos <50 y >50, respectivamente.

Conclusiones

La variación racial ofrece grandes oportunidades para mejorar los sistemas de producción de destetes y de doble propósito. Entre el ganado cebú las razas Brahman e Indubrasil producen becerros más pesados al destete, aunque tienen desventajas por sus efectos genéticos maternos contrario a Nelore. Las razas europeas como Angus, Charolais, Suizo, Simmental y Hereford pueden mejorar el peso al destete por sus efectos directos y heterosis. Las cruzas entre razas de carne (inglesas y continentales) y lecheras europeas ofrecen grandes ventajas para mejorar el peso al destete y la EPP e IEP, y excepto las razas continentales ofrecen efectos aditivos maternos para mejorar el sistema de producción de destetes, así como la eficiencia energética.

Los animales con 50% de genes europeos ofrecen grandes oportunidades para mejorar la eficiencia energética de la producción de leche y carne (doble propósito) así como la eficiencia económica y sustentabilidad de los sistemas de producción.

Los requerimientos de mantenimiento asociados al peso vivo de la vaca es una característica que debe de considerarse en el diseño de programas de mejoramiento de la ganadería tropical.

Referencias

- Cárdenas MJV, Ku VJC, Magaña MJG. 2015. Eficiencia energética de la producción de destetes en vacas Brahman (*Bos indicus*) y cruzadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en Yucatán, México. Arch. Zoot. 64(246): 117-122.
- Estrada R, Parra M, Magaña JG, Santos J, Aguilar C. 2002. Estimation of apparent energetic and economic efficiency of cow with different levels of *Bos taurus*/*Bos indicus* blood, using a

- simulation model, in dual purpose herds in the tropics of Mexico. In: Eds: E Owen, T Smith, MA Stelle, S Anderson, AJ Duncan, M Herrero, JD Leaver, CK Reynolds, JI Richards, JC Ku-Vera. Responding to the livestock revolution: the role for globalization and implication for poverty alleviation. BSAS Publication 33. Nottingham University Press. Pp:51-52.
- Ferrell CL, Jenkins TG. 1985. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *J. Anim. Sci.* 61: 725-41.
- FAO-SAGARPA. 2012. Documento metodológico para el cálculo del subíndice de diversidad pecuaria. México. 92 p.
- Green RD et al. 1991. Output/input differences among nonpregnant, lactating *Bos indicus*-*Bos taurus* and *Bos taurus*-*Bos taurus* F1 cross cows. *J. Anim. Sci.* 69:3156-3166.
- Magaña JG, Segura-Correa JC. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Brown Swiss and Zebu-related breeds in South-eastern Mexico. *Livest. Res. Rural Develop.* 13(5) <http://www.cipav.org.co/lrrd3/5/maga135.htm>.
- Magaña JG, Segura JC. 2003. Estimates of breed average direct, maternal and heterosis effects for some pre-weaning traits of zebu breeds and their crosses in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 35, 341-350.
- Magaña JG, Parra-Bracamonte GM, Estrada-León RJ, Kú-Vera JC and Sosa-Ferreya CF. 2009. Caracterización del recurso genético animal en el diseño de sistemas sustentables de producción bovina en el trópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10:85-94.
- Medina-Navarro CG, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC. 2008. Estimación de efectos genéticos aditivos y heterosis para características importantes en la producción de carne en el trópico. IV Reunión Estatal de Investigación Agropecuaria, Forestal y Pesca, Mérida, Yucatán, México, 65-68.
- Montano-Bermudez M, Nielsen MK, Deutscher GH. 1990. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2279-88.
- Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC. 2010. Estimates of breed direct, maternal and heterosis effects for weaning and yearling weights of beef cattle in the humid tropics of Mexico. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 12, 463-469.
- Parra-Bracamonte GM, Sifuentes-Rincón AM, Martínez-González JC, Magaña-Monforte JG, Jahuey-Martínez FJ. 2015. En: Eds. Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R, Fernández-Rivera S, Araujo-Febres O, García-Winder M, Díaz-Muñoz TE. *La Ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Posgraduados. México. pp:391-416.
- Segura-Correa JC, Magaña-Monforte JG, Aké-López R. 2018. Resultados de cruzamientos y tendencias genéticas para ganado de carne en México. En: Eds: J Herrera Camacho, AJ Chay Canul, F Casanova Lugo, Á Piñeiro Vázquez, L Márquez Benavides, E Santillán Ferreyra, J Arce Menocal. *Avances de la Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*. pp:25-38.
- SIAP. 2017. Información estadística de la producción agropecuaria y pesquera mexicana. <http://www.siap.gob.mx/producción-agropecuaria>.
- Paschall JC, Sanders JO, Kerr JL. 1991. Calving and weaning characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gir-, Indu- Brazil- and Red Brahman sires F1 calves. *J. Anim. Sci.* 69, 2395-2402.
- Riley DG, Sanders JO, Knutson RE, Lunt DK. 2001. Comparison of F1 *Bos indicus* x Hereford cows in Central Texas. I. Reproduction, maternal and size traits. *J. Anim. Sci.* 79, 1431-1438.

Las Medidas Biométricas como Herramienta para la Toma de Decisiones en los Sistemas de Producción de Ovinos de Pelo

J.A. Tapia-González¹, E. Bautista-Díaz¹, E.R. Salazar-Cuytun², F. Casanova-Lugo³, A.T. Piñeiro-Vázquez⁴, L. Sarmiento-Franco², A.J. Aguilar-Caballero², A.J. Chay-Canul^{1*}

Resumen. El objetivo del presente documento fue analizar la información disponible sobre el uso de las MB como una herramienta que puede contribuir a la toma de decisiones en sistemas de producción de ovinos de pelo en México, y además visualizar las necesidades futuras de investigación. El uso de medidas biométricas (BM) como indicador del tipo de animal o como predictor de aspectos determinados del cuerpo y la composición de la canal de los animales domésticos ha sido propuesto desde 1930. Las ventajas del uso de las MB son su bajo costo y facilidad de obtención en el campo. Sin embargo, presenta limitaciones por la variación en la precisión de las medidas, la correcta identificación y ubicación de los puntos de referencia, distorsión anatómica debido a cambios en la posición o en el tono muscular, y los errores involucrados en la toma de mediciones lo que puede variar en función de la herramienta utilizada. Se han indicado que las medidas biométricas (MB) en los animales domésticos, podría ser una herramienta útil para la predicción del peso vivo, de las características de la canal y el cuerpo; así como un contribuir a determinar el estatus energético, nutricional, de salud y como un indicador de productividad en ovinos de pelo; sin embargo, hace falta más investigación que relacione estas MB y el contenido y distribución de los componentes químicos corporales en estos ovinos. Lo anterior podría apoyar a mejorar los esquemas de alimentación y selección de animales con rasgos desaseados para hacer la producción animal más eficiente bajo condiciones tropicales.

Palabras clave: ovejas de pelo, pesos vivo vacío, requerimientos, raciones tropicales.

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5, Apdo. 4-116 Itzimná, CP 97100, Mérida, Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México/I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

⁴Tecnológico Nacional de México/I.T. Conkal, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: aljuch@hotmail.com

Introducción

La composición química de la canal permite conocer cuál es el aporte de nutrientes como proteína y grasa en el producto final de la producción animal. Sin embargo, su evaluación presenta limitantes que condicionan su uso por las empresas incluso en la investigación sobre el tópico. Los altos costos que representan la disección, molienda y análisis químico, para la determinación de la composición de la canal y cuerpo de los animales han limitado los avances sobre estos tópicos. Por esta razón, se han estudiado otras técnicas alternas para su determinación. Entre estas, las técnicas indirectas son preferidos ya que se consideran “no invasivas” (Scholz *et al.*, 2015). Entre las técnicas indirectas actuales, destacan, el ultrasonido (Aguilar-Hernández *et al.*, 2016), las medidas biométricas (MB) (Fonseca *et al.*, 2017; Bautista-Díaz *et al.*, 2017) y el análisis de imagen digital (Gomes *et al.*, 2016). Sin embargo, el uso de la MB en ovinos de pelo aun es limitado (Bautista-Díaz *et al.*, 2017, 2018).

El uso de medidas biométricas (BM) como indicador del tipo de animal o como predictor de aspectos determinados del cuerpo y la composición de la canal de los animales domésticos ha sido propuesto desde 1930 (Fisher, 1975). Las ventajas del uso de las MB son su bajo costo y facilidad de obtención en el campo. Sin embargo, presenta limitaciones por la variación en la precisión de las medidas, la correcta identificación y ubicación de los puntos de referencia, distorsión anatómica debido a cambios en la posición o en el tono muscular, y los errores involucrados en la toma de mediciones lo que puede variar en función de la herramienta utilizada (Fisher, 1975; Fernandes *et al.*, 2010; Fonseca *et al.*, 2017).

Algunos autores han indicado que las medidas biométricas (MB) en los animales domésticos, podría ser una herramienta útil para la predicción de la composición de la canal en ovinos (Martínez-Avalos *et al.*, 1987; Hernández- Espinoza *et al.*, 2012; Bautista-Díaz *et al.*, 2017, 2018) y bovinos (Fernandes *et al.*, 2010; De Paula *et al.*, 2013). En este sentido, Fernandes *et al.* (2010) y De Paula *et al.* (2013) indicaron que la inclusión de MB puede mejorar la exactitud y precisión de las predicciones de la composición corporal y de la composición física y química de la grasa corporal. No obstante, en el trópico mexicano los estudios relacionados con las MB y su relación con la productividad en los sistemas de producción ovina han sido escasos. Además, los ovinos de pelo han sido adoptados por los productores para la producción de corderos en las regiones tropicales de Latinoamérica (Chay-Canul *et al.*, 2016), donde las razas Pelibuey, Katahdin, Black Belly y Dorper y las cruza entre estas son las que destacan (Magaña-Monforte *et al.*, 2013; Aguilar-Hernández *et al.*, 2016; Muñoz-Osorio *et al.*, 2016; Chay-Canul *et al.*, 2016). Adicionalmente se ha observado que la raza Pelibuey, ha demostrado una gran capacidad reproductiva, rusticidad y adaptación, lo que contribuye a mejorar la eficiencia productiva de los rebaños y que en la

actualidad ésta sea la raza materna de mayor importancia en la ovinocultura mexicana (Avendaño *et al.*, 2004; Magaña-Monforte *et al.*, 2013; Aguilar-Hernández *et al.*, 2016).

Por lo anteriormente planteado el objetivo del presente documento fue analizar la información disponible sobre el uso de las MB como una herramienta que puede contribuir a la toma de decisiones en sistemas de producción de ovinos de pelo en México, y además visualizar las necesidades futuras de investigación.

Uso de MB para predecir el peso vivo

En los animales domésticos el monitoreo del crecimiento es fundamental para la toma de decisiones en los sistemas de producción; y se ha establecido que el peso vivo (PV) es uno de los métodos más precisos para determinarlo (Chay-Canul *et al.*, 2018, inédito). Generalmente el PV se determina con la ayuda de básculas, sin embargo, estas no se encuentran en todas las unidades de producción por lo que se han desarrollado métodos alternos para su determinación (Chay-Canul *et al.*, 2018, inédito). Entre estos métodos destaca el uso de las MB; entre las más utilizadas destacan el perímetro torácico, el ancho de cadera, largo del cuerpo y altura a la cruz (Chay-Canul *et al.*, 2018, inédito). El perímetro torácico (PT) se correlaciona altamente con el PV de pequeños rumiantes (ovejas y cabras) de diferentes razas y por ello ha sido el más utilizado (Sowande y Sobola, 2008; Yilmaz *et al.*, 2013).

La determinación del peso vivo (PV) es una de las mediciones más precisas para conocer el grado de crecimiento del ganado (Wishart *et al.*, 2017). Sin embargo, a pesar de que el PV es un rasgo económico importante que puede ayudar a tomar decisiones en la alimentación y manejo de los animales de granja; los pequeños productores rara vez pueden comprar básculas para su determinación, debido a la alta inversión que estas representan (Kunene *et al.*, 2009; Sebolai *et al.*, 2012). Aunque varias técnicas para medir o estimar el PV del ganado han sido reportados, el uso de las básculas, siguen siendo el método más exacto, pero menos preferido por los pequeños productores porque es laborioso, tiene un costo asociado y causa estrés a los animales (Wishart *et al.*, 2017; Chay-Canul *et al.*, 2018, inédito). Por ejemplo, recientemente, se ha señalado que las ovejas pierden una cantidad significativa de PV, debido a la demora antes del pesaje y como consecuencia de las operaciones de manipulación; y que dichas pérdidas pueden representar de 1.8 – 2.9 kg o 3.5-5.6% PV (Wishart *et al.*, 2017). Por lo tanto, es importante desarrollar otros métodos prácticos de bajo costo y facilidad, permitiendo a pequeños productores monitorear el crecimiento de los animales de producción (Sebolai *et al.*, 2012).

Al respecto, un estudio realizado por Chay-Canul *et al.* (2018, Inédito) quienes desarrollaron y evaluaron una ecuación para predecir el PV con el uso del PT en ovejas Pelibuey; no gestantes y no lactantes (Figura 1), concluyeron que la ecuación propuesta

fue altamente precisa ($R^2 = 0.913$) y exacta ($C_b=0.996$) con un índice de reproducibilidad de 0.95 y la eficiencia del modelado (MEF) indicó una alta eficiencia de predicción, por lo que se recomienda utilizar dicha ecuación.

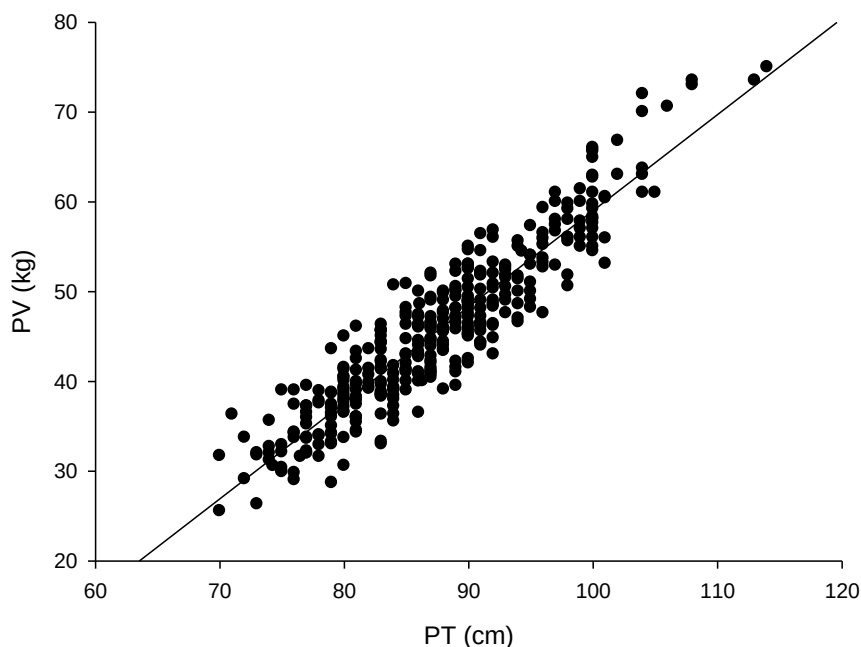


Figura 1. Relación entre el PV y el PT en ovejas Pelibuey: $PV = -47.97 (\pm 2.00^*) + 1.07 (\pm 0.022) \times PT$ ($R^2 = 0.86$, RCME = 3.46, y $n = 366$). Fuente: Chay-Canul *et al.* (2018, inédito)

Por otra parte, se han realizados algunos estudios utilizando las MB como predictores del PV en ovinos de distintas razas (Yilmaz *et al.*, 2013). Diversos autores, han indicado que el PT se correlaciona altamente con el PV para las diferentes especies animales (Yilmaz *et al.*, 2013). De hecho, Yilmaz *et al.* (2013) estimaron el PV mediante el PT en ovejas de la raza Karya, estos autores reportaron que el r^2 fue de 0,63. Además, Hernández-Espinoza *et al.* (2012) también informaron que el PT estuvo relacionado ($r = 0.79$) con el PV de corderas Pelibuey. También, bajo condiciones experimentales, Bautista-Díaz *et al.* (2017) encontraron que el PT fue el mejor predictor del PV en ovejas Pelibuey, en comparación a otras MB ($r^2 = 0.72$). Del mismo modo, Atta y El khidir (2004) encontraron que el PT se correlaciona altamente con el PV ($r = 0,99$ y $0,98$, para machos y hembras respectivamente), con r^2 de 0.98 y 0.96 para los corderos machos y hembras, respectivamente. Además, Kunene *et al.* (2009) informaron que la relación entre PT y PV tuvo valores de r que variaron de 0.33 a 0.86

en ovinos Zulu (Nguni) en diferentes grupos de edad. Esto coincide con varios autores que han informado sobre la importancia del PT en estimación de PV en ovejas de diferentes razas (Sowande y Sobola, 2008; Kunene *et al.*, 2009). Los resultados del presente estudio pueden contribuir para la estimación del peso corporal de ovejas Pelibuey y esta información puede contribuir a la actualización de los datos de la estimación del PV y de algunos parámetros requeridos por los modelos nutricionales actuales con el fin de predecir el comportamiento productivo de los ovinos de pelo (Chay-Canul *et al.*, 2016; 2018, inédito).

Composición corporal y de la canal

Trabajos recientes muestran el uso de las MB para la predicción de la composición corporal en bovinos (Fernandes *et al.*, 2010; De Paula *et al.*, 2013; Fonseca *et al.*, 2017). En bovinos mantenidos en pastoreo, Fernandes *et al.* (2010) hallaron que el uso de MB mejora la precisión de ecuaciones para predecir la composición corporal. También, De Paula *et al.* (2013) encontraron que las combinaciones de diferentes MB obtenidas *in vivo* pueden ser una herramienta para predecir las cantidades físicas y químicas de la grasa en la canal y el cuerpo de toros en pastoreo. Recientemente, Fonseca *et al.* (2017) reportaron que el uso de MB para predecir la grasa física del cuerpo en novillos F1 Nellore × Angus presentó resultados satisfactorios. Además, concluyeron que se requiere que estos modelos se apliquen a animales de diferente sexo, estado fisiológico y planos nutricionales para explicar el crecimiento con el uso de MB.

Las MB mejoran la precisión de la estimación de depósitos y composición de la grasa corporal en bovinos y ovinos (De Fernandes *et al.*, 2010; Bautista-Díaz *et al.*, 2017). La composición corporal sirve para analizar el estado de desarrollo y nutrición del cuerpo animal adulto, para lo cual es indispensable determinar el peso del animal, hacer su sacrificio y el análisis químico de todos los componentes corporales (Silva *et al.*, 2015). Este método es considerado el más adecuado debido a su mayor precisión; sin embargo, es muy caro y un método destructivo (Silva *et al.*, 2015, Díaz-López *et al.*, 2017). Por otro lado, los métodos indirectos son preferidos a los métodos directos porque son fáciles de aplicar y es posible aplicarlos en animales vivos (Scholz *et al.*, 2015, Silva *et al.*, 2015; Aguilar-Hernández *et al.*, 2016; Díaz-López *et al.*, 2017; Rodríguez-Valenzuela *et al.*, 2017).

En ovejas Pelibuey, se ha evaluado el uso del ultrasonido para la predicción de las características de la canal (Aguilar-Hernández *et al.*, 2016), los depósitos de grasa corporal (Chay-Canul *et al.*, 2016) y el contenido energético de la canal (Rodríguez-Valenzuela *et al.*, 2017). No obstante, en ovinos de pelo, se han encontrado pocos trabajos utilizando MB para predecir las características de la canal (Martínez-Avalos *et al.*, 1987; Hernández- Espinoza *et al.*, 2012; Bautista-Díaz *et al.*, 2017), y más aún;

para la predicción de la composición química de la canal y el cuerpo en este tipo de ovinos en sus diferentes etapas fisiológicas.

Cuadro 1. Estudios realizados en México con el uso de las medidas biométricas para predecir y las características de la canal de ovinos de pelo.

Raza	Sexo y estado fisiológico	Medidas biométricas	Variable predicha	r ²	Referencia
Pelibuey	Ovejas adultas	Largo del cuerpo, grosor del maslo de la cola y longitud de la caña	Peso de la canal caliente	0.63	Martínez-Avalos <i>et al.</i> (1987)
Blackbelly y Blackbelly× Pelibuey	Corderos en crecimiento	Altura a la cruz	Peso de la canal	0.66	Cantón <i>et al.</i> , 1992
Pelibuey	Corderas en crecimiento	Anchura del lomo	Rendimiento de la canal	0.54	Hernández-Espinoza <i>et al.</i> , 2012
Pelibuey	Ovejas adultas	Perímetro abdominal y altura a la cadera	Principales depósitos de grasa	0.64-0.85	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2017
Pelibuey	Ovejas adultas	Altura a la cruz y a la cadera, perímetro abdominal, longitud ilio-isquiática	Peso de la canal fría	0.92	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2017
Pelibuey	Ovejas adultas	Perímetro torácico y amplitud del abdomen	Peso del musculo	0.77	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2017
Pelibuey	Ovejas adultas	Altura a la cruz y a la cadera, perímetro abdominal y longitud ilio-isquiática	Peso de la grasa de la canal	0.93	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2017
Pelibuey y Katahdin	Corderos recién destetados	Perímetro torácico	Peso del tejido blando (musculo + grasa)	0.66	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2018, Inédito
Pelibuey y Katahdin	Corderos recién destetados	Perímetro torácico y altura a la cruz	Peso del hueso	0.67	Bautista-Díaz <i>et al.</i> , 2018, Inédito

En el cuadro 1, se presentan en orden cronológico los trabajos realizados en México utilizando las MB para predecir las características de la canal de ovinos de pelo. Se encontró que el uso de las MB en ovinos de pelo data de 1987 (Martínez-Avalos *et al.*, 1987). En estos ovinos, las MB (Figura 2) han sido utilizadas para predecir el peso de la canal (Martínez-Avalos *et al.*, 1987; Cantón *et al.*, 1992; Bautista-Díaz *et al.*, 2017), el rendimiento de la canal (Hernández-Espinoza *et al.*, 2012), el peso del músculo,

grasa y hueso en la canal (Bautista-Díaz *et al.*, 2017; Bautista-Díaz *et al.*, 2018, inedito). Asimismo, se observó que las MB más utilizadas fueron el perímetro torácico y abdominal, altura a la cruz y a la cadera y largo del cuerpo (Cuadro 1). Además, el coeficiente de determinación (r^2) de las ecuaciones varió de 0.54 a 0.93 indicando que el uso de las MB contribuye a buena precisión en las predicciones. Aunque se ha demostrado el potencial de las MB, faltan más estudios que evalúen estas mediciones y su relación con variables productivas, de salud y del estatus nutricional de los ovinos de pelo.

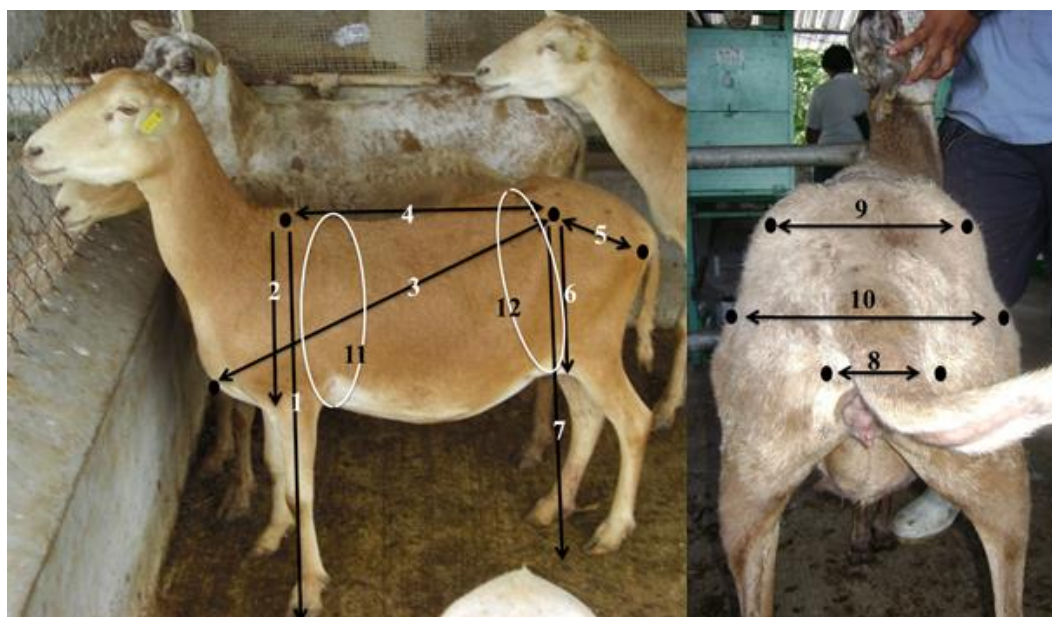


Figura 2. Representación esquemática de las MB registradas en borregas Pelibuey adultas: 1. Altura de la cruz (ACr); 2. Profundidad de la costilla (PCo); 3. Largo del cuerpo en diagonal (LCDi); 4. Largo del cuerpo (LCu); 5. Longitud ilio-isquiática (Lii); 6. Profundidad de la anca (PAn); 7. Altura al anca (AAn); 8. Amplitud del isquion (AmIs); 9. Amplitud del ilion (AmI), 10- Amplitud del abdomen (AmAb), 11- Perímetro torácico (PTo), 12- Perímetro abdominal (PAb). Fuente: Bautista Díaz, 2015

Las MB y su relación con variables productivas, de salud y del estatus nutricional de los ovinos de pelo

En ovejas Pelibuey, Ampueda y Combellas (2000) informaron que es muy difícil medir directamente la cantidad de leche producida, especialmente debido al tamaño pequeño de sus pezones. Aunque se han encontrado algunos estudios que estiman la producción de leche en las razas de pelo mediante el uso de métodos directos como el ordeño manual, ordeño mecánico, doble pesaje de cordero (Peniche-González *et al.*, 2015; Preciado-López *et al.*, 2017), es importante evaluar otros métodos indirectos que sean

fáciles de aplicar y obtener. Entre estos métodos indirectos se han estudiado las medidas de las ubres (MU), la ganancia de peso de los corderos y técnicas más sofisticadas y costosas como la dilución de isótopos (Iñiguez *et al.*, 2009, Van der Linden *et al.*, 2010, Peniche-González *et al.*, 2015; Ochepo *et al.*, 2015).

En trabajos que involucran las MU, se determina el volumen de la ubre mediante fórmulas matemáticas (Izadifard y Zamiri, 1997; Emediato *et al.*, 2008), lo que podría ser una herramienta útil para predecir la producción de leche, siendo este un método viable, práctico y de bajo costo a diferencia de otras técnicas (Iñiguez *et al.*, 2009). En este sentido, se ha encontrado una buena correlación en el tamaño de la ubre y la ubre en relación con la leche producida (Iñiguez *et al.*, 2009). En un trabajo reciente, Arcos-Álvarez *et al.* (2018, inédito) al evaluar la relación entre las medidas de la ubre (Figura 3) y la producción de leche (PDL) en ovejas de pelo, encontraron que la PDL osciló entre 0.100 a 1.040 kg/d (promedio 0.435 kg/d) y que esta estuvo correlacionada con la circunferencia ($r = 0.38-0.56$; $P < 0.0001$) y la amplitud ($r = 0.19-0.55$; $P < 0.0001$). No obstante, la correlación entre diámetro y largo de la teta con la PDL no fueron significativas ($P > 0.05$). Estos autores concluyen que las MU y el volumen de esta, son una alternativa viable para la estimación de la PDL en ovejas Pelibuey.



Figura 3. Registro de mediciones de la para predecir la producción de leche en ovejas Pelibuey.

Recientemente, nuestro equipo ha iniciado trabajos que involucran algunas medidas biométricas para la obtención de un índice de masa corporal (IMC) aplicado a pequeños rumiantes y se pretende que este índice sea utilizado como un indicador de estatus energético, nutricional y de salud en estos animales. Algunos trabajos en pequeños rumiantes, indican que el IMC está relacionado con la secreción hormonal en cabras (Tanaka *et al.*, 2002; Estrada-Cortés *et al.*, 2015; Urrutia-Morales *et al.*, 2016; Habibu *et al.*, 2016). Y también se ha reportado como un predictor de grasa corporal y músculo en cabras. Además, Chavarría-Aguilar *et al.* (2016) reportaron que tanto el IMC como las reservas energéticas corporales presentaron buena relación y que este índice podría ser utilizado como predictor de las reservas energéticas corporales en borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes. Además, los últimos trabajos, indican que el IMC podría ser utilizado como una herramienta para el manejo de los animales como una alternativa o complemento de la condición corporal (Ptaček *et al.*, 2018; Salazar-Cuytun *et al.*, 2018, inédito). Sin embargo, bajo condiciones de campo, hace falta investigar como el IMC y la CC se relacionan entre sí y cuáles son los rangos de asociación entre estos.

Conclusión

El uso de las MB puede contribuir a la predicción de las características de la canal y del cuerpo de ovinos de pelo; sin embargo, hace falta más investigación que relacione estas MB y el contenido y distribución de los componentes químicos corporales en estos ovinos. Lo anterior podría apoyar a mejorar los esquemas de alimentación y selección de animales con rasgos desaseados para hacer la producción animal más eficiente bajo condiciones tropicales.

Referencias

- Aguilar-Hernández E et al. 2016. Relationship of ultrasound measurements and carcass traits in Pelibuey ewes. *Journal Animal and Plant Science* 26: 325 -330.
- Ampueda J, Combellas J. 2000. Estimación de la producción de leche en ovejas West African. *Producción Latina*, 25: Comunicación 4.
- Atta M, El khidir OA. 2004. Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of liveweight of Nilotic sheep. *Small Rumin. Res.* 55: 233-237.
- Avendaño RL, Álvarez FD, Molina, L, Saucedo JS, Correa A. 2004. Engorda de corderos Pelibuey y sus cruza con Dorper y Katahdin bajo condiciones de estrés calórico. *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Buiatría, Michoacán, México*, pp 10-13.
- Bautista-Díaz E et al. 2017. Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Rumin Res.* 147: 115–119.
- Bautista-Díaz E. 2015. Relación entre medidas biométricas y la composición de la canal en borregas Pelibuey con distinta condición corporal. *Universidad Juárez autónoma de tabasco (DACA)*

- Cantón JGC, Velázquez AM, Castellanos AR. 1992. Body composition of pure and crossbred Blackbelly sheep. *Small Ruminant Research* 7: 61-66.
- Chavarría-Aguilar LM et al. 2016. Relationship between body fat depots and body mass index in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Research* 141 (2016): 124-126
- Chay-Canul AJ et al. 2016. Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. *Review. Rev. Mex. Cien. Pecu.* 7, 105-125.
- De Paula NF et al. 2013 Predicting carcass and body fat composition using biometric measurements of grazing beef cattle. *Journal of Animal Science* 91: 3341-3351.
- Díaz-López G et al. 2017. Relationship between body weight and body condition score with energy content in the carcass of Pelibuey ewes. *Australian Journal of Veterinary Science* 49, 77-81.
- Emediato RMS et al. 2008. Relationship between udder measurements and milk yield in Bergamasca ewes in Brazil *Small. Rumin. Res.* 75, 232-235.
- Espinosa-Mendoza R et al. 2018. Un método sencillo para determinar el volumen de la ubre y su relación con la producción de leche en ovejas pelibuey: estudio preliminar (Enviado no publicado).
- Estrada-Cortés E et al. 2015. Concentraciones de LH en periodos de transición reproductiva en cabras criollas x Nubia con diferente condición nutricional. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 2: 137-152
- Fernandes HJ et al. 2010 Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *Journal of Animal Science* 88: 1442-1453.
- Fisher AV (1975) The accuracy of some body measurements on live beef steers. *Livestock Production Science* 2: 357-366.
- Fonseca MA et al. 2017. Evaluation of equations to estimate body composition in beef cattle using live, linear and standing-rib cut measurements. *Animal Production Science*, 57, 378-390.
- Gomes RA et al. 2016. Estimating body weight and body composition of beef cattle through digital image analysis. *Journal of Animal Science* 94: 5414-5422.
- Habibu B et al. 2016. Seasonal variation in body mass index, cardinal physiological variables and serum thyroid hormones profiles in relation to susceptibility to thermal stress in goat kids. *Small Rumin. Res.* 145, 20-27
- Hernández-Espinoza DF et al. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: Estudio preliminar. *Rev. Cien.* 22: 24-31.
- Iñiguez L et al. 2009) Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *Journal Dairy Science* 92: 4613-4620.
- Izadifard J, Zamiri MJ, 1997. Lactation performance of two Iranian fat-tailed sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 24: 69-76.
- Kunene NW et al. 2009. Determination of prediction equations for estimating body weight of Zulu (Nguni) sheep. *Small Rumin. Res.* 84: 41-46.
- Magaña-Monforte JG et al. 2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 45: 1771-1776.
- Martínez-Avalos AMM et al. 1987. Zoometría y predicción de la composición corporal de la borrega Pelibuey. *Técnica Pecuaria en México.* 25: 72-84.
- Muñoz-Ororio GA et al. 2016. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: a review. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3: 267-277.
- Ochepo G.O et al. 2015. Effect of Breed and Method of Milking on Yield and Composition of Sheep Milk, *Scholarly J. Agric. Sci.* 5(7): 232-235.
- Peniche-Gonzalez I et al. 2015. Estimation of milk production in hair ewes by two methods of measurement. *Rev MVZ Córdoba.* 20: 4629-4635.

- Preciado-López E et al. 2017. Estimación de producción de leche en ovejas de pelo en el trópico húmedo de México. In: Berumen Alatorre A.C., Ramírez Vera S., Chay Canul A.J., Casanova Lugo F., Cetzal Ix W.R., Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México, pp. 101-104:
- Ptáček M et al. 2018. Relationship between body mass index, body energy reserves, milk, and meat production of original Wallachian sheep. *Small Ruminant Research* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.04.001>
- Rodríguez-Valenzuela E et al. 2017. Prediction of carcass energy content of Pelibuey ewes by ultrasound measurements. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12): 543-548.
- Scholz AM et al. 2015. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review. *Animal*. doi:10.1017/S1751731115000336.
- Sebolai B et al. 2012. The estimation of live weight based on linear traits in indigenous Tswana goats at various ages in Botswana. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 899-904.
- Silva TS et al. 2015. Indirect methods for predicting body composition of Boer crossbreds and indigenous goats from the Brazilian semiarid. *Tropical Animal Health and Production*, 1-4.
- Sowande OS, Sobola OS. 2008. Body measurements of west African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Trop. Anim. Health Prod.* 40: 433-439.
- Tanaka T et al. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Anim. Reprod. Sci.* 72: 185-196.
- Urrutia-Morales J et al. 2016. Resumption of ovarian activity is modified by non-photoperiodic environmental cues in Criollo goats in tropical latitudes. *Small Rumin. Res.* 137: 9-16.
- Van der Linden DS et al. 2010. Comparison of four techniques to estimate milk production in singleton-rearing non-dairy ewes. *Small Rumin. Res.* 90: 18-26.
- Wishart H et al. 2017. Liveweight loss associated with handling and weighing of grazing sheep. *Small Rumin. Res.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.06.013>
- Yilmaz O, Cemal I, Karaca O. 2013. Estimation of mature live weight using some body measurements in Konya sheep. *Trop Anim Health Prod.* 45: 397- 403.

Árboles y Arbustos Tropicales y su Contribución en la Alimentación de Rumiantes

G.E. Pérez-Can¹, W.G. Uc-Zapata¹, D.E. Uicab-Chim¹, R. Sanginés-García¹, E. Aguilar-Urquiza¹, A.J. Chay-Canul², F. Casanova-Lugo³, J.R. Canul-Solis⁴, G. Jiménez-Ferrer⁵, J.A. Alayon-Gamboa⁵, A.T. Piñeiro-Vázquez^{1*}

Resumen. El objetivo de esta revisión de literatura tiene como objetivo conocer el potencial de los follajes y frutos de árboles y arbustos de las regiones tropicales los cuales pueden ser una estrategia de suplementación en las épocas de secas. Las arbóreas tropicales pueden reducir el costo por concepto de alimentación ya que algunos frutos como el *Enterolobium cyclocarpum* que contienen hasta 17% de proteína cruda (PC) y puede llegar a ser incorporado en la ración de ovinos de pelo hasta en un 40% sin reducir el consumo voluntario y la digestibilidad. Los follajes de las arbóreas tropicales tienen un contenido de PC entre el 10 y 24% superior al de los pastos tropicales durante las secas (<7%) estos follajes pueden ser incorporados hasta en un 30% de la MS ofrecida, sin observar reducción del consumo y digestibilidad. En el cuadro 3 y 4 se observa que el incremento de la inclusión del follaje de las arbóreas tropicales mejora el consumo y la digestibilidad de la PC lo cual puede estar influenciado por la baja cantidad de compuestos estructurales que los hace más susceptibles a la fermentación microbiana. Además, estos recursos locales contienen metabolitos secundarios como saponinas y taninos que modifican los consorcios microbianos y la fermentación ruminal siendo aliados naturales para la mitigación de las emisiones de metano. Se concluye que el follaje y frutos de árboles y arbustos representan una fuente de proteína y energía para la alimentación de rumiantes en las épocas de secas.

Palabras clave: regiones tropicales, metabolitos secundarios, suplementación, estrategia.

¹Tecnológico Nacional de México/I.T. Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán, C.P. 97345.

²Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

³Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, C.P. 77960, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

⁴Instituto Tecnológico de Tizimín, Final de Aeropuerto Cupul s/n, C.P. 97700, Tizimín, Yucatán, México

⁵El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, 29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: pineiroiamc@gmail.com

Introducción

En las regiones tropicales el pastoreo de gramíneas naturales e introducidas es la principal fuente de proteína y energía para la alimentación de rumiantes (Enríquez-Quíroz *et al.*, 2011) sin embargo, posee ciertas desventajas: entre las cuales está la baja disponibilidad y calidad nutricional durante las épocas de sequía. Este sistema de alimentación basados en el consumo de grandes cantidades de celulosa (superiores a 70% de la MS) y lignina (Kennedy y Charmley, 2012) provocan una reducción de la tasa de pasaje y un mayor tiempo de retención en el rumen, lo que aumenta la proporción molar de ácido acético (Kurihara *et al.*, 1999) lo que provoca que los animales no demuestren su verdadero potencial productivo (ganancia de peso y producción de leche), adicionalmente la elevada cantidad de fibra detergente neutro (FDN) consumida en los pastos tropicales (Johnson y Johnson, 1995) provocan una mayor producción de CH₄. Sin embargo, en el trópico existe una gran variedad de árboles y arbustos entre los que destacan la *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Phitecelobium saman* y *Guazuma ulmifolia* entre otros (Pinto *et al.*, 2004) estas arbóreas y arbustivas tienen un alto potencial en la alimentación de rumiantes (Ku-Vera *et al.*, 1999) debido a su alto contenido de proteína (PC, 16-26% de la MS) y digestibilidad promedio de 650 g/kg (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013) adicionalmente los árboles tropicales contienen metabolitos secundarios (Goel y Makkar *et al.*, 2012) tales como las cumarinas, taninos condensados (TC) y saponinas los cuales tienen la capacidad de reducir las emisiones de metano (CH₄). Por lo tanto, es de suma importancia conocer los efectos encontrados de la inclusión de follajes y frutos de arbóreas tropicales en la ración de rumiantes.

Importancia de los árboles forrajeros en los sistemas de producción animal

Los árboles son componentes importantes de los bosques y selvas, dado que constituyen un elemento indispensable en el reciclaje del agua, el oxígeno, el carbono y el nitrógeno, por su parte Gómez y Del Amo (1994) señalaron que los bosques representan un bien económico tangible para las sociedades de los países más pobres, por su importancia en la preservación del hábitat de muchas especies animales y por mantener la diversidad biológica, así mismo los árboles y arbustos son una fuente importante de alimentos, tanto para los animales silvestres, como para la ganadería en la época de secas, ya que aportan follaje, frutos y flores que son apetecibles para los animales, teniendo un alto valor forrajero de sus hojas y frutos además de una buena calidad nutricional, siendo a veces mejor que plantas herbáceas (Palma, 2005) introducidas en los sistemas de pastoreo (Quiroz-Valente *et al.*, 2011). En México existe una diversidad de árboles y arbustos que se utilizan como fuente de alimento para animales domésticos en la regiones tropicales, áridas y semiáridas, entre las que

destacan especies de leguminosas, como la *Acacia spp.*, *Albizia spp.*, *Leucaena spp.*, *Eysenhardtia polystachya*, *Gliricidia sepium*, *Prosopis juliflora*, *Dalea bicolor*, *Acacia berlandieri* entre otras (Palma, 2005). Sin embargo, se tiene poco conocimiento etnobotánico sobre las especies (Alayón *et al.*, 1998) en este sentido, Ku *et al.* (1999) han señalado que existen muchos árboles y arbustos potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de rumiantes, los cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad y reducir los costos de alimentación en los sistemas ganaderos actuales, y hacerlos menos dependientes de los insumos externos (concentrados energéticos, proteicos y subproductos de la industria) que son adquiridos a un costo elevado para el sistema (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013). Dado que los follajes y frutos de plantas de clima tropical poseen mayor contenido de proteína cruda (PC) y cantidades importantes de azúcares solubles (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013) lo que incrementa su calidad nutricia. En este sentido, las especies arbóreas y arbustivas llegan a aportar alrededor del 80% de la proteína total de la dieta de rumiantes durante la época de estiaje (Gómez-Vázquez *et al.*, 2016) subsanando de esta manera la baja cantidad y calidad de los pastos incrementando o manteniendo la productividad animal.

Valor nutritivo de árboles forrajeros

Una alternativa que puede optimizar la condición de los suelos, los pastizales y la respuesta animal, es la utilización de especies arbóreas en los sistemas de producción animal (Ku-Vera *et al.*, 2014). La diversidad de plantas dentro de las praderas provee variados tipos y calidades de forrajes arbóreos, leguminosas y gramíneas que permite a los animales equilibrar su dieta y de esta manera cubrir sus necesidades nutricionales, reflejadas en un mejor nivel productivo. Las nuevas estrategias tendientes a utilizar el follaje, semillas y frutos de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida desde la antigüedad, la cual se realiza en la mayor parte del planeta, sin embargo, el manejo integral del recurso y el conocimiento de las características de estas especies, se remonta a años recientes y a países localizados en los trópicos, los cuales tienen una gran diversidad de especies con posibilidad de ser incorporadas en los sistemas de producción animal durante las épocas del año. El valor nutritivo de estos frutos se debe principalmente a la alta concentración de azúcares (56%), proteína cruda (10-20%) y por su alto potencial de degradabilidad y digestibilidad de 86.6 y 60-81%, respectivamente (Cuadro 1 y 2). Además de la calidad nutricional de los frutos, se ha encontrado que árboles como *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Prosopis juliflora* pueden llegar a producir hasta 270 kg de frutos por árbol (Roncallo *et al.*, 1996).

Cuadro 1. Composición química (% de la MS) del fruto de *Enterolobium cyclocarpum*.

	Componente químico (%)							
	PC	MS	FC	CEN	EE	FDN	FDA	LIG
Fruto	16.7	92.6	16.0	4.27	1.59	35.3	23.17	8.83
Semilla	24.3	91.7	14.5	3.84	2.21	39.93	21.48	4.94
Cáscara	12.1	93.59	19.6	3.9	1.5	32.51	25.5	10.9

PC= Proteína cruda: FDN= Fibra detergente neutro: FDA= Fibra detergente ácida: CEN= cenizas: EE= extracto etéreo (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013).

El contenido de PC en de los follajes de arbóreas fluctúan entre 94 y 240 g/kg de MS, sobresaliendo *Acacia farnesiana*, *Erythrina goldmanii*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*, así mismo las concentraciones de FDN fluctúan de 275 (*Leucaena leucocephala*) a 452 g/kg de MS (*Phitecelobium dulce*), los contenidos de FDA, tienen un rango de 191 (*Leucaena leucocephala*) a 358 g/kg de MS (*Acacia pennatula*), el contenido de metabolitos secundarios varía de 3 a 42 g/kg de MS en el caso de fenoles totales (Castro *et al.*, 2006). El contenido de PC en los frutos de árboles como el *Enterolobium cyclocarpum* es menor a 16.7% de la MS, sin embargo, el contenido de azúcares en forma de almidón es mayor de 38.2% (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013) (Cuadro 1). Además del alto contenido de PC y bajo contenido de FDN y FDA, los follajes y frutos de árboles tropicales contienen metabolitos secundarios tales como los taninos condensados, fenoles totales, taninos hidrolizados y saponinas esteroidales y triterpenicas (Cuadro 2) los cuales tienen la capacidad de modificar el microbioma ruminal y de esta manera mejorar la utilización de la energía para la producción de leche y carne (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2015).

Cuadro 2. Composición química (% de la MS) del follaje de árboles y arbustos.

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	TC (%)	FT (%)
<i>Habardia albicans</i>	14.6	49.7	40.2	7.1	6.1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.4	42.5	29.5	4.7	2.8
<i>Acacia farnesiana</i>	24.0	42.1	26.7	4.5	10.0
<i>Pithecellobium dulce</i>	14.9	31.6	24.2	6.8	8.8
<i>Acacia saligna</i>	13.8	46.5	42.8	6.3	9.1
<i>Leucaena leucocephala</i>	23.6	78.9	51.1	2.3	5.17

PC= Proteína cruda: FDN= Fibra detergente neutro: FDA= Fibra detergente ácida: FT= Fenoles totales: TC= Taninos condensados.

Consumo voluntario y digestibilidad

El consumo voluntario y la digestibilidad aparente de un recurso arbóreo son los principales estimadores del potencial que estos recursos locales poseen (Forbes, 1999) para ser incorporados en la alimentación animal. Se ha observado que la inclusión de

diversas arbóreas con menor contenido de FDN, lignina y mayor concentración de PC, mejoran el consumo y la digestibilidad (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013), debido que su contenido de PC mejora el crecimiento y funcionamiento de las bacterias en el rumen (Ku-Vera *et al.*, 1999).

Cuando los animales son alimentados con follaje de *L. leucocephala* (PC~160 g/kg de MS) el consumo y la digestibilidad de la PC incrementa (Ruiz-Gonzales, 2013; Piñeiro-Vázquez, 2015 [datos no publicados]) debido a que se reduce el consumo de FDN y FDA, como puede apreciarse en el cuadro 3 y 4.

Cuadro 3. Consumo voluntario en bovinos alimentados con niveles de *Leucaena leucocephala*

Variable	Dieta (% de inclusión de <i>Leucaena leucocephala</i>)					
	0	20	40	60	80	EE
Consumo digestible						
MS (kg/día)	3.90	3.71	3.46	3.46	3.40	0.54
PC (kg/día)	0.18	0.37	0.51	0.64	0.96	0.09
FDN (kg/día)	2.60	2.15	1.91	1.77	1.51	0.33
Digestibilidad aparente (g/kg)						
DIGMS	542.66	505.44	478.28	469.19	466.01	40.73
DIGPC	345.40	536.24	613.81	679.04	770.87	40.50

MS; materia seca; FDN; fibra detergente neutro; PC; Proteína cruda; DIGMS, PC; digestibilidad de la materia seca y proteína cruda. Fuente: Piñeiro-Vázquez *et al.* (2018).

Resultados similares fueron encontrados por Ruiz-Gonzales (2013) quien al incluir en la dieta (0, 15, 30 y 45% de *Leucaena leucocephala* en vacas en producción, observaron un aumento en el consumo voluntario de 9.0, 9.92, 10.17 y 11.94 kg/día, respectivamente. Lo cual concuerda con lo reportado por Osakwe y Steingass, (2006) quienes al incluir 0, 25 y 50% de *Leucaena leucocephala* observaron un incremento en el consumo de MS y PC. Por otra parte, Tiemann *et al.* (2008) al alimentar cabras con *Calliandra calothyrsus* y *Flemingia macrophylla* en proporciones de 0, 15 y 30% de la MS encontraron que no se afectó el consumo de MS mientras que el consumo de PC aumento. Alayon-Gamboa (1998) menciona que la inclusión de *Gliricidia sepium* en la dieta de ovinos mejora el consumo de PC, debido a su contenido de PC y bajo contenido de FDN y FDA, adicionalmente la alta degradabilidad y digestibilidad de los componentes de este follaje provoca una mayor tasa de pasaje y menor tiempo de retención en el rumen, lo cual provoca una mayor tasa de consumo. Por su parte, Alayón-Gamboa, (1996) observó un aumento lineal en el consumo y digestibilidad de la MS, MO y PC lo que concuerda con los resultados de Smith y Van Houtert (1987) quienes reportan incrementos lineales en el consumo de 43, 51, 60 y 69 g/kg de PV^{0.75} cuando se alimentó con pasto guinea y 0, 30 y 40% de *G. sepium* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Consumo y digestibilidad en raciones con niveles de inclusión de *Gliricidia sepium*.

	Dieta (% de inclusión de <i>G. sepium</i>)					
Variable	0	10	20	30	Res	EE
Consumo voluntario						
MS (g/kg ^{0.75})	45.16 ^b	47.39 ^b	64.34 ^a	71.49 ^a	L	5.85
PC (%)	2.00 ^c	2.87 ^{bc}	4.91 ^{ab}	6.75 ^a	L	0.67
Digestibilidad aparente %						
MS	43.7 ^c	45.6 ^{bc}	47.9 ^{ab}	50.7 ^a	L	2.80
PC	27.0 ^d	38.8 ^c	49.1 ^b	57.3 ^a	L	3.13

MS; materia seca; MO; materia orgánica; FDN; fibra detergente neutro; PC; Proteína cruda; Res: respuesta; EE; error estándar. Fuente: Alayán-Gamboa *et al.* (1998).

Por otra parte, el uso de frutos y semillas de árboles tropicales como el *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia Pennatula*, *Phitecelobium saman* representan una fuente de almidón, debido a su alto contenido de azúcares (18-38%) (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2013; Valencia-Salazar *et al.*, 2018). El alto contenido de PC, digestibilidad y degradabilidad los frutos de *Enterolobium cyclocarpum* en la dieta de ovinos puede reemplazar al sorgo hasta en un 50% de la MS, sin observar efectos negativos en la salud del animal, por su parte Piñeiro-Vázquez *et al.* (2013) observó que al incluir 0, 20, 30, 40 y 50% de *Enterolobium cyclocarpum* en la dieta de ovinos el consumo voluntario de MS y MO tiene una tendencia de aumentar linealmente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Consumo y digestibilidad de la MS en ovinos alimentados con niveles de inclusión de *E. cyclocarpum*.

Variable	Tratamientos (% de inclusión en la MS)					
	0	20	30	40	50	ES
Consumo (g/kg^{0.75})						
MS	73	87	88	94	91	6.0
MO	69	81	83	88	85	5.7
Digestibilidad aparente (g/kg)						
MS	780	772	758	722	710	21.9
MO	795 ^a	776 ^{ab}	760 ^{ab}	723 ^{ab}	709 ^b	19.9

MS; Materia seca; MO; materia orgánica; MSD; materia seca digestible; MOD; Materia orgánica digestible. Fuente: Piñeiro-Vázquez *et al.* (2013).

Moscoso *et al.* (1995) evaluaron niveles de incorporación de 0, 12, 24 y 36% de harina de *Enterolobium cyclocarpum* en relación con la MS en ovinos Kathadin x Blackbelly obteniendo un CMS de 1.48, 1.52, 1.54, 1.61 kg/d, respectivamente. Valencia-Salazar *et al.* (2018) al incluir hasta el 20% de *Samanea saman* en la dieta de novillas

observaron un aumento en la digestibilidad de la ración y un aumento de la concentración de ácido propiónico. En general los follajes y frutos de árboles tropicales aumentan el consumo voluntario como consecuencia de su mejor calidad nutricional, lo que provoca una mayor funcionalidad del rumen (Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5).

Conclusión

El uso de follajes y frutos de árboles y arbustos locales representan una alternativa para mejorar la calidad de la ración con los cuales son alimentados a un precio reducido, por otra parte, tienen la capacidad de modificar el microbioma ruminal reduciendo la pérdida de energía en forma de metano e incrementando o manteniendo la producción animal.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto titulado “Efecto del consumo de arbóreas tropicales sobre la digestibilidad, patrón de fermentación ruminal, población protozoaria y producción de metano entérico en ovinos de pelo” con clave 6544.18-P. Esta recopilación de información forma parte de la revisión y del protocolo de investigación y de las tesis en proceso.

Referencias

- Alayon JA, Ramírez-Avilés L, Ku-Vera JC. 1998. Intake, rumen digestion and microbial nitrogen supply in sheep fed *Cynodon nlemfuensis* supplemented with *Gliricidia sepium*. *Agroforestry Syst.* 41: 115-126.
- Castro GH et al. 2006. Áreas con potencial para el establecimiento de árboles forrajeros en el centro de Chiapas. *Tec. Pec. Méx.* 2: 219-230.
- Enríquez-Quiroz JF et al. 2011. Producción y Manejo de Forrajes Tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (INIFAP). México, D.F. 405 p.
- Forbes JM. Natural feeding behavior and feed selection. In: Van der Heide, Huisman EA, Kanis E, Osse JWM, Verstegen MWA, editors. *Regulation of Feed Intake*. NY, USA: CABI Publishing; 1999.p.3-11.
- Goel G, Makkar HPS. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Trop. Anim. Health. Prod.* 4: 729-739.
- Gómez PA, del Amo SR. 1994. Sostenibilidad y participación campesina: Un mecanismo para establecer un programa a largo plazo, en el trópico. 16
- Johnson KA, Johnson DE. 1995. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci* 73: 2483-2492.
- Kennedy PM, Charmley E. 2012. Methane yields from Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. *Anim. Prod. Sci.* 52: 225-239.

- Ku VJC et al. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano en agroforestería para la producción animal en América latina. Estudio FAO. Producción y sanidad animal. 143, Roma, Italia. pp. 231-250.
- Kurihara M et al. 1999. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. Br. J. Nutr. 81: 227- 234.
- Osakwe II, Steingass H. 2006. Ruminant fermentation and nutrient digestion in West African Dwarf (WAD) sheep fed *Leucaena leucocephala* supplemental diets. Agroforest. Syst. 67, 129–133.
- Palma, J.M. 2005. Árboles en la ganadería del trópico seco. REVAIA 9:1:1-11. 18
- Pinto R et al. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. REVAIA. 8,1-11.
- Piñeiro-Vázquez AT et al. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. Trop. Anim. Health. Prod. 45: 577-583.
- Piñeiro-Vázquez AT et al. 2015. Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. Arch. Med. Vet. 47: 263-272.
- Roncillo B, Navas A, Garibella A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana, Compilación de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. pp 231-244.
- Ruiz-Gonzales A. 2013. Balance de nitrógeno y composición de la leche en vacas alimentadas con *Leucaena leucocephala*. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. México.
- Smith OB, Van Houtert MFJ. 1987. The feeding value of gliricidia sepium. Word Animal Review. 62: 57-68.
- Tiemann TT et al. 2008. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. Animal 2: 790–799.
- Valencia-Salazar SS et al. 2018. Potential of *Samanea saman* pod meal for enteric methane mitigation in crossbred heifers fed low-quality tropical grass. Agricul. Forest. Meteorol. 258: 108.

Desempeño Reproductivo y Productivo de Ovejas Pelibuey Provenientes de Tres Unidades de Producción del Estado de Yucatán

R.A. Alcaraz R.*, J.J. G Cantón C., J.A. Quintal F., A.E. Domínguez R., H.J. Huchim, MMJ Santos

Resumen. El objetivo de este estudio fue determinar el desempeño reproductivos y productivos en tres unidades de producción ovina con nivel de infraestructura alto (UPIA), experimental (UPIE) y bajo (UPIB). Se utilizaron animales, 80 pertenecían la UPIA, 50 a la UPIE y 50 a la UPIB clínicamente sanas, previo al empadre, al parto y destete se evaluaron la condición corporal de las ovejas y se determinó de acuerdo a la escala de evaluación de condición corporal de 0 al 5. Las ovejas fueron adaptadas al manejo zootécnico, alimenticio y a las condiciones en las que se realizó el experimento. Las ovejas que presentaron mejor condición corporal al momento del empadre fueron las de la UPIA ($P<0.05$) con una escala de $2.88\pm 0.08a$ de condición corporal, al momento del parto las de la UPIE con 3.25 de escala de condición corporal y las ovejas que se mantuvieron en mejor condición corporal ($P<0.05$) al destete fueron las de la UPIA con $2.88\pm 0.06a$. La edad de las ovejas en las UPIA y UPIB tienen entre 2 a 3 años y presentaron mayor producción de corderos en kilogramos destetados ($P<0.05$) con $13.8\pm 0.87a$ y $15.8\pm 0.99a$ respectivamente y en menor producción las ovejas más veteranas de la UPIE con $10.3\pm 0.84b$. Las unidades de producción ovina, presentan un comportamiento similar en la condición corporal de sus ovejas bajo el mismo esquema de alimentación. Sin embargo, las infraestructuras de las praderas limitan el consumo de forraje de calidad y manejo del pastoreo, lo que se ve reflejada en la condición corporal de las ovejas al destete. Las ovejas más veteranas presentan menor producción de kilogramos de corderos destetados. A pesar de que es una unidad de producción con infraestructura de baja inversión, el buen manejo y la condición genética de los animales, mostro toda su eficiencia productiva.

Palabras clave: kilogramos paridos, destetados, tipos de parto.

INIFAP, Campo Experimental, Mococho, Yucatán.

*Autor para correspondencia: alcaraz.alberto@inifap.gob.mx

Introducción

Actualmente la producción de carne ovina en Yucatán asciende a 963 toneladas y se sacrifican 51, 169 cabezas. No obstante, esta producción representa un porcentaje de aportación muy baja a la oferta nacional (1.4%). Adicionalmente, en los últimos seis años esta contribución ha presentado un comportamiento con altibajos (SIAP, 2017). Lo anterior se debe a múltiples factores como: políticos, sociales, económicos, la estratificación e integración de los productores. En consecuencia, refleja la falta de inversión a nivel de infraestructura en las unidades de producción ovina e influyen colateralmente al desempeño productivo y reproductivo de las ovejas en las unidades de producción. Sin embargo, otro factor que es determinante para el desempeño productivo de los rebaños ovinos es el uso y aplicación de los componentes tecnológicos como: la suplementación alimenticia, calidad y manejo del forraje en las praderas, el manejo sanitario y el mejoramiento genético (Arteaga, 2014).

La eficiencia reproductiva y productiva de las ovejas se refleja principalmente en la cantidad y calidad de los corderos y se determina mediante indicadores como: índice de prolificidad, kilogramos paridos y kilogramos destetados; sin embargo, la mayoría de las explotaciones desconocen estos indicadores que por ende, ignoran el nivel de eficiencia de su pie de cría debido a que no registran los eventos reproductivos y productivos durante el empadre, el parto, la lactancia y destete de las ovejas. Por lo que en el presente trabajo tiene como objetivo determinar la eficiencia productiva y reproductiva de ovejas Pelibuey en tres unidades de producción ovina bajo un sistema alimentación semi-intensivo con tres diferentes niveles de infraestructura en diferentes zonas del estado Yucatán.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en tres diferentes unidades de producción ovina ubicadas en los municipios dentro de las zonas Centro-Norte y oriente del Estado de Yucatán, México. La zona Centro-Norte cuenta con un clima predominante en las zonas es cálido subhúmedo de tipo A (w_0) con una temperatura media anual de 26.5 °C y una precipitación pluvial promedio de 600 mm al año, con lluvias durante el verano y una estación seca de 6 meses básicamente durante el invierno y la primavera (Duch, 2002) y en el oriente con clima tropical Awo, precipitación media anual de 1200 mm, en meses de verano, temperatura media anual de 25.6 °C. (COTECOCA, 1977). Las unidades de producción se seleccionaron con base su nivel de infraestructura y con el mismo sistema de manejo alimenticio y sanitario similares. Los niveles de infraestructura se clasificaron en: Alto (UPIA), Experimental (UPIE) y Bajo (UPIB).

Se llevó a cabo un registro de las características de cada unidad ovina y se seleccionaron 180 borregas vacías de diversas edades y paridades, con base a su condición corporal (aceptable a buena), de acuerdo a la metodología descrita por Sánchez *et al.* (2001) y a las características fenotípicas de la raza Pelibuey. Del total de animales, 80 pertenecían a la UPIA, 50 a la UPIE y 50 a la UPIB. Los animales se desparasitaron internamente con levamisol y se le aplicó una bacteria doble contra la *Mannheimia Pasteurella haemolytica* y *Pasteurella multocida*. Se registró el peso vivo de las borregas y un sistema para su identificación, asimismo, se estableció un manejo alimenticio, de acuerdo a las condiciones de cada unidad de producción. Las ovejas se sometieron a sistema de empadre con monta semicontrolada con una duración de 35 días. previo al empadre, al parto y destete se evaluaron la condición corporal de las ovejas y se clasificaron de manera subjetiva en tres categorías de condición corporal: Mala (CCM), Regular (CCR) y Buena (CCB), en donde, de acuerdo a la escala de evaluación de condición corporal de 0 al 5 propuesta por Russel *et al.* (1969), las de CCM Representan a las categorías 1.5 a 2.0, las de CCR de 2.5 a 3.0 y las de CCB mayores a 3.0. Se utilizaron por cada unidad de producción dos sementales puros probados de la raza Katahdín de diferente procedencia paterna, a los cuales se les realizó la evaluación seminal, mediante el sistema CASA (ISAS PROISER). Posterior a los 45 días del empadre, se realizó un diagnóstico de gestación a todas las borregas, utilizando un equipo de ultrasonido (Aloka 500) equipado con transductor sectorial de 7.5 MHz de frecuencia. La alimentación base del rebaño consistió en pastoreo de 6 a 8 h diarias en praderas de gramíneas más una suplementación alimenticia que consta de 250 gramos por oveja de alimento concentrado hecho a base de granos con 14% de PC y 2.5 Mcal de EM/kg de MS y en el último tercio de la gestación se les incrementó a 350 gramos del mismo alimento concentrado.

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con una comparación de medias mediante la prueba de Tukey, en donde el efecto fijo fue la unidad de producción ovina y las variables estudiadas fueron condición corporal de las ovejas al empadre, al parto y al destete de sus crías, también, se determinó la edad de las ovejas presentes en las unidades de producción, el índice de prolificidad de los rebaños y su producción expresada en kilogramos paridos y destetados por oveja. La información se analizó mediante el paquete estadístico SAS (Statistic Analysis System, 2000).

Resultados y discusión

En el cuadro uno, se muestran las condiciones corporales de las ovejas durante el empadre, al parto y destete. El cual, se observa de manera general, que desde el periodo del empadre al destete se mantuvieron en condición corporal regular a excepción de la

unidad de producción experimental, que obtuvo una condición corporal buena al momento del parto. Las ovejas que presentaron mejor condición corporal al momento del empadre fueron las de la UPIA ($P<0.05$) con una escala de 2.88 de condición corporal, al momento del parto las de la UPIE con 3.25 de escala de condición corporal y las ovejas que se mantuvieron en mejor condición al destete fueron las de la UPIA. El incremento de la condición corporal del empadre al parto, se debe principalmente al incremento del ofrecimiento concentrado en el último tercio de la gestación, puesto que las tres unidades de producción están bajo el mismo esquema de alimentación. Al momento del destete las ovejas perdieron condición corporal en las tres unidades de producción, lo cual, se debe a la gran demanda proteica por parte de sus crías, pero la UPIB resintió más el este efecto ($P<0.05$) debido a la baja infraestructura en las praderas que limita el manejo rotacional más eficiente alcanzando un promedio de $2.59\pm 0.08b$ comparado con las unidades de infraestructura alta y experimental de $2.88\pm 0.06a$ y $2.75\pm 0.06ab$ respectivamente. La tendencia y valores entre la condición corporal del parto y destete concuerdan con otros trabajos en diferentes zonas agroecológicas (Macedo y Alvarado, 2005; Ponce *et al.*, 2012, Martínez *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Condición corporal de ovejas Pelibuey en sus diferentes periodos reproductivos y productivos de tres unidades de producción ovina en el estado de Yucatán.

UPO	Condición Corporal de la oveja durante el		
	Empadre	Parto	Destete
UPIA	$2.88\pm 0.08b$	$2.88\pm 0.06b$	$2.88\pm 0.06a$
UPIE	2.45 ± 0.09^a	$3.25\pm 0.06a$	$2.75\pm 0.06ab$
UPIB	$2.45\pm 0.09b$	$2.84\pm 0.07b$	$2.59\pm 0.08b$

Media $\pm$ error estándar, literales diferentes (a,b) en la misma columna indican diferencia estadística ($P<0.05$); UPO= Unidad de producción ovina. Niveles de infraestructura= Alto (UPIA), Experimental (UPIE) y Bajo (UPIB)

La edad de las ovejas es más veterana en la unidad de producción experimental. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los índices de prolificidad ($P>0.05$) de los cuales, estos valores de los índices concuerdan con lo reportado en trabajos anteriores (Cansino-Arroyo *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2010; Ake *et al.*, 2015) y la producción de kilogramos paridos por oveja parida. Sin embargo, UPIA y UPIB presentaron mayor producción de corderos en kilogramos destetados ($P<0.05$) y en menor producción las ovejas más veteranas. Lo que indica que la habilidad materna se encuentra y capacidad de producción de leche se encuentra en decrecimiento. De ahí la importancia de incorporar ovejas jóvenes de reemplazo en los rebaños de producción (Macías-Cruz *et al.*, 2015).

Cuadro 2. Parámetros reproductivos y productivos de diferentes unidades de producción ovina en el estado de Yucatán.

UPO Municipio	Eficiencia de la oveja al parto		Kilogramos	
	Edad	Prolificidad	Kg paridos	Destetados
UPIA	2.4±0.45b	1.32±0.08a	4.23±0.23a	13.8±0.87a
UPIE	4.5±0.47a	1.35±0.08a	4.24±0.22a	10.3±0.84b
UPIB	2.4±0.48b	1.29±0.09a	4.03±0.23a	15.8±0.99a

Media ± error estándar, literales diferentes (a,b) en la misma columna indican diferencia estadística ($P<0.05$); UPO= Unidad de producción ovina; Niveles de infraestructura= Alto (UPIA), Experimental (UPIE) y Bajo (UPIB).

Conclusiones

Las unidades de producción ovina, presentan un comportamiento similar en la condición corporal de sus ovejas bajo el mismo esquema de alimentación. Sin embargo, las infraestructuras de las praderas limitan el consumo de forraje de calidad y manejo del pastoreo, lo que se ve reflejada en la condición corporal de las ovejas al destete. Las ovejas más veteranas presentan menor producción de kilogramos de corderos destetados.

A pesar de que es una unidad de producción con infraestructura de baja inversión, el buen manejo y la condición genética de los animales, mostro toda su eficiencia productiva.

Referencias

- Buratovich O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan. Parte II: otros factores no nutricionales. Sitio Argentino de Producción Animal www.produccion-animal.com.ar
- COTECOCA. 1977. Coeficiente de Agostadero de la República Mexicana. Península de Yucatán. SARH. México. D.F. 79 p.
- Duch GJ. (2002). Los regímenes climáticos en la conformación territorial del Estado de Yucatán. México. Pp. 107-231.
- Hernández OJL et al. 2010. Fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo sincronizadas con la combinación de un progestágeno y eCG. XXIII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y II del Trópico Mexicano. 2010. p33.
- Aké-López JR et al. 2013. Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad de ovejas de pelo. Bioagrociencias. 6(2): 34-38.
- Macedo R, Alvarado A. 2005. Efecto De La Época De Monta Sobre La Productividad De Ovejas Pelibuey Bajo Dos Sistemas De Alimentación En Colima, México. Arch. Zootec. 54: 51-62. 2005.
- Macías-Cruz U et al. 2015. Actividad reproductiva estacional de ovejas Pelibuey bajo condiciones áridas de México. Arch Med Vet 47, 381-386 (2015)
- Martínez RRD, Valle BD, Reyna SL. 2018. Efecto de la suplementación antes y después del parto, sobre el peso, la condición corporal y el retorno al estro en ovejas Pelibuey. Reunión Internacional de Ciencias Veterinarias FVVZ-UNAM. consultado en Junio de 2018.

- Ponce CJL et al. 2012. Desempeño al parto y al destete de ovejas pelibuey y sus cruas con romanov sincronizadas con progestágenos y diferentes dosis de ecg. *Abanico Veterinario* 2 (2) mayo 2012.
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RG. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Camb.* 72(3): 451-454.
- Sánchez VE et al. 2001. Condición corporal, fertilidad y prolificidad en ovinos de pelo. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México. (Memoria en CD).
- Statistical Analysis System (SAS). 2000. User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1030 p.

Producción Forrajera de *Brachiaria brizantha* bajo Monocultivo y Sistema Silvopastoril

W. Itzá-Kinil¹, F. Kumul-Chimal¹, Á.J. Couoh-Puc¹, A.A. Luna-Mendicuti¹, A. Pineda-Doporto¹, L.E. Castillo-Sánchez¹, A.R. Alvarado-Canché¹, M.J. Campos-Navarrete¹, A.J. Chay-Canul², A.T. Piñeiro-Vázquez³, J.R. Canul-Solis^{1*}

Resumen. La producción forrajera y la calidad nutritiva de las gramíneas son afectadas por la época del año, el sistema de cultivo, la frecuencia de pastoreo y el tipo de suelo. Por lo que, el objetivo del trabajo fue determinar la producción de biomasa forrajera de *Brachiaria brizantha* bajo dos sistemas de cultivo en el oriente de Yucatán. El estudio se realizó en el rancho comercial X'hopel ubicado a 21° 06' 20" Latitud Norte y 87° 48' 00" Longitud Oeste, a 18 msnm. Se utilizaron praderas establecidas en suelos Luvisoles (k'an kab lu'um) y Leptosoles hiperesquelético (ch'ich lu'um) en monocultivo y bajo sistema silvopastoril de árboles dispersos en potrero. Se determinó la altura de la planta (cm), el rendimiento forrajero (t MS/ha) y los componentes morfológicos (% Hoja, % Tallo y % Material muerto). La producción forrajera, componentes forrajeros y la altura de la planta de *B. brizantha*, no es afectada por el sistema de cultivo ($p>0.05$); presentando valores de producción forrajera de 1.76 vs. 1.74 t MS/ha en monocultivo y bajo sistema silvopastoril de árboles dispersos en potrero, respectivamente. Por lo que se concluye que *B. brizantha* puede considerarse para el diseño de sistemas silvopastoriles en el trópico.

Palabras clave: pasto, asociación, biomasa.

Introducción

La producción forrajera y la calidad nutritiva de la biomasa son afectadas por la época del año, el sistema de cultivo, la frecuencia de pastoreo y el tipo de suelo.

¹Tecnológico Nacional de México/I. T. Tizimín., Departamento de Posgrado e Investigación. Final Aeropuerto Cupul S/N, C.P. 97700, Tizimín, Yucatán.

²División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

³Tecnológico Nacional de México/I. T. Conkal. Avenida Tecnológico s/n

*Autor de correspondencia: jcanul31@gmail.com

La escasa disponibilidad de forraje en la época de seca compromete la producción animal en las zonas tropicales. Sin embargo, con la aplicación de tecnologías que permitan amortiguar el efecto del clima sobre la cantidad y calidad forrajera permitirá mejorar la producción animal en los agroecosistemas. En este sentido el uso de los sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles han demostrado una mejora en la productividad y sustentabilidad de los Agroecosistemas. Se ha reportado que la producción de gramíneas asociada a árboles incrementa en la disponibilidad de forraje por efecto de mejora de nitrógeno en el suelo debajo de los árboles con una cobertura de sombra entre 30 y 40%. Por lo que, el objetivo del trabajo fue determinar la producción de biomasa forrajera, componentes forrajeros y altura de *Brachiaria brizantha* bajo dos sistemas de cultivo en el oriente de Yucatán.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el rancho comercial X'hopel ubicado a 21° 06' 20" Latitud Norte y 87° 48' 00" Longitud Oeste, a 18 msnm. Se utilizaron praderas establecidas en suelos Luvisoles (k'an kab lu'um) y Leptosoles hiperesquelético (ch'ich lu'um) en monocultivo y bajo sistema silvopastoril de árboles dispersos en potrero. Las praderas tienen cinco años de establecidas y se manejan bajo temporal. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar; los bloques se realizaron por tipo de suelo y sistema de cultivo. En cada sistema de cultivo y tipo de suelo, se delimitaron parcelas experimentales de 3 x 4 m; con área útil de 1.0 m², en el centro de la parcela experimental. Previo al inicio del periodo experimental, las parcelas recibieron un corte de uniformización entre 0 y 5 cm del nivel del suelo. Posteriormente cada 30 días se determinó la altura de la planta (cm) y el rendimiento forrajero (t MS/ha). La altura de la planta se midió con una regla graduada de 1 m de longitud y 1.0 mm de precisión. Se tomaron 10 muestras al azar en cada unidad experimental, desde la base de la planta hasta la hoja superior más joven. El rendimiento forrajero se determinó, en la parcela útil de 1.0 m², donde se cortó el forraje presente a una altura entre 0 y 5 cm de altura. El forraje verde se pesó y posteriormente se secó hasta peso constante en una estufa de aire forzado por 48 horas a 55 °C, para posteriormente calcular el rendimiento forrajero (t MS/ha) y los componentes morfológicos (% hoja, % tallo y % material muerto). Los datos fueron analizados a través del procedimiento proc mixed del paquete estadístico SAS (SAS, 2001).

Resultados y discusión

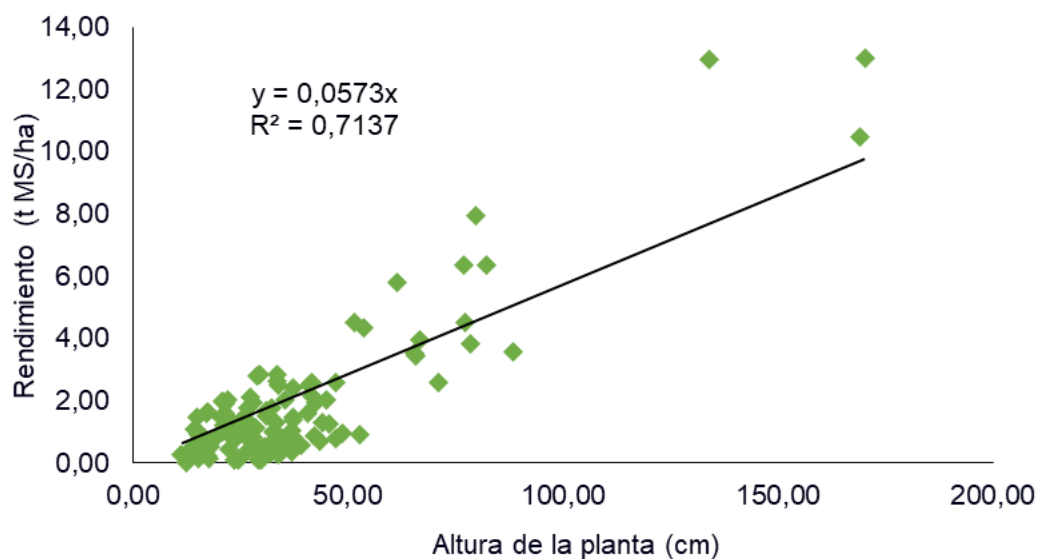
La producción forrajera, componentes forrajeros altura de la planta de *B. brizantha* no es afectada por el sistema de cultivo ($p>0.05$); presentando valores de producción forrajera de 1.76 vs. 1.74 t MS/ha en monocultivo y bajo sistema silvopastoril de árboles dispersos en potrero, respectivamente (Cuadro 1). Los resultados del presente trabajo son superiores a los reportados por (Rincón, 2011), quien menciona que para *B. brizantha* obtuvieron una producción de 1.002 t.MS/ha y 32.3 cm de altura de la planta. En ese mismo sentido, Rojas-Hernández *et al.* (2011) reportaron que *B. brizantha* produjo 0.866 t MS/ha en el trópico de Guerrero México; lo cual es inferior a lo encontrado en el presente estudio. Mientras que con frecuencias de defoliación de (21 y 28 días) 2.5 y 3.8 t MS/ha respectivamente, bajo condiciones de monocultivo en el estado de Tabasco, México (Cruz-Sánchez *et al.*, 2018). Por otra parte, en estudios bajo sistemas silvopastoriles con árboles de *Zeyheria tuberculosa* en Brasil, la producción de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu se redujo (Sousa *et al.*, 2007), lo cual es diferente al presente estudio, en la cual la producción se mantuvo similar en monocultivo y bajo sistema silvopastoril. Este comportamiento está relacionado a la cantidad de incidencia solar como es comprobado en estudios realizados por Campos-Paciullo *et al.* (2007) donde evaluaron incidencia solar de 40% y 30% donde reportaron reducción de la producción de biomasa con 40% de incidencia solar.

Respecto a los componentes evaluados, la disponibilidad de hojas y tallos fue similar en ambos sistemas; el material muerto se registró un cinco por ciento mayor en el sistema silvopastoril, pero no indica diferencias estadísticas. El comportamiento de los componentes forrajeros de *B. brizantha* en general concuerdan por lo reportado por Cruz-Sánchez *et al.* (2018) donde evaluaron dos intensidades de cosecha (severo y ligero) y dos frecuencias de cosecha (21 y 28 días), en este estudio reportan que la proporción de hoja es de 81–85%, de tallo de 10–13% y de material muerto de 4.6 – 4.8%.

Por otra parte, la producción de forraje de *B. brizantha*, bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, tiene una relación lineal con la altura de la planta ($y=0.05729x$; $R^2=71$). Se observó que con la mayor altura de la planta la producción incrementa linealmente (Figura 1).

Cuadro 1. Efecto del sistema de cultivo sobre la producción y componentes forrajeros de *Brachiaria brizantha* en el trópico ($P<0.05$).

Sistema de cultivo	Rendimiento t MS/ha	Componentes forrajeros (%)			Relación H/T	Altura (cm)
		Hojas	Tallos	Material muerto		
Monocultivo	1.76	71.00	20.00	9.00	5.42	34.94
Sistema silvopastoril	1.74	68.00	18.00	14.00	5.83	37.32
EEM	0.28	2.40	1.70	1.40	0.70	3.30

**Figura 1.** Relación entre la altura y a producción de forraje de *Brachiaria brizantha* en el trópico.

Conclusión

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, el sistema de cultivo (monocultivo y sistema silvopastoril de árboles dispersos en el potrero) no afectaron la producción de forraje y los componentes forrajeros de *Brachiaria brizantha* en el trópico. Por lo que se puede sugerir que *Brachiaria brizantha* puede considerarse una alternativa para el diseño de sistemas silvopastoriles en el trópico. Adicionalmente, se puede predecir el comportamiento productivo ($y = 0.05729x$; $R^2=71$) de *B. brizantha* con la medición de la altura de la planta en ambos sistemas de cultivo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado a los proyectos "Recursos forrajeros tropicales para la adaptación de la producción ovina al cambio climático" y "Evaluación de un sistema ganadero para la sustentabilidad productiva y ambiental" que permitió la realización de este estudio.

Referencias

- Campos-Paciullo DS et al. 2007. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 42: 573–579.
- Cruz-Sánchez O et al. 2018. Producción de forraje y valor nutritivo del pasto mulato II (*Bracharia* híbrido 36087) a diferentes regímenes de pastoreo. *Agroproductividad* 11, 18–23.
- Rincón CA. 2011. Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Bracharia* sp. en el pie de monte Llanero de Colombia. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 12(2): 107–112.
- Rojas-Hernández S et al. 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Bracharia* en el trópico. *Avances en investigación agropecuaria* 15(1): 3-8.
- Sousa LF et al. 2007. Produtividade e valor nutritivo da *Bracharia brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59: 1029–1037..
- Statistical Analysis Systems, SAS. 2001. Statistical Analysis Systems user's guide (9th). SAS Institute Inc. Raleigh, North Carolina, USA.

¿El ancho de Cadera Puede Estimar el Peso Vivo en Ovejas Pelibuey?

A. Mendoza-Sánchez¹, R.A. García-Herrera¹, S. López-Duran¹, F. Casanova-Lugo³, M.J. Arjona-Barrera³, A.J. Aguilar-Caballero², A.J. Chay-Canul^{1*}

Resumen. El objetivo de este estudio fue desarrollar una ecuación para predecir el peso vivo (PV) usando el ancho de cadera (AC) en ovejas Pelibuey. Se utilizó un conjunto de datos (n=280) de ovejas no gestantes y no lactantes de 3 años, clínicamente sanos; con un promedio de PV de 40.66 ± 8.46 kg y AC 17.58 ± 2.10 cm. El coeficiente de correlación (r) entre el PV y AC fue de 0.79, y la ecuación de regresión fue: $PV = -16.00 (\pm 2.61^{***}) + 3.22 (\pm 0.14^{***}) \times AC$ ($R^2 = 0.64$, RCME = 5.08, y n = 270). El AC presentó una moderada relación con PV de ovejas Pelibuey, no gestantes y no lactantes, mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo, el error de predicción correspondió al 12% del PV promedio de las ovejas evaluadas.

Palabras clave: mediciones biométricas, ovinos Pelibuey, regresión

Introducción

La determinación del peso vivo (PV) es una de las mediciones más precisas para conocer el grado de crecimiento del ganado (Wishart *et al.* 2017). Sin embargo, los pequeños productores rara vez pueden comprar basculas para su determinación, debido a la alta inversión que estas representan (Kunene *et al.*, 2009; Sebolai *et al.*, 2012; Chay-Canul *et al.*, 2018). Además, recientemente, se ha informado de que las ovejas pierden una cantidad significativa de PV, debido a la demora antes del pesaje y como consecuencia de las operaciones de manipulación; y que dichas pérdidas pueden representar de 1.8 – 2.9 kg o 3.5-5.6% PV (Wishart *et al.*, 2017; Chay-Canul *et al.*, 2018). Por lo tanto, es importante desarrollar otros métodos prácticos de bajo costo y facilidad, permitiendo a pequeños productores monitorear el crecimiento de los animales de producción (Sebolai *et al.*, 2012).

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5, Apdo. 4-116 Itzimná, CP 97100, Mérida, Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México/I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

*Autor para correspondencia: aljuch@hotmail.com

Entre los métodos alternativos, se encuentran el uso de las mediciones biométricas (MB) y entre estas destacan el perímetro torácico (PT), la longitud del cuerpo (LC) y la altura a cruz (ACr), ya que han sido reportados como herramientas simples para la estimación del PV de los animales de producción. El PT se correlaciona altamente con el PV de pequeños rumiantes (ovejas y cabras) de diferentes razas y, por tanto, se utiliza con más frecuencia (Sowande y Sobola, 2008; Yilmaz *et al.*, 2013; Chay-Canul *et al.*, 2018). Sin embargo, en la búsqueda de MB alternas se ha evaluado el ancho de cadera (AC) en novillas de reposición de la raza Holstein (Bretschneider *et al.*, 2014) y tropicales cruzadas (Pérez-Hernández *et al.*, 2017; Herrera-López *et al.*, 2018) y se ha reportado que el AC es una medida indirecta con potencial para ser usada en la predicción del PV ya que esta medida supone una ventaja sobre otras MB, debido a que resulta más fácil de obtener, involucrando menos manejo del animal, por lo que resulta ser una alternativa útil que puede ser usada fácilmente durante cualquier práctica habitual realizada sobre las animales, sin necesidad de instalaciones especiales para la sujeción ni el manipuleo de estas (Bretschneider *et al.*, 2014; Herrera-López *et al.*, 2018).. Sin embargo, ha sido poco evaluada (Bretschneider *et al.*, 2014; Pérez-Hernández *et al.*, 2017; Herrera-López *et al.*, 2018). Basado en lo anterior, el objetivo de este estudio fue desarrollar y evaluar un modelo de predicción del PV mediante el uso del AC de ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones del trópico húmedo en el sureste de México.

Materiales y métodos

El experimento fue realizado en la granja comercial "El Rodeo", que se encuentra a 17° 84' N, 92° 81' W; 10 msnm y a 14 km de la carretera Villahermosa-Jalapa, y en el Centro de Integración Ovina del sureste (CIOS), ubicado a 17° 78' "N, 92° 96' W; 10 msnm y 25 + 3 km de la carretera Villahermosa-Teapa, en el poblado de Alvarado Santa Irene 2da Sección; ambos ubicados en el estado de Tabasco, México. Se registró el PV y ancho de cadera (AC) en 290 ovejas Pelibuey no gestantes y no lactantes de 3 años, clínicamente sanos.

Las ovejas estaban agrupadas en confinamiento en instalaciones provistas con techo y piso de cemento. La dieta se componía de 66% forraje y 34% concentrado, con un estimado de energía metabolizable de 12 MJ/kg MS y 10% CP (AFRC, 1993). En cada oveja se determinó el PV por medio de una balanza digital (modelo EQB, Torrey, México) y el AC se midió con una forcípula de 65 cm (Haglof®, Suecia) aplicando la técnica descrita por Bretschneider *et al.* (2014) y Pérez-Hernández *et al.* (2017).

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron por medio del SAS (SAS Ver. 9.3, 2010). Los estadísticos descriptivos se obtuvieron con PROC MEANS. El PROC REG fue utilizado para desarrollar la ecuación de predicción para estimar PV usando mediciones de PT y el PROC CORR para determinar el coeficiente de correlación de Pearson (SAS Ver. 9.3, 2010). La bondad del ajuste de la regresión fue evaluada por la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y el r^2 . Se incluyó un análisis de residuales para identificar datos atípicos, estos fueron detectados graficando los residuales estudentizados contra los valores predichos por la ecuación. Los datos atípicos fueron eliminados si el valor del residual estudentizado estaba fuera del rango de -2.5 a 2.5. El mejor modelo fue elegido teniendo como criterio el mayor coeficiente de determinación (R^2) y el menor cuadrado medio del error (CME).

Resultados y discusión

Los promedios ($\pm$ DE), máximos y mínimos para el PV y AC se muestran en el cuadro 1. Se observó que el PV de las ovejas, osciló entre 66.00 a 20.00 kg mientras que el AC varió entre 24.00 a 11.50 cm. El coeficiente de correlación (r) entre el PV y la PT fue de 0.79 y la ecuación de regresión tuvo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.64 (Figura 1).

Cuadro 1. Valores mínimos y máximos del PV (kg) y AC (cm) en ovejas Pelibuey no gestantes y no lactantes.

Variables	Descripción	N	Promedio $\pm$ DE	Máximo	Mínimo
PV	Peso Vivo (kg)	270	40.66 $\pm$ 8.46	66.00	20.00
AC	Ancho de cadera (cm)	270	17.58 $\pm$ 2.10	24.00	11.50

DE: desviación estándar.

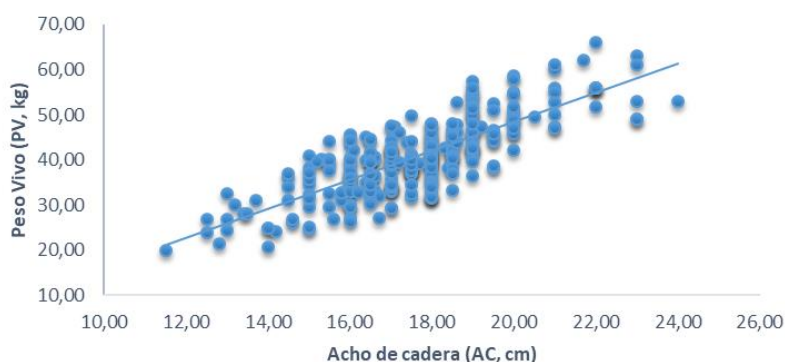


Figura 1. Relación entre el PV y el AC en ovejas Pelibuey: $PV = -16.00 (\pm 2.61^{***}) + 3.22 (\pm 0.14^{***}) \times AC$ ($R^2 = 0.64$, RCME = 5.08, y $n = 270$).

Entre los MB más comúnmente utilizadas para predecir el PV se ha indicado que el PT se correlaciona altamente con el PV para las diferentes especies animales (Yilmaz *et al.*, 2013). Yilmaz *et al.* (2013) estimaron el PV mediante el PT en ovejas de la raza Karya, estos autores reportaron que el r^2 fue de 0,63. También, bajo condiciones experimentales, Bautista-Díaz *et al.* (2017) encontraron que el PT fue el mejor predictor del PV en ovejas Pelibuey, en comparación a otras MB ($r^2 = 0.72$). En el trabajo de Atta y El khidir (2004) encontraron que el PT se correlaciona altamente con el PV ($r = 0,99$ y $0,98$, para machos y hembras respectivamente) en ovinos. Kunene *et al.* (2009) informaron que la relación entre PT y PV tuvo valores de r que variaron de 0.33 a 0.86 en ovinos Zulu (Nguni) en diferentes grupos de edad. Esto coincide con varios autores que han informado sobre la importancia del PT en estimación de PV en ovejas de diferentes razas (Sowande y Sobola, 2008; Kunene *et al.*, 2009).

A pesar de lo anterior, pocos trabajos han evaluado otras MB de fácil obtención y que involucre menos manejo del animal. El AC se plantea como una opción viable para la predicción del PV en novillas (Bretschneider *et al.*, 2014; Pérez-Hernández *et al.*, 2017; Herrera-López *et al.*, 2018), sin embargo, esta MB no ha sido evaluada en ovinos. Los resultados del presente estudio pueden contribuir al desarrollo de métodos alternos y de fácil aplicación para estimación del peso corporal de ovejas Pelibuey (Chay-Canul *et al.*, 2018).

Conclusión

El AC permite presentó una moderada relación con PV de ovejas Pelibuey, no gestantes y no lactantes, mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo, el error de predicción correspondió al 12% del PV promedio de las ovejas evaluadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. José Manuel Piña Gutiérrez y al Ing. Walter Lanz por facilitar las instalaciones de sus unidades productivas.

Referencias

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Agricultural and Food Research Council. CAB International, Wallingford, UK, 159 p.
- Atta M, El khidir OA. 2004. Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of liveweight of Nilotic sheep. Small Rumin. Res. 55: 233-237.

- Bautista-Díaz E et al. 2017. Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Rumin Res.* 147: 115–119.
- Bretschneider G, Cuatrin A, Arias D, Vottero D. 2014. Estimation of body weight by an indirect measurement method in developing replacement Holstein heifers raised on pasture. *Archivos de Medicina Veterinaria* 46: 439-443.
- Chay-Canul AJ et al. 2018. Development and evaluation of equations to predict body weight of Pelibuey ewes using heart girth. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. En prensa
- Herrera-López S et al. 2018. Desarrollo y evaluación de una ecuación para predecir el peso vivo en novillas cruzadas usando el ancho de cadera. *Revista ITEA* En prensa
- Kunene NW et al. 2009. Determination of prediction equations for estimating body weight of Zulu (Nguni) sheep. *Small Rumin. Res.* 84: 41–46.
- Pérez-Hernández F et al. 2017. Uso del ancho de cadera para estimar el peso vivo en novillas tropicales de reemplazo. *Revista Agroproductividad* 10(9): 48-52.
- Sebolai B et al. 2012. The estimation of live weight based on linear traits in indigenous Tswana goats at various ages in Botswana. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 899-904.
- Sowande OS, Sobola OS. 2008. Body measurements of west African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Trop. Anim. Health Prod.* 40: 433–439
- Wishart H. et al. 2017. Liveweight loss associated with handling and weighing of grazing sheep. *Small Rumin. Res.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.06.013>
- Yilmaz O, Cemal I, Karaca O. 2013. Estimation of mature live weight using some body measurements in Karya sheep. *Trop. Anim. Health. Prod.* 45, 397- 403.

Frecuencia e Infestación de Varroa (*Varroa jacobsoni*) en Apiarios Comerciales (*Apis mellifera*), en Tabasco, México

C.E. Balcázar Landero¹, F.R. Cigarroa Velázquez¹, M.J. Hernández Pérez, A. Lázaro Díaz¹, R. López Castro¹, A. Pedraza Hernández¹, R. Sánchez Méndez¹, E.A. Menes Feria³, J.F. Gómez Leyva², E. Payró de la Cruz^{3*}

Resumen. La apicultura contribuye significativamente a la economía familiar en comunidades marginadas y presta servicios ambientales mediante la polinización. Las abejas (*Apis mellifera*) son afectadas por el ácaro *Varroa destructor*, tanto en edad adulta como en estadios larvarios, predisponiéndolas a distintos patógenos. Ante el desconocimiento de la magnitud de esta problemática en Tabasco, el presente trabajo se centró en determinar la frecuencia de varroa en cría operculada (FVCO), frecuencia de varroa en abejas adultas (FVAA), infestación de varroa en cría operculada (IVCO) e infestación de varroa en abejas adultas (IVAA). Se colectaron abejas en apiarios comerciales ubicados en 5 municipios (Mpo.) que comprenden 18 comunidades rurales. La menor FVCO e IVCO (Frecuencia 50%; IVCO= 6.33% $\pm$ 4.68 n.s $P=0.279$), así como la menor FVAA e IVAA (Frecuencia 50%; IVAA= 3.22% $\pm$ 1.78 $P=0.022$), se encontró en el Mpo. Centla. Destacando el Mpo. Cárdenas con los valores más altos tanto en FVCO e IVCO (Frecuencia 100%; IVCO= 39.67% $\pm$ 52.25 n.s $P=0.279$), así como en FVAA e IVAA (Frecuencia 100%; IVAA= 10.01% $\pm$ 4.98 ($P=0.012$; Tukey al 95%). Se obtuvieron correlaciones débiles (0.059) y no significativas ($P = 0.82$) entre FVCO e IVCO, de igual forma, se obtuvieron correlaciones débiles (0.32) y no significativas ($P = 0.18$). entre FVAA e IVAA. Se encontró correlación fuerte (0.925) y significativa ($P = 0.022$) entre IVCO e IVAA. A nivel estatal se encontró una FVCO del 70.37% y una alta IVCO (19.27%), mientras que la FVAA fue de 88.89%, el IVAA, se registró en un nivel bajo (4.47%). Los altos coeficientes de variación, podrían indicar heterogeneidad de manejo de la varroosis entre apiarios y dentro de un mismo apiario, lo que sugiere la necesidad de capacitación ya que estos índices implican un riesgo latente de diseminación de varroa en el estado de Tabasco.

Palabras clave: varroa, correlación, frecuencia, infestación, cría operculada.

¹Estudiante. Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca.

²Profesor investigador. Instituto Tecnológico de Tlajomulco Jalisco. Km 10 Carretera a San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco CP 45640

³Docente. Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. Zaragoza s/n. Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco. CP. 86250

*Autor para correspondencia.

Introducción

Tabasco posee una extensión territorial de 2'446,100 hectáreas y se encuentra dividido en 4 regiones fisiogeográficas denominada: Región de la Chontalpa, la mayor parte del relieve de esta subregión está constituido por llanuras con elevaciones regulares formada por los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, y Paraíso; en esta región las asociaciones vegetales de la sabana están a continuación de la selva y son básicas para la ganadería. Existen plantaciones comerciales de cítricos, cacao, y diversas especies forestales como el eucalipto. Región del Centro la cual es una planicie formada por los municipios del Centro, Nacajuca y Jalpa de Méndez; Región de la Sierra comprende elevaciones hasta de 900 msnm y comprende los municipios de Teapa, Tacotalpa, Jalapa y Macuspana; las actividades principales en esta región son la agricultura y la ganadería. La vegetación es de selva media perennifolia. Región de los Pantanos, comprende los municipios de Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata, Jonuta y Centla, se caracteriza por ser la región más grande de la entidad. Esta subregión es la que conserva la mayor concentración de reserva selvática en los límites con la República de Guatemala. Particularmente en los municipios Jonuta, Centla y una porción de Macuspana, dónde existen diversas formaciones de pantanos que incluye a más de las tres cuartas partes de los pantanos de Tabasco (INEGI 2015).

Las abejas (*Apis mellifera* L.) son consideradas como las alas de la agricultura debido a su importante papel en la polinización de los cultivos y también por los diversos productos que se derivan de las colmenas (miel, polen, jalea real, cera, apitoxina, propóleos), así como los servicios ambientales. La actividad apícola nacional comprende más de 40 mil apicultores, con un inventario de 1, 981, 162 colmenas, una producción de 61, 881 toneladas de miel, que representan un valor de 2, 400, 177 miles de pesos. México es el sexto productor y el tercer exportador de miel en el mundo y, por ende, la apicultura se destaca como una de las principales fuentes de divisas. La principal región productora del país es la región Península que comprende los estados de Tabasco, Veracruz, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo, destacando el estado de Yucatán, con el mayor número de colmenas y mayor aportación a la producción nacional de miel (SIAP-SAGARPA, 2016). Sin embargo, a nivel nacional el estado de Tabasco ocupa el 30° lugar en la producción de miel, siendo uno de los estados más rezagados a pesar del gran potencial florístico que posee, en sus regiones fisiogeográficas. De acuerdo con los datos más reciente el estado de Tabasco cuenta con 9, 742 colmenas (SIAP-SAGARPA, 2016). La apicultura se encuentra afectada por el cambio en el entorno ecológico, la actividad agrícola, factores genéticos, así como también, las abejas son atacadas por otros insectos, aves, ácaros y microorganismos que les producen severos daños, lo cual ha venido generando pérdidas en la actividad

apícola. Sin embargo, aunque se ha establecido que la problemática de la apicultura obedece a muchos factores, existen evidencias científicas que coinciden en que la africanización y *Varroa destructor*, se han considerado como los principales problemas sanitarios de la apicultura a nivel mundial (Guzmán-Novoa y Page, 1994; Uribe-Rubio *et al.*, (2003), ya que *Varroa* aumenta la susceptibilidad de las abejas a la proliferación de enfermedades parasitarias como *Nosema* sp. y virus, los cuales posiblemente estén involucrados en el CCD. La varroasis (también denominada varroosis) es una enfermedad causada por un ácaro, parásito externo de las abejas adultas y de sus crías, denominado *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000), anteriormente llamado *Varroa jacobsoni* (Oldroyd y Wongsiri, 2006), es considerado como el ectoparásito más importante y peligroso de las abejas *Apis mellifera*, ya que se alimenta de los fluidos de las larvas, pupas y abejas adultas y se considera el principal vector de enfermedades (Anderson, *et al.*, 2008). Existen cuatro especies de ácaros *Varroa*, pero *Varroa destructor* es el más importante. Se encuentra en todo el mundo salvo en Australia y la isla sur de Nueva Zelanda. Produce un importante perjuicio a las colmenas, por la acción del acaro y por la aparición generalizada de infecciones víricas, fungosas y bacterianas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el grado de infestación de *Varroa* en abejas *A. mellifera* en Tabasco.

Materiales y métodos

Durante los meses de noviembre 2017 a enero 2018 en apiarios comerciales, localizados en 5 municipios del estado de Tabasco [Cárdenas (Santa Ana 2a sección), Centla (Jalapita la Mentirosa, Jalapita Ranchería La Montaña, Ranchería La Unión Villa Vicente Guerrero, y San Román); Comalcalco (Arena 2a sección, Arena 6a sección, Centro Tular 2a sección José María Pino Suárez, Chicozapote, Cocohital, Francisco I Madero 1a sección, Guayo 1a sección, Lázaro Cárdenas 2a sección, Norte 1a sección y Occidente 3a sección); Cunduacán (Buenaventura y Cúllico 2a sección) y Paraíso Tabasco (Las Flores)], se colectaron al azar abejas adultas y un fragmento de panal con cría operculada (10 cm²) directamente de la cámara de cría, considerando 3 colmenas por apiario. Las muestras de abejas fueron colectadas en frascos de plástico conteniendo etanol al 95% para su preservación. Las muestras de panales con cría operculada, fueron colectadas en bolsas resellables de plástico. Cada muestra individual, fue debidamente etiquetada y depositada en una nevera con hielo, para su traslado al laboratorio de biotecnología del IT. de la Zona Olmeca.

Determinación de la Frecuencia de varroa

La determinación de la frecuencia de varroa se realizó tanto en cría operculada, como en abejas adultas, mediante la aplicación de la fórmula 1 respectivamente.

Frecuencia

$$= \frac{\text{Número de colmenas positivas}}{\text{Número de colmenas muestreadas}} \times 100 \dots \dots \dots \text{Formula 1}$$

Determinación del Índice de infestación de varroa

En el presente estudio se evaluó el índice de infestación de varroa en cría operculada (IVCO) y el índice de infestación de varroa en abejas adultas (IVAA), para lo cual solamente se tomaron en cuenta, los valores de las colmenas positivas.

Infestación de varroa en cría operculada (IVCO)

Para evaluar la IVCO se tomó un fragmento de panal con cría operculada (10 x 10 cm), del cual se retiraron los opérculos para extraer las larvas y visualizar las varroas totales, el interior de cada celda se examinó con la ayuda de un otoscopio. El IVCO se determinó mediante la fórmula 2.

IVCO

$$= \frac{\text{Numero de varroas}}{\text{Numero de celdas analizadas}} \times 100 \dots \dots \dots \text{Formula 2}$$

Infestación de varroa en abejas adultas (IVAA)

Mediante agitación de las muestras de abejas contenidas en etanol al 95%, de acuerdo con la metodología propuesta por De Jong *et al.* (1982), se desprendieron los ácaros adheridos al cuerpo de las abejas y posteriormente, se vertió el alcohol a través de una malla. Se registró el número total de ácaros y de abejas en cada muestra. El IVAA se determinó mediante la aplicación de la fórmula 3.

IVAA

$$= \frac{\text{Numero de varroas}}{\text{Numero de abejas en la muestra}} \times 100 \dots \dots \dots \text{Formula 3}$$

Análisis estadístico

De acuerdo al enfoque del análisis los municipios o comunidades fueron considerados como tratamientos y las colmenas como las repeticiones. Todas las variables fueron evaluadas mediante análisis de varianza simple, empleando el programa Statgraphics Centurión XVI.I., bajo un diseño completamente al azar. El método empleado para discriminar entre las medias fue el de Tukey ($\alpha=0.05$). Se realizó análisis de regresión lineal simple ($Y = a + b \cdot X$). Los datos en porcentaje, fueron transformados mediante la ecuación arcoseno.

Resultados y discusión

Frecuencia e IVCO

La FVCO fue de 100% en los municipios de Cárdenas y Paraíso, seguido de Cunduacán (83.33%), Comalcalco (70%) y Centla (50%). Lo cual representa una frecuencia promedio de 70.37%. Como puede observarse en el cuadro 1, el máximo nivel de IVCO se encontró en el municipio de Cárdenas Tabasco ($39.67\% \pm 52.25$), seguido de Cunduacán ($26.60\% \pm 36.62$) los cuales superan por aproximadamente tres o cuatro veces el nivel máximo permisible; mientras que el municipio de Comalcalco se encontró $15.10\% \pm 14.79$, el cual se encuentra 5.10% por encima del límite permisible. Sin embargo, los municipios de Paraíso ($8.67\% \pm 5.51$) y Centla ($6.33\% \pm 4.68$), mostraron niveles inferiores. No existe significancia estadística, con un nivel de confianza del 95% ($P = 0.279$).

La regresión lineal simple ($Y = a + b \cdot X$) entre FVCO e IVCO, mostró un coeficiente de correlación = 0.059, lo cual indica una relación relativamente débil entre las variables. No hay una relación estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% ($P = 0.82$).

Se detectaron 16 comunidades con colmenas positivas a IVCO, con la siguiente proporción: El 50% de las comunidades con frecuencia 100%, 37.5% de las comunidades con frecuencia 66.66%, y 12.5% de las comunidades con frecuencia 33.33%.

No obstante, como puede observarse en el cuadro 1, en el municipio de Centla las comunidades Jalapita Ranchería La Mentirosa y Jalapita Ranchería La Montaña, resultaron negativas a IVCO, mientras que las comunidades Ranchería La Unión Villa Vicente Guerrero (7 ± 5.56) y San Román (5.66 ± 4.72) mostraron valores similares e inferiores al límite permisible, lo que podría indicar un adecuado y homogéneo manejo sanitario. Sin embargo, se puede observar que los apiarios ubicados en los municipios de Cunduacán y Comalcalco, muestran alta heterogeneidad en los valores, destacando Norte 1a sección Comalcalco, con el nivel más bajo (1.50 ± 0.70) y Buenaventura Cunduacán con el nivel más alto (42 ± 42.33) del total de las comunidades muestreadas ($P = 0.26$).

De manera general, se encontraron niveles de infestación $\leq 5\%$ en el 25% de las comunidades, >5 a ≤ 10 en el 25% de las comunidades, en el rango de >5 a ≤ 20 se encontraron en el 25% de las comunidades y > 20 se encontraron en el 25% de las comunidades.

Cuadro 1. Frecuencia e infestación de varroa en cría operculada en apiarios comerciales en cinco municipios del estado de Tabasco. Análisis de varianza $P=0.279$ (NS).

Municipios	No. de colmenas analizadas	No. de colmenas		Frecuencia (%)	Niv. de Inf. (ácaros/celdasX 100)	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
		Positivas	Negativas				
Centla	12	6	6	50	6.33	4.68	73.83
Cunduacán	6	5	1	83.33	26.60	36.62	137.66
Comalcalco	30	21	9	70	15.10	14.79	97.97
Cárdenas	3	3	0	100	39.67	52.25	131.73
Paraíso	3	3	0	100	8.67	5.51	63.55
	54	38	16	70.37	19.27	13.85	

Frecuencia e IVAA

La FVAA en los municipios de Cunduacán, Cárdenas y Paraíso fue de 100%, seguido de Comalcalco (93.33%) y Centla (50%). Lo cual representa una frecuencia promedio de 88.89% (Cuadro 2).

Como puede observarse en el cuadro 2, el máximo nivel de IVAA se encontró en el municipio de Cárdenas Tabasco ($10.01\% \pm 4.98$), siendo el único municipio que rebasa el límite permisible. Seguido del municipio de Cunduacán ($4.58ab\% \pm 3.51$), ligeramente abajo del límite permisible, registrándose los municipios de Comalcalco ($3.64b\% \pm 2.50$), Centla ($3.22b\% \pm 1.78$) y Paraíso ($2.10b\% \pm 0.79$) con los niveles más bajos e inferiores al límite permisible (Tukey 95% $P = 0.022$)

Cuadro 2. Frecuencia e infestación de varroa en abejas adultas en apiarios comerciales en cinco municipios del estado de Tabasco. Análisis de varianza $P = 0.022$ Tukey 95% $P = 0.022$

Municipios	No. de colmenas analizadas	No. de colmenas		Frecuencia (%)	Niv. de Inf. (ácaros/abejas X 100)	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
		Positivas	Negativas				
Centla	12	8	4	50	3.22 B	1.78	55.11
Cunduacán	6	6	0	100	4.58 AB	3.51	76.58
Comalcalco	30	28	2	93.33	3.64 B	2.50	68.50
Cárdenas	3	3	0	100	10.01 A	4.98	49.71
Paraíso	3	3	0	100	2.10 B	0.79	37.35
	54	48	6	88.89	4.71	3.09	

La regresión lineal simple ($Y = a + b \cdot X$) para describir la relación entre FVAA e IVAA, mostró un coeficiente de correlación = 0.32, lo cual indica una relación relativamente débil entre las variables. No hay una relación estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% ($P = 0.18$).

Se detectaron 18 comunidades positivas a VAA, con la siguiente proporción: 77.77% con una frecuencia del 100%, 11.11% con 66.67% y 11.11% con 33.33%. De las cuales 72.22% presentaron IVAA $\leq 5\%$ que corresponde a un nivel bajo, mientras que 27.78%

comunidades presentaron IVAA >5% encontrando IVAA tan altos como 5.95 a 10.02, rebasando el límite permisible.

De acuerdo con lo reportado por Guzmán y Correa, (1999), el impacto de Varroa depende del grado de infestación de las colmenas afectadas, una infestación baja, causa daños ligeros, mientras que una infestación severa puede acabar por completo con las colmenas. Martínez *et al.* (2011) en Yucatán reportaron que la frecuencia de *V. destructor* en abejas adultas de colonias manejadas fue de 62.9 %, y en los enjambres silvestres de 55.1 %; el nivel de infestación en las colonias manejadas fue de 1.70 ± 0.26 (ácaros/100 abejas), y en los enjambres silvestres de 1.96 ± 0.44 (ácaros/100 abejas), sin encontrar diferencias estadísticas significativas. Estos resultados son inferiores a los encontrados en el presente estudio.

Conclusiones

En el presente estudio, la frecuencia e infestación de varroa tanto en cría operculada se encontró en niveles muy altos. La frecuencia e infestación de varroa en abejas adultas se encuentra en nivel bajo, lo que implica indagar su impacto en la producción, así como las estrategias de control que se han venido aplicando con la finalidad de optimizar sus efectos. La correlación entre FVCO e IVCO (0.059), así como la correlación entre FVAA e IVAA (0.32), es relativamente débil y no existe una relación estadísticamente significativa ($P = 0.82$), ($P = 0.18$) respectivamente. Los altos coeficientes de variación, podrían indicar heterogeneidad de manejo de la varroosis entre apiarios y dentro de un mismo apiario, lo que sugiere la necesidad de capacitación ya que estos índices implican un riesgo latente de diseminación de varroa en el estado de Tabasco.

Agradecimientos

Al TecNM por el financiamiento otorgado al proyecto: Determinación de Varroa y detección molecular de *Nosema apis* y *Nosema ceranae*, en apiarios comerciales de *Apis mellifera*, en el estado de Tabasco, México. Clave: 6328.17P. A los apicultores del estado de Tabasco.

Referencias

- Anderson DL, Trueman JW. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari; Varroidae) is more than one species. *Experimental Applied Acarology* 24: 165-189.
- Anderson DL et al. 2008. The latest buzz about colony collapse disorder. *Science* 319: 724–725.

- De Jong D, Roma DA, Goncalves LS. 1982. A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. *Apidologie* 13:297-306.
- Guzmán-Novoa E, Page RE. 1994. Morphometric techniques do not detect intermediate and low levels of africanization in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87: 507-515.
- Guzmán NE, Correa AB. 1999. Selección de abejas melíferas, (*Apis mellifera*), resistentes al ácaro *Varroa Jacobsoni* Oudemán. *Veterinaria México* 27: 149–15.
- INEGI. 2015. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 723 p.
- Martínez PJF et al. 2011. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. *Rev. Mex. De Ciencias Pecuarias*; 2(1): 25-38.
- Oldroyd BP, Wongsiri S. 2006. Asian Honey Bees. Biology, Conservation and Human Interactions. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts).
- SIAP-SAGARPA. 2016. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp

Cinética de degradación *in vitro* y digestibilidad de veinte especies arbóreas forrajeras de acahuales de selva baja caducifolia

P. Ortiz-Colín¹, S. Albores-Moreno¹, J.A. Alayon-Gamboa^{1*}, B. Candelaria-Martínez², L.A. Miranda-Romero³, J.C. Ku-Vera⁴, G. Jiménez-Ferrer¹, A.T. Piñeiro-Vázquez⁵, A. Albores-Moreno, L.E. Díaz-Jiménez, F. Ramírez-Velasco, J.E. Gómez-Gutiérrez⁶, A.V. Díaz-Montes⁶

Resumen. El objetivo fue evaluar la degradación *in vitro* y la cinética de fermentación de especies arbóreas consumidas por rumiantes. En sistemas silvopastoriles desarrollados en vegetación secundaria, ubicados en el municipio de Tenabo, Campeche, México. Se utilizaron los follajes de 20 especies arbóreas que fueron sometidas a fermentación *in vitro*. Las variables de fermentación se analizaron con un diseño completamente al azar. Y se observó que existieron diferencias ($P < 0.05$) en los parámetros de fermentación y digestibilidad entre las especies. *Z. caribaeum*, *M. alceifolia*, *L. fruticosa*, *M. coromandelianum*, *R. obcordata*, *C. malvaviscifolius*, *C. flavens*, y *D. anisandra*, *V. dentata* tuvieron el mayor volumen de gas (200.30 a 336.30 mL g⁻¹), tasa de fermentación (30 a 35 h⁻¹), la mayor DIVMS (50.53 a 73.13%). Mientras que en *A. gaumeri*, *F. clausum*, *B. glandulosa*, *P. sartorianum*, *M. guatemalensis*, y *S. lanceifolium* tuvieron una menor producción de gas total (55.44 a 109.8 mL g⁻¹) y una menor DIVMS (19.13 a 32.40%). Se concluye que las especies *Z. caribaeum*, *M. alceifolia*, *L. fruticosa*, *M. coromandelianum*, *R. obcordata*, *C. malvaviscifolius*, *C. flavens*, *D. anisandra*, *V. dentata* presentes en la vegetación secundaria de la selva baja caducifolia, son de buen potencial en la alimentación de rumiantes por su alta fermentabilidad en el rumen.

Palabras clave: DIVMO, cinética de fermentación, vegetación secundaria, especies arbóreas.

¹El Colegio de la Frontera Sur. Avenida Rancho Polígono 2-A, Cd. Industrial, Lerma Campeche, México

²Instituto Tecnológico de China. Calle 11, Cementerio, China, Campeche, México

³Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Producción Animal, Chapingo, México

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México

⁵Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n. Yucatán, Conkal, México

⁶Universidad Tecnológica de la Selva. Ocosingo, Chiapas, México

*Autor de correspondencia: jalayon@ecosur.mx.

Introducción

En el trópico mexicano, la dieta de los rumiantes es a base de gramíneas nativas o mejoradas que se caracterizan por una baja concentración de proteína y digestibilidad (Ku *et al.*, 2013). Además, en los estados del trópico la estacionalidad de los pastos en la época de secas, afecta el desempeño productivo de los rumiantes e incrementa los costos en hasta un 80% del gasto total que se destina a la adquisición de insumos alimenticios (Gebremedhin, 2009). Sin embargo, una de las estrategias para disminuir los costos en la alimentación de los rumiantes en épocas de secas, es el aprovechamiento de la vegetación secundaria (*acahual*) como un sistema silvopastoril nativo. Cuya composición se caracteriza por una diversidad de árboles, arbustos, pastos, enredaderas y herbáceas, los cuales proveen de follaje, flores, vainas y frutos comestibles para los rumiantes (González *et al.*, 2015). Especialmente en el sur de México, durante la temporada de estiaje, los *acahuales* son un recurso de alto valor nutricional; por su aporte de proteína cruda y carbohidratos de fácil fermentación y degradabilidad ruminal. Además, del efecto de los metabolitos secundarios; tales como saponinas, fenoles, aceites esenciales que modulan selectivamente las poblaciones microbianas del rumen. Lo anterior permite mejorar la fermentación, y aprovechamiento del nitrógeno (Hoste *et al.*, 2015). No obstante, existe escasa información de muchas especies arbóreas con potencial forrajero que pueden ser utilizadas en dietas de los rumiantes para zonas agroecológicas y sistemas de producción específicos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial de fermentación y degradación de veinte especies arbóreas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Materiales y métodos

Material vegetal

Se colectaron en la temporada de lluvias (agosto a octubre del 2015) hojas jóvenes y maduras de *Boerhavia erecta*, *Croton malvaviscifolius*, *Viguiera dentata*, *Funastrum clausum*, *Solanum lanceifolium*, *Mimosa guatemalensis*, *Malachra alceifolia*, *Malvastrum coromandelianum*, *Lasiacis divaricata*, *Diospyros anisandra*, *Psidium sartorianum*, *Pimenta dioica*, *Croton flavens*, *Randia obcordata*, *Bunchosia glandulosa*, *Lasianthaea fruticosa*, *Guettarda combsii*, *Zanthoxylum caribaeum*, *Croton icche* y *Acacia gaumeri*. Las muestras de follaje se secaron a 60°C por 48 horas y se molieron en un molino Willey (1 mm).

Degradación y fermentación *in vitro*

Se empleó la técnica de producción de gas *in vitro* propuesta por Menke y Steingass (1988) y modificada por Theodorou *et al.* (1994). Los tratamientos probados fueron los follajes de las 20 especies arbóreas colectadas con seis repeticiones por tratamiento. La presión de gas se midió con un manómetro (Metron, Modelo: 63100, México) a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 60 y 72 h de incubación. Los valores de la presión de gas fueron transformados a volumen de gas mediante una ecuación de regresión lineal: $V = (P + 0.0186) (0.0237)^{-1}$ de acuerdo con Elmasry *et al.* (2017).

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS)

Al concluir el período de incubación (72 h) se estimó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), mediante secado de los residuos a 60 °C por 48 h., con la materia seca inicial y residual se calculó la DIVMS (%).

Cinética de la fermentación de gas *in vitro*

El volumen máximo (V_m , mL g⁻¹), la tasa de fermentación (S , h⁻¹) y la fase de retardo (L , h) de la producción de gas se estimó con el modelo logístico $V = V_m / (1 + e^{(2-4S)(t-L)})$ (Schofield y Pell 1995), en el programa NLIN (SAS 2006).

Diseño y análisis estadístico

Las variables de fermentación (V_m , S , L , DIVMS) se analizaron con un modelo lineal general empleando el paquete estadístico SAS (versión 9; 2006), para un diseño completamente al azar. Las medias de los tratamientos se compararon mediante comparaciones múltiples de Tukey, se consideraron significativamente diferentes cuando $P < 0.05$. También se realizó un análisis de regresión lineal para la digestibilidad *in vitro* de la MS y el volumen máximo (Montgomery, 2012).

Resultados y discusión

El volumen máximo (V_m) de producción de gas, la tasa de fermentación (S , h⁻¹), la fase de retraso (L , h), la digestibilidad de la materia seca (DIVMS, %) (Cuadro 1) difirió significativamente ($P < 0.05$) entre las especies arbóreas. La mayor fermentación (V_m) observada en las especies *Z. caribaeum*, *M. alceifolia*, *L. fruticosa*, *M. coromandelianum*, *R. obcordata*, *C. malvaviscifolius*, *C. flavens*, *D. anisandra* (336.30, 270.90, 267.43, 255.00, 247.63, 235.87, 232.47, 229.07 mL g⁻¹), seguidas por *V. dentata*, *C. icche*, *L. divaricata*, *B. erecta*, *P. dioica* y *G. combsii* (200.30, 190.83, 160.17, 157.30, 153.97 y 127.33 mL g⁻¹), se podía relacionar con la mayor digestión de los materia seca presentes en los follajes (Cuadro 1), la cual ocasionó un lento inicio de la fermentación (L ; 0.99 a 8.09 h) (Kibont y Ørskov, 1993) y especialmente en *V.*

dentata, *M. alceifolia*, *C. flavens*, *M. coromandelianum*, *L. fruticosa*, *B. erecta*, *R. obcordata*, *D. anisandra*, y *Z. caribaeum* incrementaron la tasa de fermentación (S) (30 a 35 h⁻¹; Cuadro 3). Mientras que la baja producción de gas total de algunas especies arbóreas tales como *A. gaumeri*, *F. clausum*, *B. glandulosa*, *P. sartorianum*, *M. guatemalensis*, *S. lanceifolium* (109.8, 94.41, 69.19, 64.47, 56.97 y 55.44 mL g⁻¹) se relaciona a la baja digestibilidad de la materia seca (MS; Cuadro 1) y a un rápido inicio de la fermentación en *P. sartorianum*, *S. lanceifolium*, *M. guatemalensis* y *F. clausum* (1.72, 1.08, 0.68 y 0.09 h) (Bueno *et al.*, 2005). Sin embargo, se observaron altas tasas de fermentación principalmente en las especies *F. clausum*, *P. sartorianum*, *S. lanceifolium*, *M. guatemalensis* (0.035, 0.031, 0.031 y 0.030 h⁻¹).

Por otra parte, la mayor digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) se encontró en *L. fruticosa*, *C. malvaviscifolius*, *M. alceifolia*, *V. dentata*, *M. coromandelianum*, *D. anisandra*, *Z. caribaeum* (73.13, 72.93, 70.47, 68.27, 64.53, 63.22 y 61.40%) se podría relacionar con un rápido inicio de la fermentación y a altas tasas de fermentación que dieron como resultado mayor volumen de gas total (Cuadro 1) (Girma *et al.*, 2015). Mientras que la menor DIVMS de las especies *L. divaricata*, *P. dioica*, *P. sartorianum*, *F. clausum*, *A. gaumeri*, *M. guatemalensis*, *S. lanceifolium*, *B. glandulosa* (39.27, 37.93, 32.40, 30.20, 28.06, 24.67, 22.07 y 19.13%) se asocia una menor actividad fermentativa (Cuadro 1). En este sentido, en el presente estudio se observó una correlación de DIVMS con Vm (Coeficiente de correlación=0.7747; R²=0.6002). El modelo de regresión para esta relación DIVMS vs Vm se muestra en la Figura 1 (R² = 0.7388) y muestra que el volumen máximo producido a las 72 horas de incubación, puede predecir la DIVMS. Este fenómeno puede explicar el potencial de la producción de gas como indicativo del grado con que ocurre la eficiencia de la degradabilidad de la MS (Bayssa *et al.*, 2016).

Conclusión

Considerando lo antes expuesto, entre las especies arbóreas con potencial en la alimentación de los rumiantes que pastorean en la vegetación secundaria (*acahual*) de selva tropical caducifolia, se señala a *L. fruticosa*, *C. malvaviscifolius*, *M. alceifolia*, *V. dentata*, *M. coromandelianum*, *D. anisandra*, *Z. caribaeum* como especies con alto potencial de utilización en la nutrición de rumiantes por su mayor producción de gas, sus altas tasas de fermentación, y por su mayor digestibilidad de la materia seca. Por otro lado, las especies *A. gaumeri*, *F. clausum*, *B. glandulosa*, *P. sartorianum*, *M. guatemalensis*, *S. lanceifolium* podrían tener un papel importante en las estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero, debido a la menor producción de gas por unidad de materia seca fermentable.

Cuadro 1. Parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* y digestibilidad de especies arbóreas forrajeras pastoreadas por bovinos en *acahuales* de selva baja caducifolia.

Especie arbórea	Vm (mL g ⁻¹)	S (h ⁻¹)	L (h)	DIVMS (%)
<i>Boerhavia erecta</i>	157.30 ^{bcd}	0.031 ^{abcd}	2.76 ^{cdefg}	52.87 ^{bcd}
<i>Croton malvaviscifolius</i>	235.87 ^{bcd}	0.025 ^{def}	5.84 ^{abc}	72.93 ^a
<i>Viguiera dentata</i>	200.30 ^{bcde}	0.035 ^a	4.33 ^{cde}	68.27 ^a
<i>Funastrum clausum</i>	94.41 ^{ef}	0.035 ^a	0.09 ^g	30.20 ^{hij}
<i>Solanum lanceifolium</i>	55.44 ^f	0.031 ^{abcd}	1.08 ^{efg}	22.07 ^j
<i>Mimosa guatemalensis</i>	56.97 ^f	0.030 ^{abcde}	0.68 ^{fg}	24.67 ^{ij}
<i>Malachra alceifolia</i>	270.90 ^b	0.034 ^{ab}	2.18 ^{defg}	70.47 ^a
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	255.00 ^{bc}	0.033 ^{ab}	4.19 ^{cde}	64.53 ^{ab}
<i>Lasiacis divaricata</i>	160.17 ^{bcdef}	0.028 ^{bcdef}	3.41 ^{cdefg}	39.27 ^{efgh}
<i>Diospyros anisandra</i>	229.07 ^{bcd}	0.030 ^{abcde}	2.30 ^{defg}	63.22 ^{ab}
<i>Psidium sartorianum</i>	64.47 ^f	0.031 ^{abcd}	1.72 ^{efg}	32.40 ^{ghi}
<i>Pimenta dioica</i>	153.97 ^{cdef}	0.024 ^{efg}	8.09 ^{ab}	37.93 ^{fgh}
<i>Croton flavens</i>	232.47 ^{bcd}	0.034 ^{ab}	2.26 ^{defg}	50.53 ^{cde}
<i>Randia obcordata</i>	247.63 ^{bc}	0.031 ^{abcd}	0.99 ^{efg}	52.40 ^{bcd}
<i>Bunchosia glandulosa</i>	69.19 ^f	0.034 ^{ab}	9.24 ^a	19.13 ^j
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	267.43 ^{bc}	0.032 ^{abc}	2.38 ^{defg}	73.13 ^a
<i>Guettarda combsii</i>	127.33 ^{def}	0.026 ^{cdef}	1.33 ^{efg}	45.40 ^{def}
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	336.30 ^a	0.030 ^{abcde}	1.58 ^{efg}	61.40 ^{abc}
<i>Croton icche</i>	190.83 ^{bcde}	0.018 ^g	5.23 ^{bcd}	42.80 ^{defg}
<i>Acacia gaumeri</i>	109.80 ^{ef}	0.022 ^{fg}	4.06 ^{cdef}	28.06 ^{hij}
EE	21.73	0.001	0.64	2.33

a, b, c= Medias con distinta literal en columnas son diferentes (P<0.05); Vm= Volumen máximo; S: tasa de fermentación; L: fase de retraso; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

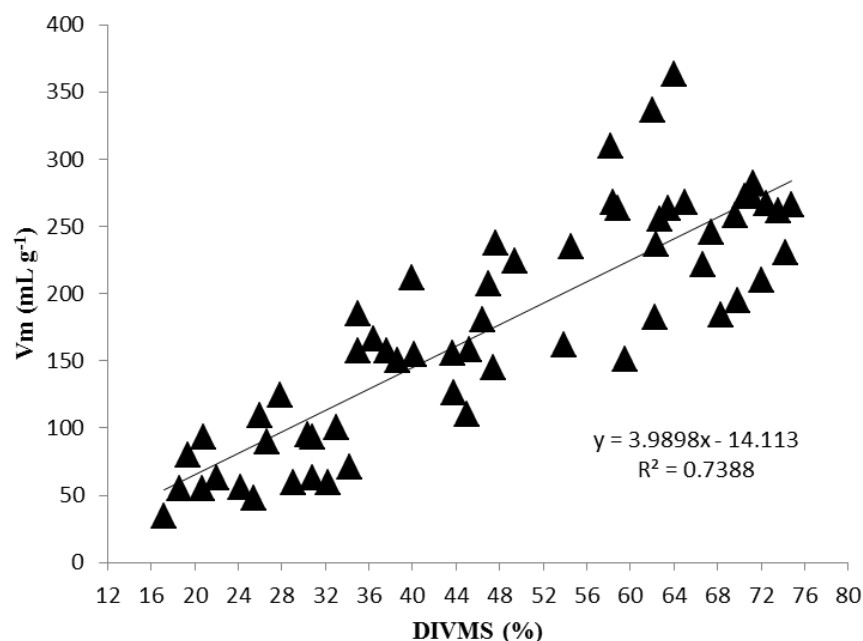


Figura 1. Modelo de regresión del volumen máximo de producción de gas a las 72 h de incubación y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%).

Referencias

- Bayssa M, Negesse T, Tolera A. 2016. Leaf biomass yield, chemical composition, *in vitro* gas and methane production and rumen degradation characteristics of some woody plant species in afar rangeland of north eastern Ethiopia. Middle-East J. Scientific Res. 24(4): 1252-1265.
- Bueno ICS et al 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. Anim. Feed. Sci. Technol. 123(124): 95-105.
- Elmasry AMA et al. 2016. Effects of types and doses of yeast on gas production and in vitro digestibility of diets containing maize (*Zea mays*) and lucerne (*Medicago sativa*) or oat hay. S. Afr. Anim. Scien. 46(4): 391-397.
- Gebremedhin B. 2009. Feed marketing in Ethiopia: Results of rapid market appraisal (Vol. 15). ILRI (aka ILCA and ILRAD).
- Girma M, Animut G, Assefa G. 2015. Chemical composition and *in vitro* organic matter digestibility of major indigenous fodder trees and shrubs in Northeastern drylands of Ethiopia. Livest. Res. Rural Dev. 27(2). <http://www.lrrd.org/lrrd27/2/girm27026.htm>.
- González PPG et al. 2015. Feeding behavior of sheep and goats in a deciduous tropical forest during the dry season: The same menu consumed differently. Small Ruminant Res. 133: 128-134.
- Hoste H et al. 2015. Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. Vet. Parasitology 212: 5-17.
- Kibont A, Ørskov ER. 1993. The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats. Anim. Prod. 57: 247-251.

- Ku VJC et al. 2013. Tropical tree foliages and shrubs as feed additives in ruminant rations. *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Sci. Publishers. New York. USA. Pp. 59-76
- Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev* 28: 7–55
- Montgomery DC. 2012. *Design and Analysis of Experiments*. Eighth Edition, Wiley and Sons; New Jersey, USA. 752 p.
- SAS. 2006. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00. SAS, Cary. NC, USA.
- Schofield P, Pell AN. 1995. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. *J. Anim. Sci.* 73(11): 3455-3463.
- Theodorou MK et al. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol* 48:185–197.

Canales de Comercialización de la Actividad Apícola en el Municipio de Bacalar, Quintana Roo

C. Kim-Barrera¹, J.F. Martínez-Puc², J.I. Tucuch-Haas^{3*}, A. Cen-Hoy¹, F. Casanova-Lugo¹

Resumen. El propósito del presente estudio de tipo descriptivo, es identificar y describir las principales características de los procesos de producción apícola practicados en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo, los canales de comercialización utilizados, los intermediarios que participan en el proceso de distribución de la producción apícola, así como sus características relevantes. La selección fue por muestreo no probabilístico por conveniencia y se aplicaron entrevistas utilizando cuestionarios semiestructurados. Se encontró que los principales agentes participantes en el proceso de comercialización de la miel son: el productor, el acopiador minorista, el acopiador mayorista y el consumidor final. Por su parte, el canal de comercialización tradicional que sigue el producto desde su salida hasta su llegada al consumidor final es: productor-acopiador minorista-acopiador mayorista-consumidor final. Una variante de dicho canal tradicional es el siguiente: productor-consumidor final; acopiador minorista-consumidor final y acopiador mayorista-consumidor final; en este sentido, los acopiadores, minoristas y mayoristas, participan en dicho proceso como envasadores, agregándole valor al producto para hacerlo llegar al consumidor final.

Palabras clave: Apicultura, centro de acopio, miel, comercialización.

Introducción

Desde hace más de 10 mil años la humanidad se alimentaba a base de plantas silvestres y animales, eran cazadores y recolectores, pues no tenían conocimientos de agricultura. Se presume que el hombre, por lo tanto, consume miel desde hace mucho tiempo, ya que no disponía de otra sustancia edulcorante natural más que la miel, pues el azúcar recién aparecería en el siglo XV.

¹Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Tecnológico Nacional de México / I.T. Chiná, Campeche, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mochá, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: tucuch.jorge@inifap.gob.mx

La apicultura en el estado de Quintana Roo es una actividad rentable que aprovecha los recursos florísticos de su entorno, es compatible con el cultivo tradicional de la milpa y con la conservación de la biodiversidad (SEDARI, 2001). Sin embargo, la apicultura ha mostrado un descenso en sus niveles de producción de miel, que la literatura atribuye a las siguientes causas: la africanización de las abejas, la presencia de enfermedades como la varroosis, el abandono de la actividad por un gran número de productores, la deficiente organización de los apicultores, la escasa asesoría y capacitación, así como los bajos precios de miel en el mercado (SEDARI, 2001). Con esta investigación cualitativa de tipo descriptiva, se buscó identificar y describir las principales características en los procesos de producción apícola practicados en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo, los canales de comercialización utilizados, los intermediarios que facilitan el proceso de la distribución de la producción apícola en los diferentes mercados, así como sus características más relevantes. Un canal de comercialización constituye una forma sistemática de conocer el flujo de circulación de un producto desde su origen hasta su destino final, de acuerdo con las instituciones o personas (agentes) que eslabonan el proceso. En este canal intervienen productores, intermediarios y consumidores; agentes que cumplen un doble objetivo: obtener un beneficio personal y agregar valor a la producción, siendo la motivación principal para que los productores agropecuarios y demás agentes de la comercialización interactúen y se coordinen en actividades que conducen al mismo objetivo: satisfacer las necesidades del consumidor, quien a su vez determina hasta donde está dispuesto a remunerar a los participantes, con el precio que paga por el producto. Es así como el análisis de los márgenes de comercialización constituye el evidente complemento en el estudio de los canales, y a través de él se evalúa la relación entre el precio que recibe el productor y el precio final que paga el consumidor por determinado producto (Vargas, 2014). Por lo anterior, mediante la aplicación de cuestionarios semiestructurados en las entrevistas a productores e intermediarios apícolas, se caracterizaron los canales y los márgenes de comercialización de la miel en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo, México.

Materiales y métodos

Este estudio cualitativo se realizó en cuatro comunidades: Reforma, San Isidro La Laguna, Lázaro Cárdenas y Miguel Hidalgo, todos pertenecientes al municipio de Bacalar, Quintana Roo, durante el año 2016 y 2017, período durante el cual se consultaron fuentes secundarias de información disponibles, principalmente los estudios sobre la comercialización apícola en Quintana Roo. Se obtuvo información primaria mediante la investigación de campo, identificando a los apicultores de cada comunidad para clasificarlos y ubicarlos dentro de cada población. La misma

metodología se realizó con los intermediarios (acopiadores mayoristas). Para ambos casos, el contacto permitió realizar la apertura y acordar la aplicación de las entrevistas. Esto implicó la observación, identificando visualmente las condiciones productivas de cada productor y características de los intermediarios, de igual forma, se les solicitó su apoyo y participación para la realización del estudio. Las entrevistas se realizaron visitando periódicamente a los productores de miel (que tienen un enfoque comercial para la venta de sus productos), y a los acopiadores mayoristas de estos productos con actividad en la zona estudio. Esta es la lengua en la que podemos encontrar el origen etimológico del término cualitativo que ahora nos ocupa. Y es que deriva de la palabra latina “qualitativus”, que puede traducirse como “relacionado con la cualidad” y que está conformada por dos partes diferenciadas: (el sustantivo “qualitas”, que es sinónimo de “calidad” y el sufijo “tivo” que se emplea para indicar una relación pasiva o activa). Cualitativo es un adjetivo que se emplea para nombrar a aquello vinculado a la cualidad (en modo de ser o las cualidades o las propiedades de algo). Un análisis cualitativo, por lo tanto, está orientado a revelar cuales son las características de alguna cosa. De este modo, lo cualitativo se centra en la calidad a diferencia de lo cuantitativo que está enfocado a las cantidades (Pérez & Merino, 2014). La investigación o metodología cuantitativa es el procedimiento de decisión que pretende decir, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas de campo de la estadística. Es por eso que la investigación cuantitativa se produce por la causa y efecto de las cosas. En cambio, la metodología cualitativa tiene como característica el establecimiento de estrategias para tratar de conocer los hechos, procesos, estructuras y personas en su totalidad, y no a través de la medición de algunos de sus elementos. La misma estrategia indica ya el empleo de procedimientos que dan un carácter único a las observaciones (Lozada, 2016).

Este proyecto buscó la identificación de los canales y se obtuvieron los márgenes de comercialización de los productores, realizándose bajo un enfoque cualitativo descriptivo.

Las características que se tuvieron en cuenta para realizar el muestreo:

1. Que los productores tuvieran sus colmenas en las comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo.
2. Que los productores destinaran sus productos principales (miel) al mercado.
3. Que los acopiadores mayoristas tuvieran prácticas comerciales con apicultores de Quintana Roo y distribuyeran la miel en la Península de Yucatán, así como exportándola a otros países.
4. Que los agentes (productores e intermediarios) dieran su consentimiento para ser encuestados y brindaran información.

La muestra, en el proceso cualitativo es un grupo de personas, comunidades, entre otros, sobre los cuales se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sean representativos del universo o población que se estudia, de ahí que la selección de los productores fue no probabilística por conveniencia. Con el fin de recopilar la información necesaria en la investigación, se diseñaron cuestionarios semiestructurados para los intermediarios y los apicultores y su comercialización. En la construcción de los instrumentos de investigación, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Información general (número de la encuesta).
- Información sobre la actividad de cada agente (sistemas de producción, productos obtenidos, otros).
- Información sobre comercialización de cada producto identificado.

En el cuadro 1 se presenta el número de apicultores entrevistados de las cuatro comunidades estudiadas del municipio de Bacalar, Quintana Roo.

Cuadro 1. Número de entrevistas realizadas en las diferentes comunidades del Municipio de Bacalar, Quintana Roo.

Comunidad	No. de entrevistas realizadas
San Isidro La Laguna	6
Reforma	11
Lázaro Cárdenas	5
Miguel Hidalgo	4
Total	26

En el Cuadro 2 se observa la cantidad de empresas comercializadoras de miel que fueron entrevistadas.

Cuadro 2. Número de empresas entrevistadas que comercializan con apicultores de las cuatro comunidades estudiadas.

Localización	No. de entrevistas realizadas
Bacalar	1
Felipe Carrillo Puerto	3
José María Morelos	4
Total	8

Una vez recolectada la información, se tabuló empleando la hoja de cálculo Microsoft Excel para luego llevar a cabo la identificación y caracterización de los apicultores, sus

procesos de producción, de los intermediarios, así como de los canales de comercialización de la miel en el estado de Quintana Roo.

Resultados y discusión

Los resultados recabados de esta investigación se presentan a continuación, considerando que se aplicaron un total de 26 cuestionarios en diferentes fechas y acorde a las comunidades y a las variables, cantidades que se muestran en los siguientes cuadros, sin embargo, practican la agricultura como actividad principal.

En el Cuadro 3, se puede notar que más del 50% de la población encuestada presenta entre 48 a 58 años, con un nivel de estudios de primaria y que llevan entre 20 y 25 años practicando la apicultura.

En lo general, todo lo que se produce se destina a diferentes centros de acopios en otras comunidades como Blanca Flor (Kabi-Habin), Paraíso, Alto de Sevilla, Miguel Hidalgo, Carrillo Puerto. El acopio de Blanca Flor cuenta con una asociación de una empresa exportadora de Italia; el acopio de Reforma, su miel lo exporta una empresa de Alemania llamada Norevo, esta empresa le compra el 100% de toda su miel con el precio de 40 pesos por kg. El autoconsumo de los apicultores es muy bajo. Esto se debe principalmente a que los productos apícolas tienen un alto valor comercial comparado con el de otros bienes y servicios del sector agropecuario. Los productos generalmente se comercializan a través de canales de “confianza”, establecidos por cada productor con anterioridad, dependiendo del producto obtenido y el mercado de destino. Existen dos canales de comercialización, uno directo apicultor–consumidor final y otro que incorpora la participación de intermediarios (acopiadores regionales y distribuidores detallistas). El primer canal se desarrolla en un mercado local en el que básicamente el consumidor acude a su apicultor de confianza para abastecerse de los productos de la colmena que demanda, principalmente miel y polen. El segundo canal, más desarrollado desde el punto de vista comercial, implica el traslado de mayores cantidades de producto hacia los grandes mercados de destino: Italia y Alemania; en este canal, los productos apícolas tienen un mayor grado de transformación y agregación de valor. En el Cuadro 4 se observan datos de la comercialización apícola en las comunidades.

Cuadro 3. Datos personales de la población de estudio en cuatro comunidades de Bacalar, Quintana Roo, México.

Parámetros	Rango	Reforma	San Isidro	Lázaro Cárdenas	Miguel Hidalgo
Edad (años)	26-36	27.7	0	60	0
	37-47	9.09	33.33	40	25
	48-58	9.09	33.33	0	75
	59-69	36.36	16.67	0	0
	70-77	18.18	16.67	0	0
		100%	100%	100%	100%
Escolaridad	Primaria	54.55	66.67	20	0
	Secundaria	36.36	0	80	50
	Sin estudios	9.09	33.33	0	50
		100%	100%	100%	100%
Años dedicados a la apicultura	3-10	18.18	33.33	20	25
	11-18	27.27	16.67	40	25
	19-26	0	50	40	50
	27-34	36.36	0	0	0
	35-42	18.18	0	0	0
		100%	100%	100%	100%
Actividad secundaria	Agricultura	81.82	75	40	75
	Ganadería	0	25	60	0
	Ama de casa	0	0	0	25
	Venta de leña	9.09	0	0	0
	Venta de masa	9.09	0	0	0
		100%	100%	100%	100%

Cuadro 4. Datos de comercialización apícola en cuatro comunidades de Bacalar, Quintana Roo, México.

Parámetros		Reforma	San Isidro	Lázaro Cárdenas	Miguel Hidalgo
Tipo de intermediario	Detallista	23.53	0	0	0
	Centro de acopio	58.82	36.36	100	28.57
	Empresa exportadora	17.65	0	0	28.57
	Consumo personal	0	45.45	0	14.23
	Agente comisionista	0	18.18	0	0
	Directo al consumidor	0	0	0	28.57
		100%	100%	100%	100%
Porcentaje de venta	1-3%	0	27.27	0	0
	10-15%	5.26	9.09	0	42.86
	20%	15.79	9.09	0	0
	30%	15.79	0	0	0
	70-80%	31.58	9.09	0	0
	85-90%	5.26	9.09	0	42.86
	95-99%	0	18.18	0	0
	100%	26.32	18.18	100	14.29
		100%	100%	100%	100%
Intermediario	Silvino May	13.33	0	20	0
	Agustín Tum	13.33	0	0	0
	Kabi Habin	46.67	42.86	80	100
	María López	6.67	0	0	0
	Norevo Alemania	6.67	0	0	0
	Francisco Rojas	6.67	0	0	0
	Oaxaca Miel	6.67	0	0	0
	Daniel Pech	0	14.29	0	0
	Raúl Hau	0	28.57	0	0
	María Reinalda	0	14.29	0	0
		100%	100%	100%	100%
Transporte para comercializar	Si	90.91	100	50	100
	No	9.09	0	50	0
		100%	100%	100%	100%
Transporte propio o del comprador	Propio	81.82	50	100	25
	Comprador	9.09	0	0	25
	Flete	9.09	33.33	0	50
	Publico	0	16.67	0	0
		100%	100%	100%	100%
Tipo de envase para comercializar	Granel	47.62	45.45	50	57.14
	Tambos	23.81	9.09	12.5	0
	Cubetas	28.57	45.45	37.5	42.86
		100%	100%	100%	100%
Precio	\$21	0	16.67	0	0
	\$35-36	9.09	0	50	50
	\$39-39	27.27	0	25	25
	\$40	54.55	50	25	25
	\$42	9.09	33.33	0	0
		100%	100%	100%	100%
Utiliza etiqueta	Si	0	0	0	25
	No	100	100	100	75
		100%	100%	100%	100%
Actividad que realiza para incrementar su producción	División de colonia	47.37	66.67	50	40
	Obtención de núcleos	31.58	22.22	40	60
	Aprovechamiento de enjambre	21.05	0	10	0
	Compra de colmena	0	11.11	0	0
		100%	100%	100%	100%

Conclusión

La información generada permitirá optimizar los procesos de toma de decisiones para los apicultores de la región en relación a la comercialización del estado de Quintana Roo. Igualmente, este nuevo conocimiento dará herramientas de análisis y decisión para el mejoramiento de la comercialización apícola en estas comunidades. Tomando como referencia la información obtenida mediante entrevistas y observaciones directas del funcionamiento a través de los datos obtenidos de la venta de miel. Como se puede observar en los cuadros presentados anteriormente, la comercialización de la miel en el Estado de Quintana Roo es elevada. Se espera que se tomen medidas sobre las situaciones encontradas y se desarrolle nuevas estrategias que permitan comercializar la miel en el Estado y se conozcan como una marca registrada.

Referencias

- Baldi-Coronel B. 2010. La miel una mirada científica. Serie: Ediciones Especiales UNER. 232 p.
- Cajero AS et al. 2000. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Direc. General de Ganadería.
- Carón Dewey M. 2010. Manual Práctico de Apicultura.
- Pérez P, Merino M. 2014. Definición de cualitativo. Consultado en: <https://definicion.de/cualitativo/>
- García Colín J. 2008. Contabilidad de costos (tercera ed.). México: Mc Graw Hill.
- Kotler P. 2008. Dirección de mercadotecnia, análisis planeación y control
- Lozada GM. 2016. Qué es metodología cuantitativa, cualitativa y diagnóstico. Consultado en: <http://marianalozadagonzalez.blogspot.com/>
- Peña A. 2010. Producción de miel orgánica para exportación al mercado europeo.
- SAGARPA. 1999. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México 1990-1998.
- SAGARPA. 2011. Subsecretaría. Programa apícola en el estado Quintana Roo. Apicultura.
- SEDARI. 2001. Subsecretaría. Programa apícola en el estado de Quintana Roo. a.- Información proporcionada por Ing. Héctor Peña Fuentes al Diario De Quintana Roo. Publicado el 23 de enero del 2001. Chetumal, Quintana Roo. México.
- Stern L, El-Ansary A, Coughlan A, Cruz I. 1999. Canales de comercialización. Editorial Prentice Hall Iberia. Madrid.
- Vandame R, Gänz P, Garibay S, Reyes T. 2012. Manual de Apicultura Orgánica. Editorial México.
- Vargas Avella J. 2014. Canales y márgenes de comercialización de los productos apícolas en la Provincia Centro (Departamento de Boyacá). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <http://bdigital.unal.edu.co/45126/1/2577419.2014.pdf>

Desarrollo Poblacional de Abejas (*Apis mellifera* L.) en Respuesta a la Dieta Alimenticia

J.I. Tucuch-Haas^{1*}, G.G. Rodríguez-Vera², C.J. Tucuch-Haas², J.F. Martínez-Puc³, F. Casanova-Lugo⁴

Resumen. La apicultura es una de las actividades más sobresalientes a nivel mundial, nacional y estatal, debido, a que la miel y los subproductos derivados de las colmena, es aceptados en varios países del mundo, ya que posee propiedades únicas de cada región; desgraciadamente el deterioro del medio ambiente, el cambio climático de manera desequilibrada y la escasez de alimento (néctar y polen) han afectado considerablemente la vida de las abejas y por lo tanto, la producción de miel, afectando de manera directa a los apicultores que se dedican a dicha actividad productiva. Debido a ello, se suministró alimentación de origen natural para las abejas, buscando no solamente la aceptación del alimento, sino también, el buen desarrollo poblacional de las colonias que hayan sido alimentadas con las nuevas alternativas, mediante la estimación de población, miel, polen y cría operculada, para ello, hemos usado las partes vegetativas de la chaya (*Cnidoscolus chayamansa* M.), moringa (*Moringa oleifera* L.) y la nuez del ramón (*Brosimum alicastrum* S.) y para ello, se realizó el ensayo con 10 núcleos, ofreciendo una mezcla natural de .5L de jarabe de azúcar, mezclado con diferentes dosis (10g, 25g y 50g) de los polvos de chaya, moringa y la nuez del ramón [núcleo 1 (10g chaya), núcleo 2 (25g chaya), núcleo 3 (50g chaya), núcleo 4 (10g moringa), núcleo 5 (25 g moringa), núcleo 6 (50g moringa), núcleo 7 (10g ramón), núcleo 8 (25g ramón), núcleo 9 (50g ramón); y el núcleo 10(testigo, .5L jarabe)]. Se concluye que la alternativa que mayor porcentaje de aceptación demostró, fue: la nuez de ramón (100%), misma, que demostró mejores ganancias de peso, mejores resultados para la fuerza poblacional, cría operculada, almacenamiento de néctar y polen, cuando se suministró a la dosis de 25g, la chaya, fue inferior en todas las variables estudiadas.

Palabras clave: *Brosimum alicastrum*, *Cnidoscolus chayamansa*, *Moringa oleifera*.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mochochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul. C. P. 97454. Mochochá, Yucatán, México.

²Instituto Tecnológico Superior del Sur del estado de Yucatán, carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto Tramo Oxkutzcab-Akíl, km. 41+400 Oxkutzcab, Yucatán. C.P. 97880.

³Instituto Tecnológico de China. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche, C.P. 24520.

⁴Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia Quintana Roo, México.

*Autor para correspondencia: tucuch.jorge@inifap.gob.mx.

Introducción

La apicultura es una de las actividades más nobles y antiguas de la humanidad, en la historia, los pueblos antiguos se dedicaban a su explotación, cosechando la miel, que es considerada como uno de los alimentos más nutritivos que se conoce por su contenido de vitaminas, sales minerales y azúcares de fácil digestión (Carón, 2010). La producción mundial de miel está en torno a 1, 200, 000 toneladas al año (Barrera, 2015). En México, la actividad apícola es de importancia Socioeconómica y Ecológica, posición que adquiere por su generación de empleos a más de 40, 000 apicultores a lo largo de la república mexicana (Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2015), ocupando el sexto lugar como productor y el tercer lugar como exportador a nivel mundial (Magaña *et al.*, 2011). En el estado de Yucatán, el sector apícola representa para las familias rurales, una oportunidad de trabajo que les permite incrementar sus ingresos y contribuir con un mejor desarrollo familiar y de la fauna silvestre, ya que las abejas son fundamentales para un equilibrio del medio ambiente, debido a que realiza la actividad de recolectora para obtener su alimento, visitando a millones de las flores y fomentando en las plantas la capacidad de fecundarse, a este proceso se le llama polinización (Echazarreta, 2011), es por eso, que las abejas al igual que los seres vivos, necesitan de alimento que contenga proteínas, carbohidratos, grasas, entre otros compuestos, que son necesarias para la realización de sus funciones diarias (Avilez *et al.*, 2007), para ello necesitan obtener de la naturaleza productos como el néctar, el agua y polen, ya que la nutrición de las abejas varía dependiendo de la etapa (edad) en la que se encuentren (Vargas *et al.*, 2010), por eso, cuando las abejas obreras detectan la disponibilidad de los recursos alimenticios (polen y néctar), estas se encargan de colectarlas en abundantes cantidades y las almacenan en los panales, este alimento servirá para alimentar a toda la colonia durante la época de escasez, pero no siempre es suficiente, y el crecimiento poblacional está plenamente ligada al flujo de néctar y polen que se encuentra en el campo (Velásquez, 2013), por tal motivo, durante la época de escasez de alimentos, las poblaciones de abejas disminuyen y si no se practica la alimentación manual, para compensar la falta de néctar y polen en el campo, las colonias enjambran. Por lo tanto, el presente trabajo, tiene como objetivo evaluar: la chaya (*Cnidoscolus chayamansa* M.), la moringa (*Moringa oleífera* L.) y la nuez de ramón (*Brosimum alicastrum* S.) como alternativas de alimentación natural, ya que contienen grandes cantidades de proteínas, todo con la finalidad de compensar la falta de alimento en época de escasez, por lo tanto, el objetivo general fue: Evaluar tres alternativas de alimentación para abejas (*Apis mellifera* L.) en el estado de Yucatán y los objetivos específicos fueron: Medir el porcentaje de aceptación de las tres alternativas de alimentación, Estimar la ganancia o pérdida de peso de los núcleos, Estimar la fuerza poblacional por núcleo,

Estimar la cantidad de cría operculada por núcleo, Estimar la cantidad de néctar almacenado por núcleo, Estimar la cantidad de polen almacenado por núcleo.

Materiales y métodos

El proyecto de investigación se realizó en un apiario de investigación instalado dentro del INIFAP (Km. 25 Carretera Mérida-Motúl, Mocochoá, Yucatán).

Homogenización de núcleos

Se estandarizaron los núcleos, para que todas las colmenas se encontraran en las mismas condiciones al inicio del experimento (se igualó el número de bastidores, el número de panales con néctar y polen, todas las reinas fueron de la misma edad).

Recolecta, limpieza, secado y triturado de hojas de chaya y moringa (polvo)

Las hojas de chaya y de moringa se tomaron en patios de Oxkutzcab, muna y Tekit, Yucatán. Una vez recolectada la parte vegetativa, se trasladó al Campo Experimental Mocochoá, donde se realizó una selección de las hojas y posteriormente, las hojas se depositaron sobre charolas de aluminio y se metió al horno de secado (BLUE M, modelo 0V-490A-2, graduado a una temperatura de 60°C). A la muestra se le dio revisiones periódicas de cada 4h hasta que la parte vegetativa quedo bien deshidratada, para proceder a triturar el material con un molino eléctrico (IKA Works, inc., modelo M20 S3), todo con la finalidad de que las hojas de chaya quedaran a manera de polvo. Los polvos se almacenaron en frascos, se le colocó una etiqueta para su identificación y se cerró completamente. Se conservó a temperatura ambiente hasta su uso.

Recolecta, traslado, limpieza y elaboración de la pasta de nuez de ramón: Se ubicó las plantas de ramón a plena fructificación, de las cuales se recolectaron los frutos. Ya con los frutos recolectados, se transportó al Campo Experimental Mocochoá, donde se realizó una selección de las nueces en buenas condiciones (libres de plagas y enfermedades). A las nueces en buenas condiciones, se les retiró la testa, posteriormente, se colocó 1kg de nuez sin testa en un recipiente con 3L de agua para su cocimiento (hasta que la nuez quedó suave), seguidamente se dejó enfriar para luego proceder a molerlo con un molino manual, hasta dejarlo en consistencia de pasta. Al finalizar con la elaboración de la pasta, inmediatamente se colocó en un recipiente y se mantuvo en refrigeración, hasta su uso.

Preparación del jarabe de azúcar 1:1 con Chaya: Para la preparación de los jarabes naturales, se pesó tres dosis (10g, 25g y 50g) del polvo de chaya, posteriormente cada dosis se disolvió con .5L de jarabe de azúcar 1:1.

Preparación del jarabe de azúcar 1:1 con Moringa: Para la preparación de los jarabes naturales, se pesó tres dosis (10g, 25g y 50g) del polvo de moringa, posteriormente cada dosis se disolvió con .5L de jarabe de azúcar 1:1.

Preparación del jarabe de azúcar 1:1 con pasta de Nuez de Ramón: Para la elaboración del jarabe natural con la nuez de ramón, se pesó tres dosis de la pasta (10g, 25g y 50g), posteriormente, cada dosis se disolvió con .5L de jarabe de azúcar 1:1, hasta que la mezcla haya quedado lo más homogénea posible.

Alimentación con las dietas formuladas: La alimentación de los núcleos con los jarabes naturales, se realizó una vez por semana, manteniendo los mismos intervalos de días para la alimentación (todos los lunes) durante el periodo de investigación. Para ofrecer el jarabe natural con su respectiva dosis de cada alternativa, se utilizó alimentadores internos (Doolittle) con capacidad de 1.5L; al testigo se le suministro .5L de jarabe de azúcar 1:1 (agua con azúcar).

Toma de datos de aceptación o rechazo del jarabe

Los datos se tomaron una semana después de haber suministrado el jarabe 1:1 con las dosis correspondientes de cada alternativa; se suministró .5L de la mezcla a cada núcleo y antes de ofrecer la siguiente alimentación se registró el sobrante de cada alternativa ofrecida, y esa misma dinámica se repitió durante todo el experimento.

Toma de datos de ganancia o pérdida de peso

Después de la homogenización y antes de la primera alimentación, se tomó el peso inicial de cada núcleo, posteriormente se tomó un segundo peso, al término del experimento y por diferencia se sacó la pérdida o ganancia de peso de cada núcleo.

Toma de datos para estimar, la población, cría operculada, néctar y polen

Estas actividades se realizaron cada tres semanas después de haber suministrado la primera alimentación, esto consiste en introducir el panal dentro de un marco cesta (compuesto por 50 cuadrículas de 5 x 5cm de largo y ancho) y tomar fotografías a cada panal por ambos lados (A y B).

Fuerza poblacional

Para estimar la poblacional, se midió cuantas abejas caben en un cm², una vez conociéndolo, se procedió a medir el total de la superficie de un panal, apoyándonos en los cuadrantes de 5cm x 5cm (25cm²) del marco cesta, facilitando el conteo total de abejas adultas en ambos lados del panal a través de las imágenes.

Cría operculada

Para estimar la cantidad total de la cría operculada, se tomó un panal y se contó el número de celdas totales que caben en un cuadrante de 5cm x 5cm (25cm²) y a través de las fotografías se contabilizó el número total de celdas operculadas por cada lado del panal.

Néctar almacenado

Para estimar la cantidad de néctar que se encuentra almacenado en los panales, se midió la cantidad de néctar que cabe en una celda, la cual realizamos mediante el método de succión (pipeta de 10mL y una perilla de 3 puntos), posteriormente y en las imágenes se contó el número total de celdas con presencia de néctar y conociendo la cantidad que le cabe a una celda, se estimó la cantidad de néctar almacenada que existe por panal y por núcleo.

Cantidad de polen

Para estimar la cantidad de polen que se encuentra almacenado en los panales, se procedió a conocer la cantidad de polen que le cabe a una celda, y en las imágenes se contó, el número total de celdas con polen y se multiplico por la cantidad que le cabe a una celda, de esta forma estimamos la cantidad de polen presente.

Resultados y discusión

Aceptación

De las tres alternativas que se suministró a los núcleos, la que tuvo mayor aceptación fue la nuez de ramón, con una aceptación del 100%, le prosigue la chaya con el 89% y por último la moringa con un 79% (Figura 1).

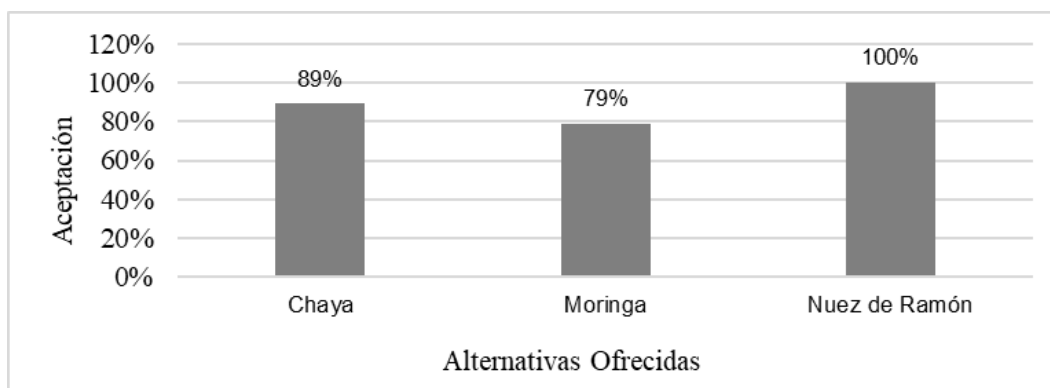


Figura 1. Porcentaje de aceptación de las tres alternativas.

Fuerza poblacional

La población inicial, va de 2144 a 2682 abejas adultas por núcleo. A todos los núcleos se les alimento semanalmente con la dosis y suplemento que le corresponde, esta actividad se realizó por tres ocasiones para posteriormente realizar el segundo (1206 a 3553 abejas) y tercer muestreo (1206 a 4059 abejas), siendo la colmena número 5 la que presentó mayor cantidad de abejas (alimentadas con 25g de la nuez de ramón) y la que menor cantidad de abejas presentó fue el núcleo 2 (alimentadas con 25g de chaya) Figura 2.

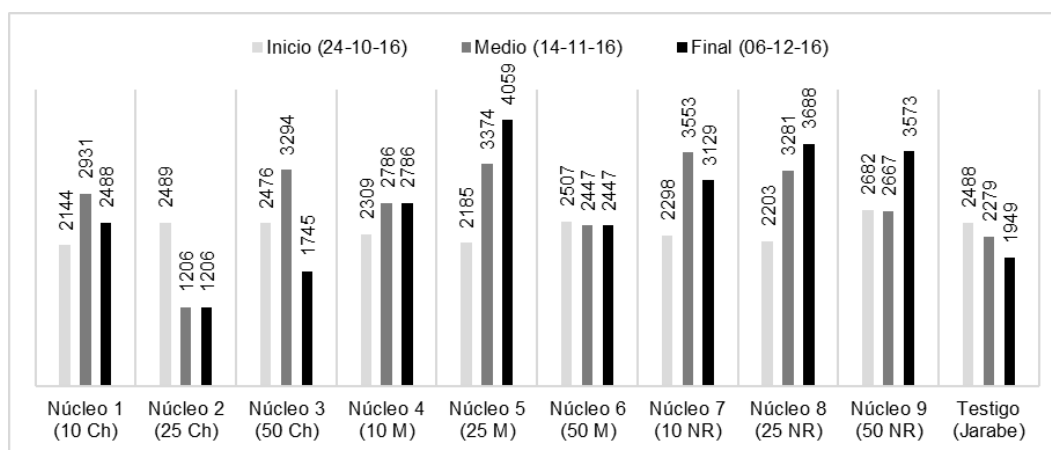


Figura 2. Número de abejas presentes en los núcleos.

Ganancia de peso

En la figura 3A, se observa que el peso inicial se encontraba entre 9 a 12kg, una vez transcurrido las 3 semanas de alimentarlas con cada alternativa, se realizó el segundo muestreo y la ganancia de peso tendió a la baja en todos los casos, sin importar la dosis suministrada, posterior al segundo pesaje, se le suministro la misma alimentación y la misma dosis por otras tres semanas y se realizó un tercer pesaje, donde los núcleos no alcanzaron a recuperar su peso inicial. El núcleo testigo al que se le suministraba 0.5L de jarabe de azúcar (1:1), mantuvo su peso inicial. En la Figura 3B, se pueden observar que el peso inicial se encontraba en el rango de 9 a 12kg, una vez transcurrido las 3 semanas de alimentarlas con la alimentación alternativa, se realizó el segundo muestreo y la ganancia de peso tendió a la baja sin importar la dosis suministrada, posterior al segundo pesaje, se le suministro la misma alimentación y la misma dosis por otras tres semanas y se realizó un tercer pesaje, del cual obtuvimos los siguientes datos: El núcleo 4 al que se le suministro la dosis de 10g de moringa mantuvo su peso de 10kg (Disminuyo 2kg comparado con su peso inicial), el núcleo 5 al que se le suministro 25g de moringa, peso 10kg (recupero su peso inicial), el núcleo 6 al que se le suministro 50g de moringa, peso 7kg (Disminuyo 2kg comparado con su peso inicial). El núcleo

testigo al que se le suministraba 0.5L de jarabe de azúcar en una proporción 1:1, mantuvo su peso inicial. En la figura 3C, se pueden observar que el peso inicial va de 9 a 11kg. al igual que los otros núcleos, se le suministro tres dosis de jarabe de azúcar 1:1 con pasta de nuez de ramón, una vez transcurridos las tres semanas, se registró el segundo pesaje y la respuesta a la alimentación fue: de que la mayoría de los núcleos tendieron a bajar su peso sin importar la dosis suministrada, posterior al segundo muestreo, se le dio la misma alimentación y la misma dosis por otras tres semanas y se realizó un tercer muestreo, donde: El núcleo 7, al que se le suministro la dosis de 10g de nuez de ramón, mantuvo su peso inicial, el núcleo 8 al que se le suministro 25g de nuez de ramón, ganó .5kg comparado con su peso inicial, el núcleo 9 al que se le suministro 50g de nuez de ramón, recupero su peso inicial. El núcleo testigo al que se le suministraba 0.5L de jarabe de azúcar en una proporción 1:1, mantuvo su peso inicial.

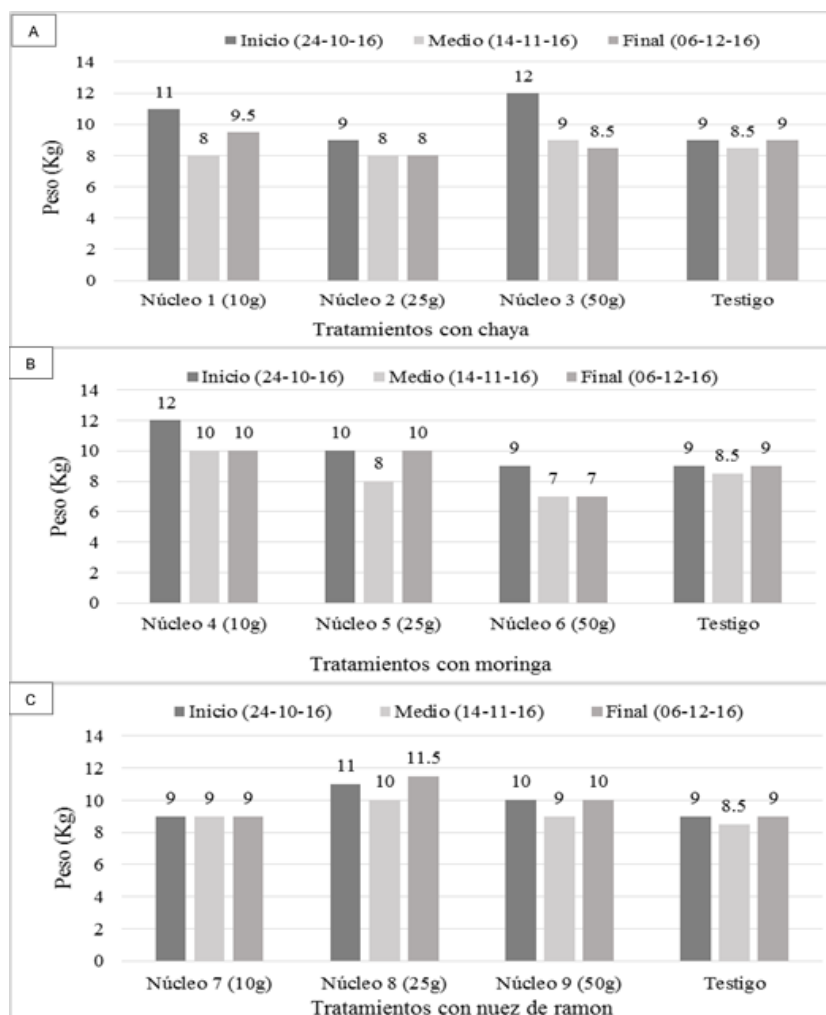


Figura 3. Respuesta de la ganancia de peso con cada alternativa natural.

Cría operculada

El número de cría inicial es de 1386 a 1681 celdas por núcleo. Luego de cada tres semanas de alimentación se realizó el segundo muestreo (664 a 2871 crías) y posteriormente el tercer muestreo (16 a 2871 crías operculadas), siendo la colmena 9 la que presentó mayor cantidad de crías (alimentadas con 50g de la nuez de ramón) y la que menor cantidad de crías presentó fue el núcleo 2 (alimentadas con 25g de chaya) figura 4.

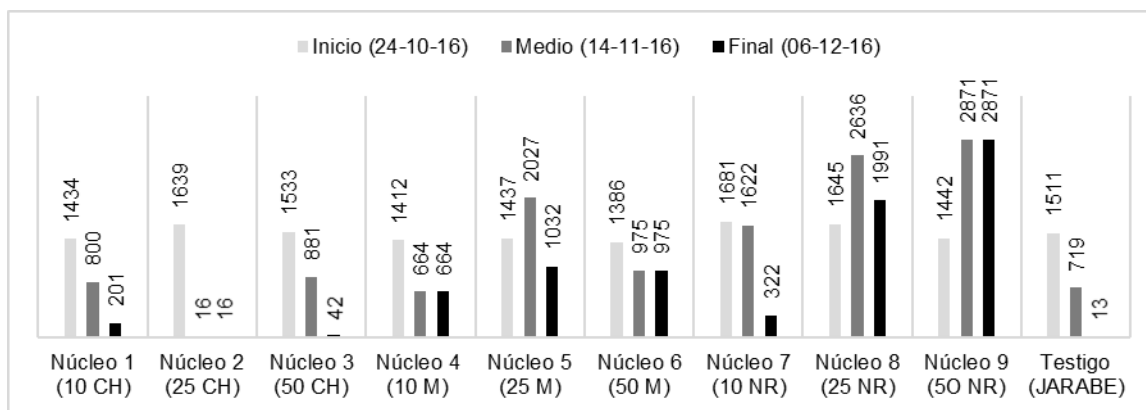


Figura 4. Número de crías operculada presentes en los núcleos.

Almacenamiento de néctar

La alternativa natural que presentó los mejores resultados fue la nuez de ramón (1,041.716g de néctar), seguidamente se encuentra la moringa (375.334g de néctar) y por último se encuentra la chaya (60.568g de néctar), sin embargo, las tres alternativas demostraron ser mejor que el testigo (20.1g de néctar).

Almacenamiento de polen

La mejor alternativa natural para el almacenaje de polen fue: la nuez de ramón (171.36g), seguidamente se encuentra la alternativa con chaya (143.52g) y por último se encuentra la alternativa con moringa (83.61g) sin embargo, las tres alternativas demostraron ser mejor que el testigo (40.36g de polen) figura 5.

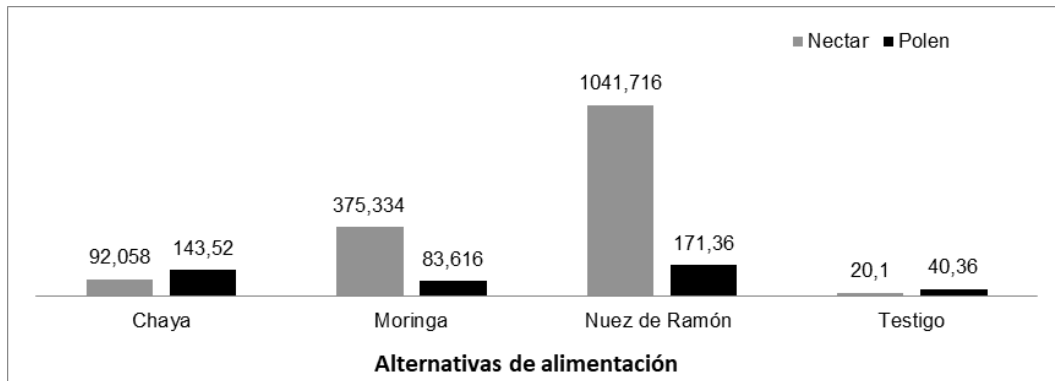


Figura 5. Estimación de néctar y polen por alternativas natural ofrecida.

Conclusiones

Se concluye que la alternativa que mayor porcentaje de aceptación demostró, fue: la nuez de ramón (100%), misma, que demostró mejores ganancias de peso cuando se suministró a la dosis de 25g, igualmente la nuez de ramón demostró mejores resultados para la fuerza poblacional, cría operculada, almacenamiento de néctar y polen. La chaya, fue inferior en todas las variables estudiadas.

Referencias

- Barrera-Pedraza. 2015. "Mercado internacional de miel". Oficina de estudios y políticas agrarias, Nueva Zelanda.
- Dewey MC. 2010. "Manual práctico de apicultura".
- Alaniz-Gutiérrez L. et al. 2015. "Frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de *Apis mellifera* en Ensenada y Mexicali, Baja California". Mexicali, Baja California, México. 3(9).
- Velásquez Corrales OS, Vargas Jiménez FR. 2013. "Alternativas de alimentación proteica en *Apis mellifera* y su efecto sobre la oviposición en núcleos del apiario de enseñanza, medicina veterinaria, UNAN-León". Nuevo León, México.

Consumo Voluntario en Ovinos de Pelo Alimentados con *Piscidia piscipula*, *Guazuma ulmifolia* y *Brosimum alicastrum*: Resultados Preliminares

H.B. Rodríguez-Villanueva¹, J.A. Puch-Rodríguez¹, R. Sanginés-García¹, E. Aguilar-Urquiza¹, A.J. Chay-Canul², F. Casanova-Lugo³, J.C. Ku-Vera⁴, J.C. Muñoz-González¹, A.T. Piñeiro-Vázquez^{1*}

Resumen. El objetivo de este estudio fue conocer el efecto de la inclusión de arbóreas tropicales en la dieta de ovinos de pelo alimentados con una dieta a base de *Pennisetum purpureum*. Para lo cual se utilizaron 4 ovinos con un peso promedio de 22 ± 0.22 kg distribuidos en un diseño en cuadro Latino (4×4). Cada periodo tuvo una duración de 22 días (15 días de adaptación y 7 de medición de las variables propuestas). Los tratamientos fueron T1: pasto fresco y picado de *Pennisetum purpureum*. T2: pasto más la inclusión del 30% de *Brosimum alicastrum*. T3: pasto más la inclusión de *Guazuma ulmifolia*. T4: pasto más la inclusión del 30% de *Piscidia piscipula*. Se observó un consumo de materia verde (MV) de 5.12, 4.48, 4.34 y 4.52 kg de MV/día, para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente. El pH ruminal a las 6 horas postprandiales fue de 6.92, 6.84, 6.91 y 7.04 para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente. La conclusión preliminar de esta prueba indica que la incorporación del 30% de *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula* no afecta el consumo de MV y pH ruminal en la dieta de ovinos de pelo alimentados con una dieta base en *Pennisetum purpureum*.

Palabras clave: trópico, metabolitos secundarios, recursos locales y población microbiana ruminal.

¹Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Conkal, Yucatán.

²División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

³Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

⁴Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carr. Mérida-Xmatkuil, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: angel.pineiro@itconkal.edu.mx

Introducción

La ganadería ocupa cerca del 30% de la superficie de selvas y bosques del mundo (FAO 2009) esta actividad esta relaciona con la deforestación y cambio de uso de suelo para la siembra de cultivos agrícolas y producción de forrajes para la ganadería. Anualmente en México se deforestan aproximadamente 260 mil hectáreas disminuyendo la diversidad de especies y los servicios ecosistémicos que estos brindan. Cada año se pierden 20 mil hectáreas de selvas y ya se ha deforestado entre el 30 al 40% de las selvas de la Península de Yucatán. Debido a esto es importante reconvertir la ganadería a sistemas sustentables utilizando los recursos disponibles (Fuentes-Galindo *et al.*, 2017). En este sentido, en las selvas bajas caducifolias de la Península de Yucatán existe una gran variedad de árboles los cuales son un recurso florístico que además de proporcionar equilibrio al ecosistema pueden brindar alimento de calidad con alto contenido de proteína cruda (10-24% de la MS) a los rumiantes en las diferentes épocas del año (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2017). Fuentes-Galindo *et al.* (2017) Encontraron que en las selvas medianas caducifolias existen alrededor de 54 especies de plantas forrajeras con potencial para la alimentación de rumiantes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el consumo voluntario y el pH ruminal en ovinos de pelo alimentados con una dieta base de forraje *Pennisetum purpureum* y 30% de inclusión *Guazuma ulmifolia*, *Piscidia piscipula* y *Brosimum alicastrum*.

Materiales y métodos

Localización

El presente trabajo se realizaron en la Posta Zootécnica del Instituto Tecnológico de Conkal localizada en el km 3.2 de la carretera Chablekal-Conkal, ubicado en el Centro-Noreste del estado de Yucatán, México. El clima de la región es de tipo AW0, considerado como cálido subhúmedo, con una precipitación pluvial media anual de 984.4 mm y una temperatura media anual de 26.8 °C.

Animales experimentales

Se utilizaron 4 ovinos adultos de 22 ± 0.21 kg de peso vivo, los cuales fueron seleccionaron teniendo en cuenta la homogeneidad en cuanto a edad, condición corporal y manejo. Los animales fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas, las mismas se encontrarán dentro de un edificio techado, con piso de cemento y desprovisto de paredes separados entre sí por malla ciclónica, provistos de comederos y bebederos. Antes de iniciar la fase experimental los animales fueron

desparasitados internamente con Ivermectina® (al 1%; 1ml por cada 50 kg de PV) y se les aplicará vitaminas ADE (1 ml por cada 10 kg de PV. por vía intramuscular).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de cuadro latino (4 x 4) cada periodo tuvo una duración de 22 días, 15 días para la adaptación al manejo y a la dieta y 7 para la medición de las variables propuestas. Para evitar el efecto residual del tratamiento anterior, los animales tuvieron un periodo de adaptación de 15 días, periodo en el cual los rumiantes recuperan la población normal de protozoarios después de haber sido defaunados (el periodo de recuperación varía entre 10-17 días).

Los tratamientos experimentales fue una dieta basada en pasto fresco y picado de *Pennisetum purpureum* más la inclusión 30% de materia seca (MS) (300 g/kg de MS) de arbóreas (Cuadro 1). Las arbóreas se incluirán como parte de la MS en la ración; adicionalmente los animales se suplementaron con sales minerales Fogysal ovino® (100 g/animal/día).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales

	Dieta base	Arbórea o pasto
T1 =	<i>P. purpureum</i>	100%
T2=	70% de <i>P. purpureum</i>	30% de <i>Brosimum alicastrum</i>
T3=	70% de <i>P. purpureum</i>	30% de <i>Guazuma ulmifolia</i>
T4=	70% de <i>P. purpureum</i>	30% de <i>Piscidia piscipula</i>

Consumo voluntario

Los animales fueron alimentados *ad libitum* permitiendo un rechazo mínimo de 15% de la MS del alimento ofrecido el día anterior, los rechazos de alimento fueron pesados a las 8:30 h del día siguiente. El consumo voluntario de MV y MS se midió por medio de la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado.

pH ruminal

Se midió con potenciómetro portátil (Hanna Instruments Inc. Romania) calibrado con solución buffer 4, 7 y 10. La medición se realizó 6 horas después de ofrecer el alimento (posprandial) el líquido ruminal se extrajo por medio de una sonda esofágica posteriormente filtrado con gazas dobles (Ramos-Morales *et al.*, 2014).

Análisis estadísticos

Los datos preliminares del consumo, producción de heces y pH ruminal fueron comparados con estadística descriptiva (Cochran y Cox 1991; SAS, 2004).

Resultados y discusión

El consumo voluntario puede ser afectado por la inclusión de arbóreas que contienen metabolitos secundarios en altas concentraciones Priolo *et al.* (2000) menciona que por arriba del 2.5% de taninos condensados (TC) por kg de materia seca (MS), de acuerdo con la literatura las arbóreas empleadas en este trabajo no contienen concentraciones de TC superior al 1%. Debido a esto hasta en estos momentos los resultados del consumo voluntario de materia verde son similares (5.12, 4.48, 4.34 y 4.52 kg de MV/día respectivamente) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo y pH ruminal de ovinos alimentados con arbóreas tropicales

Variables	Tratamientos (inclusión de arbóreas tropicales)				
	T1	T2	T3	T4	EE
PV	22.30	22.00	22.30	22.60	0.21
PV ^{0.75}	10.05	9.90	10.27	10.38	0.19
Consumo BF kg/día	5.12	4.48	4.34	4.52	0.30
Consumo kg kg ^{0.75}	0.51	0.45	0.42	0.44	0.03
Consumo kg/kg PV	0.23	0.20	0.19	0.20	0.01
P. Heces BF	608.00	641.00	736.00	779.00	69.21
pH ruminal	6.92	6.84	6.91	7.04	0.07

Diversos autores mencionan que la inclusión de follajes arbóreos no afecta el consumo voluntario en niveles adecuados (Alayón-Gamboa *et al.*, 1998; Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2017). Sin embargo, cuando se incluye *Leucenea leucecephala* a niveles superiores al 30% el consumo de PC aumenta lo que podría incrementar la excreción de nitrógeno en la orina (Soltan *et al.*, 2013).

El pH ruminal fue similar entre el tratamiento control y los tratamientos con la inclusión de arbóreas tropicales (6.92, 6.84, 6.91 y 7.04, respectivamente) lo cual indica que la fermentación es acética donde la proporción molar de los ácidos grasos volátiles es dominada por el ácido acético (Orskov y Allen, 1966; Ku-Vera *et al.*, 2000) tal como fue observado por Piñeiro-Vázquez *et al.* (2017) quienes al incluir el 30 % de arbóreas tropicales en la dieta no observaron cambios en el patrón de fermentación ruminal y población protozoaria en el rumen.

Conclusiones preliminares

La inclusión de las arbóreas tropicales tales como *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula* hasta este momento no afectan el consumo de materia verde y el pH ruminal.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto titulado “Efecto del consumo de arbóreas tropicales sobre la digestibilidad, patrón de fermentación ruminal, población protozoaria y producción de metano entérico en ovinos de pelo” con clave 6544.18-P.

Referencias

- Alayón JA, Ramírez-Avilés L, Ku-Vera JC. 1998. Intake, rumen digestion and microbial nitrogen supply in sheep fed *Cynodon nlemfuensis* supplemented with *Gliricidia sepium*. *Agroforestry Syst.* 41: 115–126.
- Bodas R et al. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology* 176: 78–93.
- Cochran WG, Cox GM. 1991. Diseños Experimentales. 2ª Ed.-México. Trillas. 661 p.
- FAO. 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. <https://www.fao.org.br/download/i0680s.pdf>. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2015.
- Gómez-Fuentes-Galindo T et al. 2017. Dominancia, composición química-nutritiva de especies forrajearas y fitomasa potencial en una selva secundaria. *Agricultura, sociedad y desarrollo* 14(4): 617–634.
- Hassanat F and Benchaar C. 2013. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 332–339.
- Jayanegara A, Leiber F, Kreuzer M. 2012. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition* 96: 365–375.
- Orskov ER, Allen DM. 1966. Utilization of salts of volatile fatty acids by growing sheep. 1. Acetate, propionate and butyrate as sources of energy for young growing lambs. *Br. J. Nutr.* 20: 295–305.
- Piñeiro-Vazquez AT et al. 2017. Energy utilization, nitrogen balance and microbial protein supply in cattle fed *Pennisetum purpureum* and condensed tannins. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101: 159–169.
- Piñeiro-Vázquez AT et al. 2017. Emisión de metano en ovinos alimentados con *Pennisetum purpureum* y árboles que contienen taninos condensados. *Rev. Mex. Cienc. Pecuarias* 8: 111-119.
- Piñeiro-Vázquez AT et al 2017. Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifers fed low-quality forage and *Leucaena leucocephala*. *Anim. Feed. Sci. Techno.* 228: 194-201.
- Poppi DP, McLennan SR. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* 73: 278–290.
- Priolo A et al. 2000. Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *Journal of Animal Science* 78: 810–816.

- Ramos-Morales E et al. 2014. Use of stomach tubing as an alternative to rumen cannulation to study ruminal fermentation and microbiota in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology* 198: 57–66.
- SAS. 2004. Statical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Schneider BH, Flatt WP. 1975. The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press. Athens. 423 p.
- Soltan YA et al. 2013. Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding *Leucaena leucocephala*. *Arch. Anim. Nutr.* 67: 169–184.

Actividad Ovárica Puberal de Corderas F1 Pelibuey × Katahdin Alimentadas con Forraje y Alimento Concentrado

R.A. Alcaraz Romero^{1*}, J.J. G. Cantón Castillo¹, J.A. Quintal Franco¹, A.E. Domínguez Rebolledo², J.P. Ramón Ugalde²

Resumen. Con el objetivo de evaluar la actividad ovárica puberal en corderas en dos dietas, se utilizaron 21 corderas F1 a través del cruzamiento entre razas Katahdin y Pelibuey, con edades de 60 ± 5 días, peso de 12.5 ± 2.3 kg al destete y distribuidas completamente al azar en dos tratamientos de alimentación *Ad libitum*: 1) dieta con 23% de forraje de alfalfa ($n=11$) y 2) dieta sin alfalfa ($n=10$), ambas dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas. Se realizaron pesajes catorcenales hasta fin de la prueba, todas las corderas se sacrificaron y se colectaron ovarios, se identificaron y se cuantificó la población de folículos ováricos con base al diámetro; Pequeños (≥ 1 - <3 mm), Medianos (≥ 3 - <4 mm), Grandes (>4 mm) y población total. Con las estructuras lúteas porcentaje de ovulación, tasa ovulatoria, mediante la prueba de X^2 y la grasa dorsal GD, ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso (GTP) y edad a la primera ovulación, con un ANOVA y comparación de medias por Tukey, a través del paquete estadístico SAS. No se encontró efecto de dieta en las características del desarrollo de las corderas ($P>0.05$). Todas las corderas, ya manifestaban actividad ovárica cíclica; pero no se encontraron diferencias por efecto de la dieta ($P>0.05$). El mayor porcentaje de ovulación durante el periodo de estudio, fueron las corderas alimentadas sin alfalfa con 75.00% vs las corderas consumiendo la con alfalfa (62.50%). Las corderas alimentadas sin alfalfa en la dieta tuvieron una tasa ovulatoria mayor (1.67 ± 0.16), que las corderas alimentadas a base de alfalfa (1.24 ± 0.22), este efecto positivo de la dieta basada en granos, puede atribuirse al contenido de soya en la dieta y la composición de ácidos grasos y se ha demostrado que la inclusión de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta, tiene un efecto positivo sobre la actividad ovárica.

Palabras clave: cuerpo lúteo, población folicular, pubertad, corderas, tasa de ovulación.

¹Campo Experimental Mocochoá-INIFAP. Km 25 antigua Carr. Mérida-Motul. Mérida Yuc., México.

²Instituto Tecnológico de Conkal. Antigua Carretera Mérida-Motul km 16.3, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: alcaraz.alberto@inifap.gob.mx

Introducción

A lo largo de los años se ha estudiado el efecto de esta asociación, mediante la alteración de las dietas de diversas maneras con el fin de observar los cambios resultantes en los parámetros reproductivos de los animales, así como el tiempo en que éstos alcanzan la pubertad. Existe una estrecha relación entre la disponibilidad de energía del alimento y la actividad ovárica de las corderas (Dervishi *et al.*, 2012). Sin embargo, existen pocas evidencias sobre el potencial productivo e inicio de la actividad ovárica en corderas cruzadas Katahdín con Pelibuey (KTxPB) alimentadas con dietas altas energía. Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dietas a base de granos de cereales y forraje de alfalfa, sobre el inicio de la actividad ovárica en corderas F1 hijas de padre Katahdín y madre Pelibuey, bajo condiciones del trópico mexicano.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental Mocochoá-INIFAP, ubicado en el municipio de Mocochoá, Yucatán, México (21 06' de latitud Norte y 89 27' de longitud Oeste) situado en la zona centro del estado de Yucatán, México.

Se utilizaron 21 corderas hijas de padre Katahdín y madre Pelibuey, con edades promedio de 60 ± 5 días y peso promedio de 12.5 ± 2.3 kg al destete, desparasitadas internamente y vacunadas contra *Pasteurella Hemolitica*. Las corderas, se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en dos tratamientos que consistieron en: 1) dieta con 23% de forraje de alfalfa ($n=11$) y 2) dieta testigo, sin alfalfa ($n=10$), ambas dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas (Cuadro 1).

Cada repetición consistió en un animal instalado en una corraleta, provista de área de sombra, bebedero y comedero. Las corderas se alimentaron a libertad y recibieron una mezcla de minerales a libre consumo, cada 14 días hasta el final del período de mediciones se pesaron previo ayuno de 16 h, por 90 días. Al finalizar la prueba todas las corderas se sacrificaron de acuerdo a la norma oficial mexicana (NOM-194-SSA1-2004).

Se determinó la grasa dorsal, entre la 12ª y 13ª costilla. Después de retirar de la canal los órganos de la cavidad torácica y el contenido de la cavidad abdominal, se colectaron ovarios, se identificaron y conservaron a 4 °C durante 24 horas. Posteriormente, se cuantificó la población de folículos con base a su diámetro; Pequeños (≥ 1 -<3 mm), Medianos (≥ 3 -<4 mm), Grandes (>4mm) y total, así mismo se registraron el número de estructuras lúteas encontradas. Las variables de respuesta consideradas fueron: Grasa dorsal GD, ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso (GTP), población folicular total, según su tamaño anteriormente especificado, edad a la primera

ovulación (días) mediante la visualización de alguna estructura lútea en la superficie del ovario y/o a través de la observación de un cuerpo albicans. En su caso, se determinó también el índice de tasa ovulatoria (número de estructuras lúteas encontradas en su primera ovulación).

Para determinar el porcentaje de corderas que ovularon y la proporción del tipo de estructuras lúteas (cuerpo hemorrágico, lúteo o albicans, la información se analizó mediante la prueba de X^2 , utilizándose como variables binomiales y jerárquicas respectivamente. Para las demás variables, se utilizó un diseño completamente al azar, considerando como fuente de variación el efecto del tipo de dieta, la comparación entre las medias se realizó utilizando la prueba de Tukey a través del paquete estadístico de SAS (SAS, 2003).

Cuadro 1. Composición de las dietas (% BS).

Ingredientes	Con Alfalfa	Sin Alfalfa
Heno de Alfalfa	23.000	---
Sorgo molido	46.620	48.240
Canola	10.115	11.000
Salvado de trigo	5.000	12.000
Cascarilla de soya	5.000	14.000
Melaza de caña	5.000	5.000
Pasta de soya	---	3.850
Carbonato de Calcio	1.925	2.800
Aditivos nutricionales	0.840	0.840
Sal común	0.800	0.800
Urea	0.800	0.800
Bicarbonato de sodio	0.400	0.400
Sulfato de amonio	0.150	0.150
Minerales traza	0.284	0.437
Vitaminas ADE	0.066	0.060
Composición química		
Materia Seca (%)	90.40	89.84
Proteína Cruda (%)	16.00	16.00
EM (Mcal/kg DM) ^a	2.700	2.700

^a Estimado con base al NRC (1985).

Resultados y discusión

En las características del desarrollo de las corderas no se encontraron diferencias entre dietas ($P > 0.05$) en él, peso inicial y final, así como para, la DGP, GTP, grosor de grasa dorsal (Cuadro 2). Lo anterior se puede deber a que las dietas tuvieron el mismo valor nutricional, toda vez que fueron isoenergéticas e isonitrogenadas, lo cual, no permitió

observar cambios en las variables antes mencionadas. En cuanto a los folículos ováricos, se encontró que todas las corderas de ambos tratamientos, ya manifestaban una actividad ovárica cíclica; pero no se encontraron diferencias por efecto de la dieta ($P>0.05$) tanto en la población folicular total como por tamaño de los folículos (Cuadro 3).

En el cuadro 4 se muestra el porcentaje de ovejas que ovularon en cada tratamiento y tasa en su primera ovulación en las corderas. Se pudo observar que un mayor número ($P<0.05$) de corderas que consumieron la dieta sin alfalfa tuvieron por lo menos una ovulación durante el período de estudio (75.00 vs 62.50% para las corderas consumiendo la dieta sin alfalfa y con alfalfa, respectivamente).

En tanto que para la tasa a la primera ovulación las corderas alimentadas sin alfalfa en la dieta tuvieron una tasa ovulatoria mayor (1.67 ± 0.16), que las corderas que fueron alimentada con dietas a base de alfalfa (1.24 ± 0.22). El efecto positivo de la dieta basada en granos sobre el número de corderas que ovularon durante la prueba, comparado con aquellas consumiendo dietas que incluyeron un 23% de forraje de alfalfa, puede atribuirse al contenido de soya de la dieta y la composición de ácidos grasos en la misma. Se ha demostrado que la inclusión de aceite vegetal rico en ácidos grasos poliinsaturados en la dieta de ovejas, tiene un efecto positivo sobre la actividad ovárica (Argüello y Rocha. 2011).

Cuadro 2. Efecto de dieta sobre las características de desarrollo de las corderas Katahdin × Pelibuey.

Dieta	Grasa Dorsal (mm)	Peso Kg		Ganancia Diaria	Ganancia total
		Inicial	Final		
Con Alfalfa	0.344±0	14.45±1.0	38.74±1.0	0.167±0.0	24.29±0.84
Sin Alfalfa	0.355±0	12.56±0.9	37.91±0.9	0.177±0.0	25.35±0.77

Cuadro 3. Efecto de dieta sobre la actividad ovárica de las corderas Katahdin x Pelibuey.

Dieta	Población Folicular Ovárica			
	Pequeños	Medianos	Grandes	Total
	(≥1 - <3 mm)	(≥3-<4 mm)	>4mm	N
Con Alfalfa	6.0±1.5	3.3±0.7	1.7±0.5	11.0±1.9
Sin Alfalfa	5.7±1.4	3.8±0.6	2.4±0.5	11.9±1.7

Cuadro 4. Efecto de dieta sobre las características a la primera ovulación de corderas prepúberes Katahdin x Pelibuey.

Dieta	Tasa Ovulatoria (n)	Corderas que Ovularon %*	Tipo de estructura lútea (%)*		
			Hemorrágico	Lúteo	Albicans
Con Alfalfa	1.24±0.22 ^a	62.50 ^a	25.0 ^a	50.0 ^a	25.0 ^a

Sin Alfalfa	1.67±0.16 ^b	75.00 ^b	25.0 ^a	37.5 ^b	37.5 ^b

*= χ^2 (P< 0.005); literales diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa (P<0.05)

Conclusión

La inclusión de hasta un 23% de forraje de alfalfa en la dieta de corderas Katahdin x Pelibuey en crecimiento, no afecta a la GDP, GTP y GD. El consumo de dietas de alimento con 100% de granos y dietas basadas en concentrados y forraje de alfalfa, no afectan la dinámica folicular ovárica en corderas prepúberes.

Las corderas que fueron alimentadas con dietas basada al 100% de concentrado de granos presentaron un mayor porcentaje de ovulaciones y alcanzan una tasa ovulatoria más alta que las corderas que fueron alimentadas con dietas basadas en concentrados y forraje de alfalfa.

Agradecimientos

Proyecto financiado bajo recursos fiscales del INIFAP

Referencias

- Argüello RG, Rocha YL. 2011. Efecto de la Suplementación con Fruto de Palma sobre las Hormonas Gonadotrópicas (LH y FSH) en Ovejas Pelibuey. *Revista CITECSA*. 2(2): 29–39.
- Dervishi E et al. 2012. The forage type (grazing versus hay pasture) fed to ewes and the lamb sex affect fatty acid profile and lipogenic gene expression in the longissimus muscle of suckling lambs. *J ANIM SCI* 90: 54–66.
- NOM 194-SSA1-2004. Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía.
- S.A.S. Institute Inc. 2003. SAS/STAT user's Guide. Version 6. Fourth Edition. Vol. 1. Carry, NC. SAS Institute Inc. 943 p.

Digestibilidad *in vitro* y Producción de Metano de Silos Mixtos de Maíz y Arbóreas Tropicales

A.A Sandoval-Pelcastre¹, J.A Alayón-Gamboa², M. Ramírez-Mella³, N.L Rodríguez-Ávila¹, B. Candelaria-Martínez¹

Resumen. La fermentación ruminal, produce gases de efecto invernadero (GEI). En diversos estudios se ha demostrado que las emisiones de CH₄ son contrarrestadas con la inclusión de follaje y frutos de arbóreas en la dieta de los rumiantes, debido a que poseen saponinas capaces de reducir la población protozoaria en el rumen y por ende las emisiones de metano. El objetivo del presente estudio fue determinar las características organolépticas, producción de metano y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de silos mixtos de maíz y arbóreas tropicales forrajeras. Se elaboraron microsilos de solo maíz y mezcla de 70% de planta de maíz más 30% de follaje de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Muntingia calabura*, *Brosimum Alicastrum*, *Samanea saman* y *Bursera simaruba*. Para la metodología de DIVMS se realizó la descrita en 1994 por Theodorou *et al.* La evaluación organoléptica se efectuó inmediatamente luego de abrir las bolsas de ensilaje a los 30 y 50 días de edad, según la metodología descrita en 2012 por Maza *et al.* Se observó que los silos mixtos de maíz y arbóreas tropicales con 50 días de fermentación producen menos CH₄, que los silos de 30 días, en tanto los silos de 30 días tienen mejor DIVMS y DIVMO. La inclusión de follaje de arbóreas mejora las características físicas del ensilaje. La calidad de todos los ensilajes fue excelente con todos los tratamientos. Se observó que el capulín es una especie arbórea multipropósito prometedora para incluirse en silos mixtos para ovinos.

Palabras clave: fermentación entérica, metanogénesis, propiedades organolépticas

¹Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 s/n entre 22 y 28. C.P. 24520, Chiná, Campeche, México.

²Colegio de la Frontera Sur, unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, 24500 Lerma, Campeche, México.

³Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5. C. P. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

*Autor de correspondencia: berna_1206@hotmail.com

Introducción

El sistema digestivo de los rumiantes otorga la capacidad de aprovechar y transformar materiales fibrosos con altos contenidos de carbohidratos estructurales en alimento de buena calidad para el consumo humano (Carmona *et al.*, 2005). Sin embargo, la fermentación ruminal también produce dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), dichos gases propician el calentamiento global y son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI). Además, la emisión de estos gases representa una pérdida de la energía consumida por el animal que va del 7 al 15% del total (Ku-Vera *et al.*, 2012). Recientemente ha crecido la preocupación por reducir la emisión de GEI debido a sus efectos negativos en el medio ambiente. El CO₂ se considera el gas más abundante en la atmosfera (64% aproximadamente) y el que más aporta al calentamiento global, mientras que el CH₄ representa el 18%; sin embargo, éste ha ido en aumento y tiene un efecto 21-30 veces más contaminante en comparación al CO₂ (McCaughey *et al.*, 1997). Se ha demostrado que las emisiones de CH₄ son contrarrestadas con la inclusión de follaje y frutos de arbóreas en la dieta de los rumiantes, entre las que destaca *Enterolobium cyclocarpum*, debido a que poseen saponinas que son capaces de reducir la población protozoaria en el rumen y por ende las emisiones de metano (Ku-Vera *et al.*, 2012). En este sentido Suárez *et al.* (2011) comentan que existen especies arbóreas que pierden sus hojas ya sea por sus características fisiológicas o cambios en el ambiente, lo que implica poner en práctica una estrategia que permita la conservación del material y su calidad, dentro de estas estrategias sobresale la elaboración de silos de fermentación, en donde existe una población de bacterias anaeróbicas que procesan el forraje conservando sus características nutritivas (Francisco *et al.*, 1998).

El uso del follaje de árboles forrajeros para la producción animal se ha incrementado en los últimos años principalmente por sus propiedades nutritivas como altos niveles de proteína cruda y minerales. En condiciones tropicales, el ensilaje de forrajes durante la época de lluvias proporciona una alternativa viable para reducir el desaprovechamiento de los excedentes y residuos de gramíneas los cuales fluctúan entre un 25 a un 80%, para luego ser utilizado en la temporada de sequía. No obstante, estos ensilajes por lo general se fabrican con gramíneas que presentan bajos contenidos de proteína, un alto nivel de fibra y poca presencia de carbohidratos, dando como resultado un déficit en la fermentación anaerobia y por ende una baja calidad de las características organolépticas (olor, textura y color). Las especies arbóreas y arbustivas, leguminosas y no leguminosas se pueden incorporar a los silos, con lo que se mejora el proceso de fermentación y la calidad del ensilaje (Medina *et al.*, 2003). Entre las especies no leguminosas con mayores reportes en la literatura y con uso forrajero son: *Cecropia* spp., *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Cedrela odorata*, *Tithonia diversifolia*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Muntingia*

calabura, *Samaea saman* (Negreros, 1993; Pezo e Ibrahim, 1997). Por lo tal motivo, el objetivo del presente estudio fue determinar las características organolépticas, producción de metano y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de silos mixtos de maíz y arbóreas tropicales forrajeras.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Chiná en el Laboratorio de agua, suelo y planta, y en el laboratorio de Ecología de Herbívoros del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) unidad Campeche.

Elaboración de microsilos

Se prepararon microsilos de planta completa de maíz sola como tratamiento control y mezcla de 70% de planta completa de maíz más 30% de follaje de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Muntingia calabura*, *Brosimum Alicastrum*, *Samanea saman* y *Bursera simaruba*.

Toma de muestras de los silos

A los 30 y 50 días de fermentación se tomaron submuestras de 350 gr de cinco microsilos seleccionados al azar por cada tratamiento de la parte central, se conformó una muestra completa de 1 kg. La muestra se secó en estufa de aire forzado a una temperatura de 60°C durante 72 h. Una vez secas las muestras se molieron en un molino tipo Willey con criba de 1 mm de cada muestra se seleccionaron seis submuestras de 0.5 gr.

Toma del líquido ruminal

El líquido ruminal se obtuvo de cuatro ovinos machos raza Katahdin con un peso promedio de 34±4 kg pertenecientes al rebaño del Laboratorio de Ciencia Animal del Tecnológico de Chiná. Se preparó el cultivo añadiendo saliva artificial al líquido ruminal para crear el medio de cultivo.

Preparación de los viales

Se utilizaron frascos de 120 ml estériles. A cada frasco se le agregó 0.5 gr de muestra de cada tratamiento, consecutivamente 90 ml del inóculo diluido (mezcla de soluciones y líquido ruminal) con flujo constante de CO₂. Se taparon y sellaron herméticamente con tapones de plástico y arillos de aluminio (Theodorou *et al.*, 1994). Luego, los viales se colocaron en baño maría a una temperatura constante de 39°C (Menke y Steingass, 1988) para registrar las medidas de producción de gas y materia seca a los horarios de 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 60 y 72 horas con un manómetro analógico (1

kg cm²), posteriormente las mediciones fueron transformadas a volumen de gas con una ecuación de regresión ($V=p/0.019$). Se preparó un frasco blanco que consistió únicamente en 90 ml del inóculo diluido, sus lecturas sirvieron para corregir los valores de fermentación.

Variables organolépticas

La evaluación organoléptica se efectuó inmediatamente luego de abrir las bolsas de ensilaje a los 30 y 50 días de edad, según la metodología descrita por Maza *et al.* (2012), la cual considera los parámetros olor, color y textura como determinantes de la calidad del producto.

Variables físicas

Se tomó una muestra de 100 gr de cada tratamiento, se macero con un pistilo en un mortero de porcelana agregando 100 ml de agua destilada y se midió pH con un potenciómetro de mesa.

Análisis estadístico

En la prueba de digestibilidad *in vitro*, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 7x2. El Factor 1 fue tipo de silo con siete niveles y el Factor 2 con dos niveles. Cada tratamiento constó de seis repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron mediante una ANOVA factorial, mediante el paquete estadístico Statistica V 0.7. La comparación de medias se realizó mediante Tukey ($P<0.05$).

Resultados y discusión

La digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) fue diferente ($P<0.05$) entre tratamientos y factores. El tratamiento con el mayor valor fue maíz + algarrobo a los 50 días de fermentación con 54.04%, mientras que el menor valor se observó en maíz + chaká a los 30 días con 25.90%. Cuando se analizaron los factores se observó una mayor DIVMS con la mayor edad de fermentación 43.51% ($P<0.05$) y por efecto de follaje fue mayor con en el ensilaje de maíz + ramón con 49.79% ($P<0.05$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Digestibilidad de la Materia seca (DIVMS) y Materia orgánica de silos mixtos (DIVMO).

Tratamientos	Variables					
	DIVMS (%)			DIVMO (%)		
	30 días	50 días	Silos	30 días	50 días	Silos
Maíz	43.37 ^{abcde}	46.15 ^{abcd}	44.76 ^{ab}	46.81 ^{cd}	53.49 ^{bc}	50.15 ^b
Maíz + cocoite	42.60 ^{bcde}	34.98 ^{defg}	38.79 ^{bc}	41.20 ^{def}	46.89 ^{cd}	44.05 ^c
Maíz + ramón	52.50 ^{ab}	47.09 ^{abc}	49.79 ^a	58.88 ^b	62.91 ^b	60.89 ^a
Maíz + chaká	25.90 ^g	44.16 ^{abcde}	35.03 ^c	32.82 ^f	62.49 ^b	47.66 ^{bc}
Maíz + capulín	30.30 ^{fg}	39.06 ^{cdef}	34.68 ^c	36.99 ^{ef}	62.39 ^b	49.69 ^{bc}
Maíz + leucaena	34.90 ^{efg}	39.08 ^{cdef}	36.99 ^c	43.10 ^{de}	74.71 ^a	58.90 ^a
Maíz + algarrobo	36.85 ^{cdefg}	54.04 ^a	45.44 ^{ab}	35.64 ^{ef}	79.84 ^a	57.74 ^a
Promedio	38.06 ^b	43.51 ^a		42.21 ^b	63.24 ^a	

^{abcdefg} Valores con literal distinta en la misma columna y fila son diferentes ($p < 0.05$).

^{abc} Valores con literal distinta en la misma columna ($p < 0.05$).

^{ab} Valores con literal distinta en la fila son diferentes ($p < 0.05$).

La DIVMO fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos y factores. Los tratamientos con los mayores valores fueron maíz + Leucaena y maíz + algarrobo a los 50 días de fermentación con 74.71 y 79.84% respectivamente, mientras que el menor valor se observó en maíz + chaká a los 30 días con 32.82%. Cuando se analizaron los factores se observó una mayor DIVMO con la mayor edad de fermentación 63.24% ($P < 0.05$) y por efecto de follaje fue mayor con en el ensilaje de maíz + ramón, maíz + Leucaena y maíz + algarrobo con 60.89, 58.90 y 57.74% ($P < 0.05$) respectivamente (Cuadro 1).

La producción de CO_2 mostró efecto de tratamiento ($P < 0.05$) y fue mayor en el silo de maíz + cocoite con 50 días de fermentación con 233.33 mm grMS⁻¹, y el valor más bajo se observó con maíz + algarrobo a los 50 días de fermentación con 70.85 mm grMS⁻¹. El factor edad de fermentación no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) y mostró valores de 133.9 y 127.2 mm grMS⁻¹ para 30 y 50 días respectivamente. Por el factor tipo de silo la mayor producción de CO_2 se observó con maíz + cocoite con 178.54 mm grMS⁻¹ y la menor producción con maíz + algarrobo con 96.33 mm grMS⁻¹ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción total de CO₂ y CH₄ de silos mixtos de maíz y arbóreas tropicales.

Tratamientos	Variables					
	CO ₂			CH ₄		
	30 días	50 días	Silos	30 días	50 días	Silos
Maíz	105.06 ^{cdef}	196.81 ^{ab}	150.94 ^{ab}	20.06 ^f	29.42 ^{bc}	24.74 ^{bc}
Maíz + cocoite	123.75 ^{cde}	233.33 ^a	178.54 ^a	29.28 ^{bc}	48.51 ^a	38.89 ^a
Maíz + ramón	98.36 ^{def}	103.82 ^{cdef}	101.09 ^{de}	14.42 ^g	23.82 ^{def}	19.12 ^d
Maíz + chaká	188.67 ^{ab}	92.41 ^{ef}	140.54 ^{bc}	21.46 ^{ef}	21.49 ^{ef}	21.48 ^c
Maíz + capulín	148.92 ^{bcd}	86.05 ^{ef}	117.49 ^{cde}	27.28 ^{bcd}	26.39 ^{cde}	26.83 ^b
Maíz + leucaena	150.75 ^{bc}	107.13 ^{cdef}	128.94 ^{bcd}	32.35 ^b	21.86 ^{ef}	27.11 ^b
Maíz + algarrobo	121.80 ^{cdef}	70.85 ^f	96.33 ^e	24.35 ^{cdef}	14.34 ^g	19.35 ^d
Promedio	133.90 ^a	127.20 ^a		24.17 ^b	26.55 ^a	

^{abcdefg}Valores con literal distinta en la misma columna y fila son diferentes ($p < 0.05$).

^{abc}Valores con literal distinta en la misma columna ($p < 0.05$).

^{ab}Valores con literal distinta en la fila son diferentes ($p < 0.05$).

Respecto a la producción de metano se mostró efecto de tratamiento ($P < 0.05$) y fue mayor en el silo de maíz + cocoite con 50 días de fermentación con 48.51 mm grMS-1, y el valor más bajo se observó con maíz + algarrobo a los 50 días de fermentación con 14.34 mm grMS-1. El factor edad de fermentación presentó diferencia estadística ($P < 0.05$) y fue mayor con la fermentación de 50 días con 26.55 mm grMS-1 (Cuadro 2).

Características organolépticas de ensilaje

Se infiere que todos los silos tuvieron un adecuado proceso de fermentación. Lo que permitió que las variables organolépticas tuvieran las máximas calificaciones de calidad. En este sentido el color y textura fueron excelentes para todos los tratamientos, mientras que olor fue bueno para los tratamientos maíz-chaká y maíz-huaxín, para el resto de los tratamientos se calificó como excelente (cuadro 3). La calidad organoléptica de los ensilados del presente estudio es similar a los reportados por Maza *et al.* (2011), quienes califican como de calidad excelente los ensilajes de maralfalfa adicionada con yuca fresca.

Cuadro 3. Características organolépticas de los silos.

Silo	Edad (días)	Olor	Color	Textura	pH
Maíz	30	Regular	Bueno	Bueno	3.8
Maíz-ramón	30	Bueno	Excelente	Excelente	4.1
Maíz-algarrobo	30	Bueno	Excelente	Excelente	4.2
Maíz-chaká	30	Bueno	Excelente	Excelente	4.5
Maíz-cocoite	30	Regular	Bueno	Bueno	4.2
Maíz-huaxín	30	Bueno	Bueno	Bueno	4.2
Maíz-capulín	30	Bueno	Excelente	Excelente	6.3
Maíz	50	Excelente	Excelente	Excelente	4.1
Maíz-ramón	50	Excelente	Excelente	Excelente	4-3
Maíz-algarrobo	50	Excelente	Excelente	Excelente	4.3
Maíz-chaká	50	Bueno	Excelente	Excelente	5.3
Maíz-cocoite	50	Excelente	Excelente	Excelente	5.3
Maíz-huaxín	50	Bueno	Excelente	Excelente	3.8
Maíz-capulín	50	Excelente	Excelente	Excelente	4.1

El pH de todos los ensilajes se encontró en los rangos reportados como validos en la literatura. Los valores promedio de pH se registró efecto del tratamiento ($P < 0.05$). El valor más alto se observó en la combinación maíz-chaká y maíz-cocoite, con 5.3 para ambos casos (cuadro 3). Los valores de pH encontrados en el presente estudio son inferiores a los reportados por Pineda-Cordero *et al.* (2016) en ensilaje de pasto estrella adicionados con melaza o cascara de cítrico, en los que encontraron valores mínimos y máximos de 4.7 y 5.52. Pero superiores a los valores reportados por Cárdenas (2003) en silos mixtos de pasto de corte *Pennisetum purpureum* y cuatro especies arbóreas: *Guazuma ulmifolia*, *Lisyloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Albizia lebbbeck*, con valor promedio de 3.7 para los ensilajes con follaje de arbóreas y de 3.8 para ensilaje de solo la gramínea. También difieren y son superiores a los valores de 3.53 reportados *por Ruiz *et al.* (2009) para ensilaje de solo del híbrido de maíz Pioneer 31G98.

Conclusiones

Los silos mixtos de maíz y arbóreas tropicales con 50 días de fermentación producen menos CH_4 , que los silos de 30 días, en tanto los silos de 30 días tienen mejor DIVMS y DIVMO; esta investigación apunta que el ensilaje mixto de gramíneas y algunas arbóreas son una buena alternativa para el aprovechamiento de forraje y para la reducción de emisiones de GEI provocados por la ganadería.

La inclusión de follaje de arbóreas mejora las características físicas del ensilaje, principalmente la proporción de materia seca.

El capulín es una especie arbórea multipropósito prometedora para incluirse en silos mixtos para ovinos, mientras que el uso de chaká debe explorarse en forma fresca como

complemento, dado que los silos mixtos con maíz no fueron aceptados por los ovinos del presente estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado para la realización del presente estudio mediante el proyecto 6578.18-P.

Referencias

- Carmona JC, Bolívar DM, Giraldo LA. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev. Colomb. Ciencias Pecu* 18: 49–63.
- Francisco G, Simón L, Soca M. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Rev. Pastos y Forrajes* 21(4): 1–6.
- Ku JC et al. 2012. Emisiones de metano por rumiantes implicaciones para el calentamiento global. *Revista Ciencia y Desarrollo*. <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/259/articulos/emisiones-de-metano.html>
- Maza AL, Vergara GO, Paternina DE. 2011. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca (*Manihot esculenta*). *Revista MVZ Córdoba* 16(2): 2528–2537.
- McCaughey WP, Wittenberg K, Corrigan D. 1997. Methane production by steers on pasture. *Can J Anim Sci* 77: 519–524.
- Medina JVC, Castro CAS, Sánchez FJS. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 41(3).
- Menke, K. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev* 28:7–55.
- Negreros P. 1993. Los árboles de uso múltiple para agroforestería en el estado de Quintana Roo. Reporte técnico interno del programa ICRAF en México. 58 p.
- Pezo D, Ibrahim M. 1997. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *Boletín informativo FIRA México*.
- Ruiz BO et al. 2009. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición de ensilaje de maíz, *Archivos de Zootecnia* 58(222): 163–172.
- Suárez R et al. 2011. Evaluación de ensilajes mixtos de *Saccharum officinarum* y *Gliricidia sepium* con la utilización de aditivos. *Rev. Pastos y Forrajes* 34(1): 69–86.
- Theodorou MK et al. 1994. Simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol* 48: 185–197.

Condición Corporal y Producción de Leche de Vacas Doble Propósito en Condiciones Trópico Húmedo en Chiapas

J.C. Muñoz-González¹, M. Huerta-Bravo², R. Rangel-Santos², A.T. Piñeiro-Vázquez¹, J.L. de la Rosa-Arana³, A. Lara-Bueno^{2*}

Resumen. La medición de la condición corporal (CC) de las vacas, antes y después del parto es importante para tomar decisiones nutricionales y de manejo en el post-parto temprano y evitar efectos severos del balance energético negativo (BEN) en el resto de la lactancia. El objetivo del trabajo fue determinar la condición corporal (CC) y la producción de leche (PL) en vacas de doble propósito en el trópico húmedo de Chiapas, México a través del año. Se tomaron registros durante 12 meses de la CC del ganado en escala de 1-9 y se pesó la leche para estimar la PL. El análisis estadístico de los datos consideró el efecto de la interacción mes*rancho. La CC y PL de vacas en el trópico húmedo, es afectada ($p \leq 0.001$) por la interacción mes del año*rancho, siendo los meses de la época seca la más crítica cuando los ranchos presentan la menor CC y PL.

Palabras clave: épocas del año, nutrición animal, vacas en pastoreo, comportamiento productivo.

Introducción

La medición de la condición corporal (CC) de las vacas, antes y después del parto es importante para tomar decisiones nutricionales y de manejo en el *post*-parto temprano y evitar efectos severos del balance energético negativo (BEN) en el resto de la lactancia (Roche, 2006; Chagas *et al.*, 2007). De acuerdo a Walsh *et al.* (2011), existen varios eventos que impactan la fertilidad de las vacas, siendo el BEN el primero en considerarse ya que es el factor que contribuye mayormente a la infertilidad.

¹Instituto Tecnológico de Conkal División de Estudios de Posgrado e investigación. Avenida Tecnológico s/N Conkal, Yucatán C. P. 97345.

²Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Posgrado en Producción Animal. Carretera México-Texcoco, Km 38.5, Chapingo, Estado de México, CP 56230. México. Tel: 595 952 1621.

³Secretaría de Salud de México. Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. Francisco de Paula Miranda 117, México D.F., CP 01480. México. Tel: 555 062 1600.

*Autor para correspondencia: agronojuan@hotmail.com

La medida subjetiva visual y táctil de la CC, y de sus cambios temporales se utilizan para evaluar el estado nutricional y de salud de las vacas durante su ciclo productivo (Berry *et al.*, 2007).

Entre otros factores, se ha reportado que el nivel de alimentación (Roche *et al.*, 2006; Roche *et al.*, 2007), y tipo de dieta (McCarthy *et al.*, 2007; Roche *et al.*, 2006; Roche *et al.*, 2007) afectan la CC de las vacas. En el trópico húmedo del sureste de México se presentan tres épocas del año bien definidas que son las épocas de lluvias (junio-septiembre), nortes (octubre-enero) y secas (febrero-mayo), y las diferentes condiciones climatológicas de cada época afectan la cantidad y calidad del forraje disponible para el ganado (Muñoz *et al.*, 2016). Esto también puede afectar el estado nutricional y el comportamiento productivo de los bovinos doble propósito.

En el ganado, existe una relación entre la reproducción y el estado nutricional, y en las regiones tropicales, la desnutrición es el principal factor que dificulta el sistema producción bovina (Galina y Arthur, 1989). La desnutrición o la ingesta inadecuada de nutrientes en relación con las demandas metabólicas, es un gran contribuyente a anestro posparto prolongados, especialmente en las vacas que dependen de forrajes para satisfacer la mayoría o la totalidad de sus necesidades de alimentación (Jolly *et al.*, 1995). En las vacas lecheras, existe una relación inversa entre el balance de energía y el tiempo de la reanudación de la actividad ovárica posparto (De Vries *et al.*, 1999). Además, una disminución en CC durante la lactancia temprana afecta el rendimiento reproductivo y producción de leche (Dechow *et al.*, 2002).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del mes del año en la condición corporal y la producción de leche de bovinos doble propósito en el trópico húmedo mexicano a través del año.

Materiales y métodos

Localización y características del área de estudio

El trabajo se realizó de octubre del año 2012 a septiembre del 2013 en cinco unidades de producción de bovinos de doble propósito (BDP) situados en el ejido Punta Arena, Municipio de Catazajá, Chiapas, México. Esta comunidad está ubicada entre las coordenadas 17°46'50"N con 92°06'50"O y 17°43'13"N con 92°01'03", con clima tropical lluvioso con lluvias todo el año (Af), con precipitación promedio anual de 2600 mm (Tamayo, 1985) y temperatura media anual de 26 °C (INEGI, 2009), con alturas que van de 9 a 10 msnm. La región se caracteriza por tener tres épocas en el año bien definidas: la época de "nortes" (octubre-enero) con bajas temperaturas y cielo nublado, la época de lluvias de moderadas a intensas (junio a septiembre), y la época seca (febrero a mayo) con falta de humedad, mayor irradiación solar y temperaturas elevadas (Escobedo, 1989). La superficie de las UP fue de 34±12.4 ha cubiertas con

pasturas tropicales (96%), corrales de manejo y cuerpos de agua. Los forrajes predominantes en las praderas fueron pasto remolino (*Paspalum notatum*), pasto humidícola (*Brachiaria humidicola*), pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) y pasto mulato (*Brachiaria hibrida*).

Animales

Las vacas usadas fueron cruza de razas Holstein x Gyr ($n= 19$) y vacas con cruza de proporciones desconocidas de *Bos indicus* (Gyr, Brahman o Nelore) con *Bos taurus* (Pardo Suizo, Holstein o Simmental) ($n= 157$). En este trabajo se hará referencia como genotipo Holstein x Gyr y genotipo *Bos indicus*-*Bos taurus*.

Manejo alimenticio de los animales

La alimentación consistió en el consumo únicamente de gramíneas en pastoreo en la mayoría de los ranchos, excepto en el rancho 2 donde se proporcionaba un alimento concentrado de manera regular. En el rancho 1 se realizaba pastoreo continuo en las praderas mientras el resto de los ranchos evaluados se realizaba pastoreo rotacional.

Datos de condición corporal (CC) y producción de leche (PL)

Se tomaron datos de CC y PL de todas las vacas en lactancia. Para CC el estado fisiológico que se consideró fue el de vacas en lactación ya que por la falta de registros productivos no se pudieron determinar las vacas gestantes o vacías en los hatos. Los datos de CC se tomaron en escala de 1 al 9 (Nicholson y Butterworth, 1986), donde el punto 1 significa un animal muy flaco, emaciado y próximo a la muerte, en el punto 5 las costillas son generalmente visibles, hay poca cobertura de grasa, espinas dorsales apenas visible, mientras el punto 9 significa una vaca muy gorda con depósitos de grasa claramente visibles. Los datos de PL se obtuvieron pesando el total de leche producida de cada vaca en una báscula digital para determinar la producción en kg d^{-1} .

Análisis estadísticos

El modelo estadístico para los datos de CC y PL consideró los efectos de rancho (R_h) [1, 2, 3, 4 y 5] y mes del año (M_i) [octubre, noviembre... septiembre]. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete SAS (SAS, 2004). La prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997) se utilizó para la comparación de medias.

Resultados y discusión

Efecto de la interacción Mes del año*Rancho* en CC y PL

Hubo diferencias ($p \leq 0.0001$) la interacción Mes del año*Rancho* en CC y PL en el sistema doble propósito estudiado. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los datos de CC y PL durante el año. El rancho 1 presentó menor CC y PL que el resto de los ranchos en los meses de febrero y mayo. Probablemente a que los animales tuvieron menos disponibilidad de forraje en este rancho. La CC y PL llegan al punto más bajo en el mes de mayo, y alcanzan su pico máximo en el mes de agosto. Arteaga (2014) reporta la misma tendencia en la CC en bovinos de carne en el oriente de Puebla donde estas variables presentan su punto más bajo en el mes de marzo y abril, atribuido a que la vaca en lactación no cubre su consumo de materia seca, por consiguiente, la vaca se basa en una combinación de la movilización de las reservas corporales y alimentos disponibles para satisfacer la producción de leche (Bewley y Schutz, 2008). Asimismo, la menor CC y PL en el periodo febrero-mayo son atribuidas a la menor disponibilidad de forraje por una baja TC en los meses de la época seca que corresponden a la baja disponibilidad de agua para las plantas lo que limita su crecimiento. De acuerdo a Azcón-Bieto y Talón (2008), McKenzie *et al.* (1999) y Huerta (1997), la frecuencia y distribución de las lluvias, la cantidad de la radiación incidente sobre las praderas, la temperatura ambiental y nutrición de minerales son factores que afectan directamente la tasa de fotosíntesis.

Por otro lado, la eficiencia reproductiva es de alta prioridad en todos los sistemas, pero mayormente en los sistemas de partos estacionales, ya que la oportunidad de una vaca para parir y quedar gestante es de tiempo limitado para asegurar una cría por vaca por año, en sincronía con el crecimiento del forraje (Dillon *et al.*, 2006). En consecuencia, uno de los mayores desafíos de los nutricionistas, especialistas en reproducción y genetistas, es encontrar un entendimiento de la biología subyacente de la vaca lechera que contribuye a la baja fertilidad y desarrollar estrategias para mejorarla.

Cuadro 1. Condición corporal (escala 1 - 9) de vacas doble propósito en cinco ranchos en el noreste de Chiapas, México.

Mes	Ranchos					EEM	Valor de P
	1	2	3	4	5		
Octubre	4.50 ^a	4.36 ^a	4.59 ^a	4.75 ^a	4.96 ^a	0.160	0.139
Noviembre	4.25 ^a	4.65 ^a	4.61 ^a	4.63 ^a	4.48 ^a	0.166	0.247
Diciembre	3.83 ^a	4.14 ^a	4.00 ^a	3.75 ^a	3.88 ^a	0.197	0.501
Enero	3.40 ^a	3.71 ^a	3.70 ^a	3.75 ^a	3.70 ^a	0.155	0.447
Febrero	2.94 ^b	3.93 ^a	3.45 ^{ab}	3.61 ^{ab}	3.74 ^a	0.192	0.007
Marzo	3.00 ^{ab}	3.56 ^a	3.30 ^{ab}	2.81 ^b	3.38 ^{ab}	0.185	0.046
Abril	2.67 ^b	3.17 ^{ab}	3.03 ^{ab}	2.69 ^b	3.56 ^a	0.198	0.006
Mayo	2.47 ^b	2.86 ^{ab}	3.16 ^{ab}	2.84 ^{ab}	3.40 ^a	0.199	0.005
Junio	3.50 ^{ab}	3.50 ^{ab}	3.81 ^a	2.93 ^b	4.00 ^a	0.201	0.001
Julio	4.10 ^a	4.45 ^a	4.56 ^a	4.23 ^a	4.32 ^a	0.171	0.331
Agosto	4.94 ^a	4.94 ^a	4.90 ^a	5.36 ^a	4.92 ^a	0.132	0.036
Septiembre	4.50 ^a	4.36 ^a	4.59 ^a	4.75 ^a	4.96 ^a	0.122	0.035

^{abc}Medias en la misma fila sin una literal en común son diferentes ($p \leq 0.05$).

EEM= Error estándar de la media.

Cuadro 2. Producción de leche (kg) de vacas doble propósito en cinco ranchos en el noreste de Chiapas, México.

MES	Ranchos					EEM	Valor de P
	1	2	3	4	5		
Octubre	5.65 ^a	5.41 ^a	3.86 ^a	5.81 ^a	4.54 ^a	0.160	0.139
Noviembre	5.65 ^a	5.41 ^a	3.86 ^a	5.81 ^a	4.54 ^a	0.166	0.247
Diciembre	2.97 ^c	9.14 ^a	3.20 ^{bc}	4.91 ^b	4.2 ^{bc}	0.197	0.501
Enero	2.24 ^c	8.19 ^a	2.94 ^{bc}	4.37 ^b	3.96 ^b	0.155	0.447
Febrero	2.20 ^c	8.68 ^a	2.74 ^{bc}	4.20 ^b	3.77 ^{bc}	0.192	0.007
Marzo	1.65 ^d	6.81 ^a	2.31 ^{cd}	4.14 ^b	3.31 ^{bc}	0.185	0.046
Abril	1.93 ^d	6.70 ^a	2.40 ^{cd}	3.80 ^b	3.50 ^{bc}	0.198	0.006
Mayo	3.34 ^b	3.01 ^b	3.24 ^b	6.60 ^a	2.29 ^b	0.199	0.005
Junio	3.18 ^b	8.66 ^a	2.41 ^b	3.25 ^b	4.05 ^b	0.201	0.001
Julio	3.20 ^c	9.40 ^a	4.12 ^{bc}	4.65 ^{bc}	5.45 ^b	0.171	0.331
Agosto	4.06 ^b	11.05 ^a	4.79 ^b	5.97 ^b	5.77 ^b	0.132	0.036
Septiembre	5.65 ^a	5.41 ^a	3.86 ^a	5.81 ^a	4.54 ^a	0.122	0.035

^{abc}Medias en la misma fila sin una literal en común son diferentes ($p \leq 0.05$).

EEM= Error estándar de la media.

La fertilidad es una característica multifactorial y su disminución ha sido causada por una serie de factores genéticos, ambientales y de manejo, sus interacciones complejas hacen difícil determinar la causa exacta de esta disminución. A pesar de esto, los investigadores han identificado las causas clave durante la vida productiva de la vaca lechera que impactan negativamente en la eficiencia reproductiva (Walsh *et al.*, 2011). Después del parto, las vacas lecheras experimentan un aumento sustancial de las

necesidades de energía para facilitar los dramáticos aumentos en la producción diaria de leche, que alcanza su máximo entre 4 y 8 semanas después del parto. Este requisito es satisfecho parcialmente por el aumento del consumo de alimento (debido a las limitaciones en el consumo y el apetito) y el resto es satisfecho por la movilización de reservas corporales resultando en que los animales entren en BEN (Grummer, 2007). Las consecuencias del BEN severo son los mayores riesgos de enfermedades metabólicas, que se producen en gran parte dentro del primer mes de lactancia, la reducción de la función inmune y una reducción en la fertilidad posterior (Roche *et al.*, 2009).

Conclusiones

La condición corporal y la producción de leche es afectada por la interacción mes del año*rancho de las vacas doble propósito en el noreste de Chiapas. La condición corporal y la producción de leche en el sistema de producción de doble propósito en el noreste de Chiapas presentan un efecto de estacionalidad bien definido siendo menores en los meses febrero, marzo, abril y mayo cuando la disponibilidad de forraje es menor.

Referencias

- Dillon P et al. 2006. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livestock Science* 99: 141–158.
- Grummer RR. 2007. Strategies to improve fertility of high yielding dairy farms: management of the dry period. *Theriogenology* 68 (Suppl. 1): S281–S288.
- Azcón-Bieto J, Talón M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2ª Ed. Interamericana-McGraw-Hill. 522 p.
- Berry DP, Roche JR, Coffey MP. 2007. Body Condition Score and Fertility More Than Just a Feeling. *Fertility in Dairy Cows. Bridging the gaps* Liverpool Hope University. Liverpool, UK. pp: 107–118.
- Bewley JM, Schutz MM. 2008. Review: An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *Professional Animal Scientist* 24(6): 507–529.
- Chagas LM et al. 2007. Invited review: new perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90(9): 4022–4032.
- De Vries MJ et al. 1999. Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected oestrous postpartum in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82(9): 1927–1934.
- Dechow CD, Rogers GW, Clay JS. 2002. Heritability and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. *Journal of Dairy Science* 85(11): 3062–3070.
- Escobedo MJG. 1989. Estudios agronómicos y valor nutritivo del pasto Guinea (*Panicum maximun*) en la zona ganadera del estado de Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 124 p.

- Galina CS, Arthur GH. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts* 57(11): 889–910.
- Huerta BM. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. *In: Memorias del curso Alternativas de Manejo en Bovinos para Carne en Pastoreo*. pp: 18–70.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Catazajá, Chiapas. Clave geoestadística 07016. 9 p.
- Jolly PD et al. 1995. Physiological effects of undernutrition on post-partum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. (Suppl.) 49: 477–492.
- McCarthy SD et al. 2007. Influence of Holstein-Friesian strain and feed system on body weight and body condition score lactation profiles. *Journal of Dairy Science* 90(4): 1859–1869.
- McKenzie BA et al. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *In: New Zealand Pastures and Crop Science*. Oxford University Press. 323 p.
- Nicholson MJ, Butterworth MH. 1986. *A Guide to Condition Scoring of Zebu Cattle*. International Livestock Centre for Africa. Addis Ababa, Ethiopia. 29 p.
- Roche JF. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 96(3): 282–296.
- Roche JR et al. 2006. Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight, and body condition score profiles in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89(9): 3532–3543.
- Roche JR et al. 2007. Describing the body condition score change between successive calvings: A novel strategy generalizable to diverse cohorts. *Journal of Dairy Science* 90(9): 4378–4396.
- Roche JR et al. 2009. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92: 5769–5801.
- SAS. 2004. *SAS/STAT 9.1. User's Guide*. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC, USA. 5180 p.
- Steel RGD, Torrie JH, Dickey DA. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill Series in Probability and Statistics. USA. 622 p.
- Tamayo JL. 1989. *Geografía Moderna de México*. 9ª Edición. Trillas. D. F. México. 544 p.
- Walsh SW et al. 2011. Review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* 123(3): 127–138.

Rendimiento y calidad de *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg. y *Panicum maximum* cv. Mombaza en sistemas silvopastoriles bajo dos frecuencias de aprovechamiento en condiciones tropicales

D. Montejo-Martínez^{1*}, V.F. Díaz-Echeverría¹, F. Casanova-Lugo¹, A.T. Piñeiro-Vázquez², A.J. Chay-Canul³, J.R. Canul-Solis⁴

Resumen. El objetivo del estudio fue evaluar dos frecuencias de aprovechamiento (i.e. 30 y 50 días) sobre el rendimiento y calidad del forraje de *Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg. y *Panicum maximum* cv. Mombaza, en dos sistemas silvopastoriles integrados con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, en la época lluviosa en el sur de Quintana Roo, México. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones en un arreglo factorial 2 × 2. El rendimiento promedio de hojas, biomasa total y la relación forraje:tallo de *P. maximum* fue mayor ($P < 0.001$) comparado con *C. plectostachyus* con valores de 2,058.7 kg MS/ha; 2,262.5 kg MS/ha y de 10.1, respectivamente. La frecuencia de aprovechamiento no afectó el rendimiento promedio de hojas y tallos, biomasa total y la relación forraje:tallo ($P > 0.05$). El contenido de proteína cruda de *C. plectostachyus* fue mayor (9.4%) comparado con *P. maximum* (7.4%), no obstante, este último tuvo mayor contenido de cenizas (11.3%). La frecuencia de aprovechamiento no presentó diferencias en composición química de los pastos. Es recomendable podas a 50 días en los dos sistemas, aunque, *P. maximum* cv. Mombaza presenta mayor capacidad de conservar su calidad durante mayor tiempo a diferencia de *C. plectostachyus*, además de presentar mayor biomasa.

Palabras clave: gleisol, *Leucaena leucocephala*, estrella, mombaza

¹Tecnológico Nacional de México/I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Tecnológico Nacional de México/I.T. Conkal, Yucatán, México.

³División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

⁴Tecnológico Nacional de México/I.T. Tizimín, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: deymon_1808@hotmail.com

Introducción

Los forrajes son la base de la alimentación en la producción ganadera, por ello el éxito de todo programa de alimentación pecuaria depende del conocimiento que se tenga de la calidad nutricional de los forrajes utilizados en diferentes condiciones edafo-climáticas (Combatt-Caballero *et al.*, 2015). A pesar de la importancia de la ganadería en las regiones tropicales, las áreas dedicadas a dicha actividad en su mayoría están basadas en el monocultivo de gramíneas, que se caracteriza por una marcada estacionalidad que limita la disponibilidad y calidad nutricional del forraje. Éste presenta un alto contenido de carbohidratos estructurales, bajo contenido de carbohidratos solubles, contenidos de proteína menores al 7% y digestibilidades por debajo del 55% (Barahona *et al.*, 2014; Valles-De La Mora *et al.*, 2016). Los problemas que conlleva el monocultivo de gramíneas en la producción ganadera tropical hace fundamental implementar nuevas opciones de manejo, para mejorar la productividad e incrementar la calidad de la dieta del ganado en pastoreo, especialmente durante los periodos críticos de escasez de forraje (Casanova-Lugo *et al.*, 2014; Murgueitio-Restrepo *et al.*, 2016).

Una alternativa viable a la ganadería extensiva es su reconversión a sistemas silvopastoriles (SSP). Éstos se caracterizan por la inclusión de árboles y especies arbustivas que interactúan con las gramíneas forrajeras y animales, bajo un esquema de manejo integral (Jose *et al.*, 2017). A pesar de ello, se sabe poco sobre el momento óptimo de pastoreo, y más aún; sobre el intervalo de recuperación de las especies forrajeras del SSP después del pastoreo lo que podría ocasionar efectos deletéreos en la composición de la biomasa y consecuentemente en el rendimiento y calidad del forraje, lo que afectaría negativamente la producción animal (Kunst *et al.*, 2014). En la zona sur-sureste de México, una de las especies arbustivas más estudiadas y empleadas para el establecimiento de SSP es *L. leucocephala*, debido a su alto rendimiento y la calidad del forraje (Casanova-Lugo *et al.*, 2014). El objetivo del estudio fue evaluar dos frecuencias de aprovechamiento (i.e. 30 y 50 días) sobre el rendimiento y calidad del forraje en *C. plectostachyus* y *P. maximum* en dos sistemas silvopastoriles integrados con *L. leucocephala* cv. Cunningham, en la época lluviosa en el sur de Quintana Roo, México.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó en el periodo lluvioso de agosto 2016 a enero 2017, en el área de la posta del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, con coordenadas geográficas: 18°

30' 57.2" latitud norte y 88° 29' 21.04" longitud oeste. La zona presentó un clima cálido subhúmedo tipo AW₁: La temperatura máxima promedio es de 32.1 °C, la temperatura mínima promedio es de 21.7 °C y hay una precipitación promedio anual de 86.79 mm. El tipo de suelo es Gleisoles haplicos.

Parcelas y diseño experimental

Se emplearon dos sistemas silvopastoriles en la modalidad de pasturas en callejones, uno conformado con *P. maximum* cv. Mombaza (Pm), y *C. plectostachyus* (Cp), ambos asociados con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

Se utilizó un diseño completo al azar con cuatro repeticiones en un arreglo factorial 2 × 2; obteniéndose 4 tratamientos. Los tratamientos resultaron del tipo de pastos y las frecuencias de aprovechamiento (a 30 y 50 días). Se establecieron un total de 16 unidades de muestreo de 3.5 m × 3.5 m, es decir; 8 unidades experimentales por sistema silvopastoril. Previo a la evaluación, en cada unidad experimental se realizó un corte de uniformización en las plantas de *P. maximum* a 10 cm y *C. plectostachyus* a 5 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, se realizó las cosechas de biomasa correspondientes (i.e. 30 y 50 días), durante un periodo de 6 meses (Casanova-Lugo et al., 2014), después de la poda de uniformización.

Cuantificación de biomasa y composición química del forraje

Para cada frecuencia de aprovechamiento (i.e. 30 y 50 días), se separó la biomasa no comestible y biomasa comestible (Casanova-Lugo et al., 2014). En cada unidad de muestreo se realizó la cosecha de biomasa en el centro de las dos hileras a través de la técnica del cuadrante de 1 m × 1 m (Kunst et al., 2014) (Figura 1). Además, se calculó el rendimiento de forraje para cada unidad de muestreo (kg/m²), y posteriormente se extrapoló a hectáreas con base a la superficie total de cada una de las parcelas (kg/ha); así como también la relación hoja:tallo. Finalmente, se tomó una muestra de *P. maximum* cv. Mombaza y *C. plectostachyus*, 300 g aproximadamente del material fresco para cada una, material que fue secado a 60° C en una estufa de circulación de aire forzado hasta obtener un peso constante, con la finalidad de cuantificar el contenido de materia seca. Posteriormente, se tomaron tres sub-muestras de cada uno, las cuales fueron pulverizadas con un molino eléctrico a un tamaño de partícula de 1 mm. En ellas se determinó el contenido de N total por el método Kjeldahl, dato que fue convertido a proteína cruda (PC) por el factor de conversión 6.25 (Greenfield & Southgate, 1992). El contenido de fibra detergente neutra (FDN) se determinó por el método de Van soest (1992). Finalmente, el contenido de cenizas se determinó por incineración a 600 °C (AOAC, 2000).



Figura 1. Poda del pasto *Cynodon plectostachyus* y *Panicum maximum* por el método de cuadrante a base de PVC con medidas de 1 m × 1 m.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas (RM ANOVA) con desigual número de repeticiones, para observar la influencia del tipo de sistema silvopastoril (i.e. *L. lecucocephala* asociado con *C. plectostachyus* y *L. lecucocephala* asociado con *P. maximum*), la frecuencia de aprovechamiento (i.e. 30 y 50 días), y la interacción de ambos factores sobre el rendimiento de biomasa y la calidad del forraje de los pastos, con el paquete Statistica versión 8.0 (StatSoft, Inc., 2007).

Resultados y discusión

El rendimiento promedio de hojas, biomasa total y la relación hoja:tallo de *P. maximum* fue mayor ($P < 0.001$) comparado con *C. plectostachyus* con valores de 2,058.7 kg MS/ha; 2,262.5 kg MS/ha y de 10.1, respectivamente (Figura 2). Sin embargo, el rendimiento de tallos de los pastos evaluados fue similar entre sistemas silvopastoriles con un valor promedio de 145.3 kg MS/ha ($P > 0.05$). La Frecuencia de aprovechamiento no afectó el rendimiento promedio de hojas y tallos, biomasa total y la relación hoja:tallo ($P > 0.05$). Del mismo modo, la interacción entre el tipo de sistema silvopastoril y la frecuencia de aprovechamiento no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) en la conformación de biomasa de los pastos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza con arreglo factorial sobre el rendimiento de biomasa y la calidad del forraje de *Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg. y *Panicum maximum* cv. Mombaza, en dos sistemas silvopastoriles.

Fuentes de variación	RH	RT	Rtotal	Rel H:T	PC	FDN	Cen
Especie (E)	<0.001***	0.074 ^{ns}	<0.001***	<0.001***	0.042*	0.604 ^{ns}	0.006**
Frecuencia de aprovechamiento (FA)	0.091 ^{ns}	0.167 ^{ns}	0.094 ^{ns}	0.085 ^{ns}	0.141 ^{ns}	0.277 ^{ns}	0.119 ^{ns}
Interacción (E × FA)	0.419 ^{ns}	0.794 ^{ns}	0.466 ^{ns}	0.124 ^{ns}	0.194 ^{ns}	0.180 ^{ns}	0.492 ^{ns}

RH, rendimiento de hojas; RT, rendimiento de tallos; Rtotal, Rendimiento total; Rel H:T, relación hoja:tallo; PC, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutra; Cenizas.

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; ns, no significativo.

Se observó que el mayor rendimiento de hojas promedio por corte de *P. maximum* fue de 2,058.7 kg MS/ha en comparación con *C. plectostachyus* con un valor inferior de 311.4 kg MS/ha (Figura 2), lo anterior es debido posiblemente a que *P. maximum* posee una mayor capacidad de tolerancia a la sombra, lo que muestra su capacidad competitiva comparado con otras especies y que está relacionado con su eficiencia fotosintética (Barros-Rodríguez *et al.*, 2012; Kunst *et al.*, 2014). En frecuencia de aprovechamiento no fue significativo, estos resultados concuerdan con lo reportado por Kunst *et al.* (2014) en *P. maximum* con podas a 15 y 30 días, donde la producción de tallo es la principal fase para un incremento en la producción de forraje, donde en tallo se almacenan las reservas de carbohidratos.

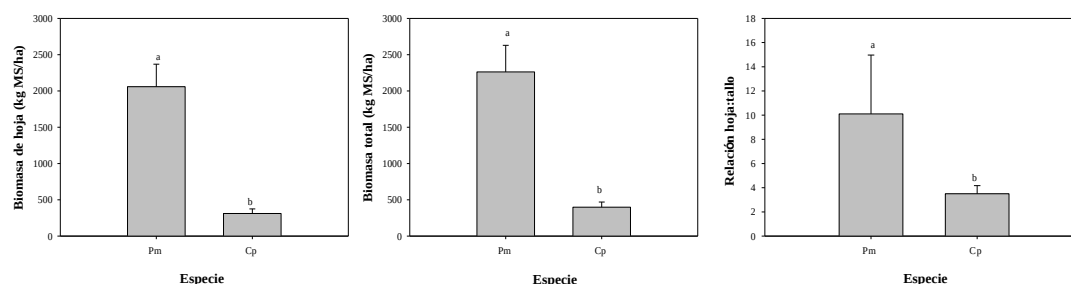


Figura 2. Rendimiento de hojas, rendimiento de biomasa total y relación hoja:tallo por corte de *Cynodon plectostachyus* (Cp) y *Panicum maximum* cv. Mombaza (Pm), en dos sistemas silvopastoriles en la época de lluvias en el sur de Quintana Roo. Medias seguidas de literales distintas indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey.

Por otra parte, el contenido de PC de *C. plectostachyus* fue mayor ($P > 0.05$) que *P. maximum* con valores de 9.2% y de 7.4%, respectivamente (Figura 3), no obstante, la FDN no mostró efectos significativos ($P > 0.05$) con un valor medio de 74.9%. En

contraste, *P. maximum* tuvo mayor ($P = 0.006$) contenido de Cenizas comparado con *C. plectostachyus* con valores de 11.3% y 8.0%, respectivamente (Figura 3). La frecuencia de aprovechamiento no afectó los contenidos de PC, FDN y Cenizas, de los pastos asociados a *L. leucocephala* en sistemas silvopastoriles ($P > 0.05$). Del mismo modo, la interacción entre el tipo de sistema silvopastoril y la frecuencia de aprovechamiento no mostró efectos significativos ($P > 0.05$) sobre la composición química de los pastos (Cuadro 1). En la composición nutricional del forraje de *P. maximum* es similar a lo reportado por Rokomatu y Aregheore (2006) en porcentajes de MO (87%), PC (8%) y ceniza (11.3%). No obstante, Combatt-Caballero *et al.* (2015) reporta que las hojas de *C. plectostachyus* presentan mayor concentración de minerales que los tallos y al avanzar en los estados de madurez disminuye la relación hoja-tallo y como consecuencia baja el contenido de minerales en las hojas. Así mismo, por su hábito de crecimiento decumbente tiene la capacidad de formar rizomas y estolones que forman parte de la misma yema axilar; estas partes de la planta se han atribuido la mayor capacidad de almacenamiento carbohidratos, a diferencia de *P. maximum* que tiene el hábito de crecimiento macollado el cual presenta mayor biomasa en hoja (Zwerts *et al.*, 2015).

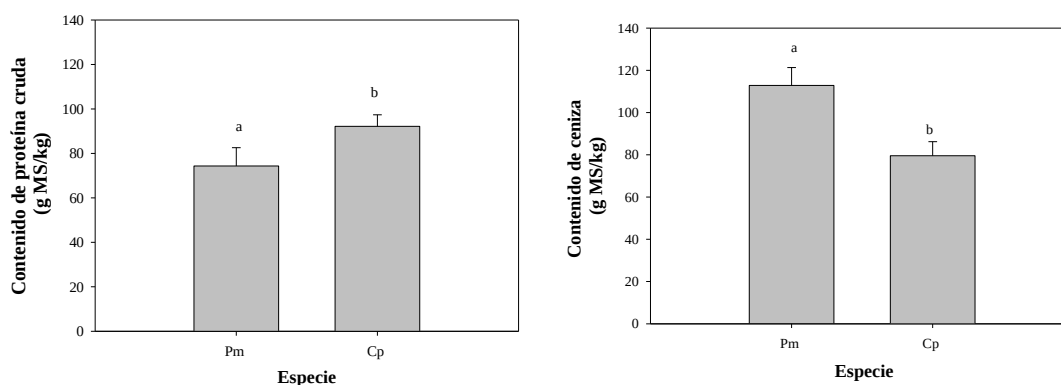


Figura 3. Contenido de proteína cruda y cenizas del forraje de *Cynodon plectostachyus* (Cp) y *Panicum maximum* cv. Mombaza (Pm), en dos sistemas silvopastoriles en la época de lluvias en el sur de Quintana Roo. Medias seguidas de literales distintas indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey.

Conclusión

Al no presentar diferencias en la frecuencia de aprovechamiento con respecto al rendimiento y calidad de *C. plectostachyus* y *P. maximum* cv. Mombaza es

recomendable el aprovechamiento del pasto a 50 días para obtener mayor contenido de biomasa en los dos sistemas, no obstante, *P. maximum* cv. Mombaza presenta mayor capacidad de conservar su calidad durante mayor tiempo a diferencia de *C. plectostachyus*, además de presentar mayor biomasa.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 2000. 2th ed. EUA: AOAC.
- Barahona R et al. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica. Bogotá, Colombia. Revista Carta Fedegán, v.140, p. 66–69.
- Barros-Rodríguez M et al. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. Trop Anim Health Prod 44: 1873–1878.
- Casanova-Lugo F et al. 2014. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder Banks systems in Yucatan, Mexico. Agroforest Syst 88: 29–39.
- Combatt-Caballero E et al. 2015. Bromatología de *Brachiaria decumbens* Stapf y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst en suelos sulfatados ácidos en Córdoba, Colombia. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 1035–1049.
- Greenfield H, Southgate DAT. 1992. Food Composition Data. London, Elsevier Applied Science.
- José S, Walter D, Kumar M. 2017. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. Agroforest Syst.
- Kunst C et al. 2014. Yield and growth features of *Panicum maximum* (Jacq.) var Trichoglume cv Petrie (Green Panic) under woody cover, Chaco region, Argentina. Agroforest Syst 88: 157–171.
- Murgueitio-Restrepo E et al. 2016. Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Ceiba 54: 23–30.
- Valles-De La Mora B et al. 2016. Live-weight gains of Holstein x Zebu heifers grazing a *Cratylia argentea*/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) association in the Mexican humid tropics. Agroforest Syst.
- Van-Soest PJ. 1992. Nutritional ecology of the ruminants. 2th ed. Ithaca, NY: Comstock, Cornell University Press.
- Rokomatu I, Aregheore EM. 2006. Effects of supplementation on voluntary dry matter intake, growth and nutrient digestibility of the Fiji Fantastic sheep on a basal diet of Guinea grass (*Panicum maximum*). Livestock Science 100: 132–141.
- Zwerts JA et al. 2015. Competition between a Lawn-Forming *Cynodon dactylon* and a Tufted Grass Species *Hypparrhenia hirta* on a South-African Dystrophic Savanna. Plos One 10: 1–17.

Digestibilidad Aparente y Balance de Nitrógeno de Dietas con *Leucaena leucocephala* y *Manihot esculenta* en Ovinos de Pelo

A.C. Chavarría-Díaz, V.F. Díaz-Echeverría*, F. Casanova-Lugo, I. Oros-Ortega, L.A. Lara-Pérez, V.R. Sansores-May

Resumen. El presente estudio evaluó el efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Leucaena leucocephala* en fresco (0, 10, 20 y 30% de la materia seca) sobre la digestibilidad aparente y balance de nitrógeno (N) de ovinos alimentados con una dieta base con 45% de la Energía Metabolizable (EM) en harina de *Manihot esculenta*. Se utilizaron 4 ovinos (Pelibuey × Blackbelly) con peso vivo promedio de 26.63 ± 2.39 kg, en un diseño experimental de cuadrado latino. La digestibilidad de la MS, MO y la Fibra Detergente Neutra (FDN) no fueron afectados por la inclusión de la *L. leucocephala* ($P>0.05$). La digestibilidad de la PC y la retención de N fue menor ($P>0.05$) en el nivel de 30% de Inclusión de *L. leucocephala*. La excreción de N en orina y heces, no fue afectada por los niveles de inclusión. Se concluye que la inclusión de *L. leucocephala* en las dietas para ovinos con 45% de *M. esculenta*, afecta la digestibilidad de la PC y el balance de nitrógeno en un nivel elevado de 30%.

Palabras clave: pasturas tropicales, cultivos energéticos, leguminosa forrajera

Introducción

En el trópico existe una gran variedad de árboles y arbustos que tienen un alto potencial en la alimentación de rumiantes debido a su alto contenido de proteína y su alta digestibilidad (Piñeiro *et al.*, 2013). La *L. leucocephala* es una leguminosa arbustiva con rendimientos de $6.9 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en monocultivos sembrados a 2 m entre filas y 0.5 entre plantas (Casanova-Lugo *et al.*, 2013), la digestibilidad de la proteína de su forraje alcanza el 63% y la digestibilidad de la materia seca, entre 60 y 70% medida in vivo, lo que aporta nitrógeno al rumen para el crecimiento de bacterias celulolíticas y cierta cantidad de proteína de baja degradación ruminal necesaria para la absorción de aminoácidos directamente en el intestino delgado (Barros-Rodríguez *et al.*, 2013).

Tecnológico Nacional de México / I. T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo México.

*Autor para correspondencia: diazvic@prodigy.net.mx

A pesar de lo anterior, el forraje de esta especie contiene taninos condensados que juega un papel directo e indirecto en la digestibilidad, la degradación de la proteína de la dieta y en el ambiente ruminal (Bodas *et al.*, 2012). Estos taninos son capaces de modificar la fermentación y reducir la población de protozoarios y bacterias metanogénicas en el rumen (Mao *et al.*, 2010). Se ha observado en rumiantes que, con la adición de concentraciones crecientes de metabolitos secundarios en la dieta, a través de árboles forrajeros alimentados a base de pasto tropical, se modifica su consumo voluntario, la digestibilidad de la MS, MO, FDN, FDA y el balance de nitrógeno (Bhatta *et al.*, 2013). Por otra parte la ingesta de esta leguminosa en grandes cantidades puede ser limitado debido a un exceso de nitrógeno en la dieta causando un desequilibrio nutricional (relación proteína-energía), afectando la síntesis de proteínas microbianas, y como consecuencia, altos niveles de amoníaco en la sangre que puede afectar el consumo, haciendo que el flujo total de N microbiano dependa principalmente de la disponibilidad de energía fermentable en el rumen (Calsamiglia *et al.*, 2010), porque para su uso es necesario suministrar una fuente energética de rápida disponibilidad.

En este sentido la *Manihot esculenta* Crantz es un cultivo tropical con gran potencial de uso en la alimentación animal, con una producción promedio de 14 t Ha⁻¹, rica en carbohidratos en forma de almidones (72.81%) y azúcares simples (5.26%) dentro de los tubérculos, mismos que aportan cantidades de energía que supera a los granos de cereales (Yam Chale *et al.*, 2018). No obstante, se desconoce su efecto de inclusión en las dietas basadas en forrajes tropicales de árboles leguminosos ricos en proteína como *L. leucocephala* en la alimentación de ovinos de pelo.

Por lo tanto, en el presente trabajo se evaluó el efecto de la inclusión de niveles crecientes de *L. leucocephala* en fresco sobre la digestibilidad aparente y balance de nitrógeno de ovinos de pelo alimentados con dietas base con un nivel fijo de harina de *M. esculenta*.

Material y métodos

Localización

El estudio se realizó en el área experimental pecuaria del Instituto Tecnológico de la Zona Maya localizado a 21.5 kilómetros de la carretera Chetumal a Escárcega, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Ubicado en 21° 51' y 89° 41' con clima cálido subhúmedo tipo AW₁. Con temperatura media anual de 24.5 y 25.8 °C (ía, 1973).

Animales

Se utilizaron cuatro ovinos machos cruzados (Pelibuey x BlackBelly), con un promedio de 26.63±2.39 kg de peso vivo. Los animales fueron desparasitados con Iverfull (Ivermectina) y closantel (closantil 5%) a razón de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo,

también fueron vitaminados con Megavitamina (ADE + Complejo B), utilizando 1 ml por cada 10 kg de pesos vivo. Los animales fueron alojados en 4 jaulas metabólicas, provistas de bebederos y comedero de plástico tipo tolva. Se balancearon 4 dietas experimentales para cubrir los requerimientos propuestos por el AFRC (1993) para MS, EM y PC, utilizando niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* y un nivel fijo de 45% de la EM en harina de yuca. Los animales fueron alimentados a libre acceso, la alimentación se realizó una sola vez al día en la misma hora, durante la mañana.

Diseño y tratamientos

Los animales fueron asignados a un diseño experimental en cuadro latino (4 x 4) (Cochran y Cox, 1991). Cada periodo tuvo una duración de 16 días; 10 días para el manejo y adaptación a la dieta y seis días para la medición de las variables propuestas. Los tratamientos evaluados fueron el resultado de la combinación de niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* (0, 10, 20 y 30%) y un nivel fijo de 45 % de EM a base de harina de *M. esculenta*, resultando las dietas experimentales: 0% Leucaena – 45% EM en Yuca (0L-45Y); 10% Leucaena – 45% EM en Yuca (10L-45Y); 20% Leucaena – 45% EM en Yuca (20L-45Y); 30% Leucaena – 45% EM en Yuca (30L-45Y).

Digestibilidad aparente

Se midió el consumo en 24 horas y posteriormente de la digestibilidad aparente de la MS, MO, PC y FDN, fue estimada mediante las fórmulas:

$$\% \text{ DMS} = \frac{(\text{Consumo MS} - \text{Excreción MS})}{\text{Consumo MS}} \times 100 \quad \text{y} \quad \% \text{ DX} = \frac{(\text{XA} - \text{XH}) + (\text{XH}) \times (\text{DMS})}{\text{XA}} \times 100$$

Dónde: X, nutriente, A, nutriente consumido; H, nutriente excretado

Balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno, fue obtenido por la diferencia entre el consumo de N (CN) y su excreción a través de las heces (NH) y la orina (NO), permitiendo conocer el nitrógeno digestible (ND = NC-NH) y el nitrógeno retenido (NR = NC-NH-NO).

Análisis químico

Para la determinación de la MS las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C por 36 horas y molidas en criba de 1 mm para determinar su contenido de MS, MO, cenizas y PC por el método descrito AOAC (1995) y FDN por el procedimiento descrito por Van Soest et al. (1991).

Análisis estadístico

La digestibilidad aparente y el balance de nitrógeno fueron analizados por un PROC GLM para un diseño en cuadro latino (4×4) en caso de significancia las medias de los tratamientos fueron comparadas por medio de una prueba de Tukey al 95% de confiabilidad (Cochran and Cox, 1991).

Resultados

La digestibilidad de MS, MO y FDN no fue afectada ($P > 0.05$) por los tratamientos. Similar tendencia siguió la MS, MO y FDN digerida ($P > 0.05$). Sin embargo, se observó una reducción de la digestibilidad de la PC en el nivel de 30% de inclusión de *L. leucocephala* en la dieta. El consumo de nitrógeno disminuyó a medida que se incrementó en el nivel de *L. Leucocephala* en la dieta, siendo menor ($P < 0.05$) en el nivel de 30% de inclusión. Similares resultados se encontraron para el N retenido ($P < 0.05$) y el N digerido (< 0.01). La excreción de N en heces y orina no fue afectada por los tratamientos ($P > 0.05$) como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Medias de consumo y digestibilidad aparente de ovinos de pelo alimentados con *Leucaena leucocephala* y *Manihot esculenta*.

Consumo	Tratamientos				E.E.	Sig.
	0L-45Y	10L-45Y	20L-45Y	30L-45Y		
Materia seca						
Consumo de MS (g día ⁻¹)	1555.8	1431.6	1416.8	1301.4	58.8	NS
Digestibilidad MS (g kg ⁻¹ día ⁻¹)	776.4	808.8	806.41	773.1	15.3	NS
MS digerida (g día ⁻¹)	1201.6	1155.1	1142.1	1009.8	46.3	NS
Materia orgánica						
Consumo MO (g día ⁻¹)	1202.8	1250.4	1212.1	1109.8	61.8	NS
Digestibilidad MO (g kg ⁻¹ día ⁻¹)	758.2	824.6	821.4	786.9	22.9	NS
MO digerida (g día ⁻¹)	910.1	1030.9	996.0	875.3	67.3	NS
Fibra detergente neutra						
Consumo de FDN (g día ⁻¹)	378.7 ^a	342.6 ^{ab}	278.7 ^{ab}	232.9 ^b	24.7	*
Digestibilidad FDN (g kg ⁻¹ día ⁻¹)	454.7	523.4	487.9	360.0	65.2	NS
FDN digerida (g día ⁻¹)	177.7	178.5	137.8	86.9	32.0	NS
Proteína cruda						
Consumo de PC (g día ⁻¹)	290.8 ^a	233.1 ^{ab}	230.0 ^{ab}	167.1 ^b	19.2	*
Digestibilidad PC (g kg ⁻¹ día ⁻¹)	766.4 ^{ab}	820.4 ^a	806.2 ^a	639.7 ^b	29.0	*
PC digerida (g día ⁻¹)	201.2 ^a	191.1 ^a	185.5 ^a	107.5 ^b	7.5	**
Consumo y excreción de N						
Consumo de N (g día ⁻¹)	46.543 ^a	37.303 ^{ab}	32.918 ^{ab}	24.655 ^b	3.945	*
N en heces (g día ⁻¹)	10.418	6.725	6.445	9.538	1.714	NS
N en orina (g día ⁻¹)	15.283	11.503	9.990	9.783	2.232	NS

Total de N retenido (g día ⁻¹)	20.843 ^a	19.078 ^a	16.488 ^{ab}	5.334 ^b	2.725	*
Total de N digerido	36.125 ^a	30.575 ^a	26.473 ^{ab}	15.124 ^b	2.405	**

NS, no existen diferencias significativas ($P > 0.05$); *, existen diferencias significativas ($P < 0.05$); **, existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); Medias seguidas de literales distintas indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey al 95% de confiabilidad. Los valores de consumo de MO, PC y FDN fueron estimados en base al consumo de MS.

Discusión

La falta de diferencias en la digestibilidad aparente de la MS, MO y FDN entre los niveles de inclusión *L. leucocephala* y *M. esculenta* comparadas con una dieta control isoproteica e isoenergética, ha sido reportado con anterioridad por Bojórquez-Interian y Delgado-Aguirre (2017) en ovinos de pelo, en condiciones experimentales iguales a las de este trabajo y coinciden con los reportes hechos por Delgado *et al.* (2013) en ovinos Pelibuey alimentados con pasto *P. purpureum* y con inclusión de hasta 27% de *L. leucocephala*. Tendencias similares fueron reportadas en novillas alimentadas con una dieta basal del mismo pasto y niveles de inclusión de 0 a 80% de *L. leucocephala* por Piñeiro *et al.* (2017). En lo que respecta a la tendencia a la disminución en el consumo y digestibilidad de la PC a medida que se aumenta el nivel de *L. leucocephala* fresca, encontrada en este trabajo, dichos resultados contrastan con lo reportado por Piñeiro *et al.* (2017) Quienes reportan un incremento en el consumo y digestibilidad de PC conforme se incrementa el nivel de *L. leucocephala* en la dieta, dichas diferencias pueden ser atribuidas, a que los autores en mención sustituyeron un pasto de baja calidad nutricional por *L. leucocephala* a diferencia de este trabajo donde se sustituyó un concentrado alto en PC por *L. leucocephala* en fresco.

La disminución en el consumo de N, el N retenido y el N digerido, a medida que se incrementó la *L. Leucocephala* en la dieta, encontrados en este trabajo, contrastan con los resultados reportados por Bojorquez-Interian y Delgado Aguirre (2017) quienes indican que la inclusión de 0, 15, 30 y 45% de heno de *L. leucocephala* en dietas con 45% de EM en harina de *Manihot esculenta*, no afecta el balance de N en estos mismo parámetros. Sin embargo son similares a los resultados de este trabajo en la falta de diferencias en la excreción de N en heces y orina. Los resultados de este trabajo también resultan contrarios a los reportados en novillas alimentadas con pasto de baja calidad y suplementadas con niveles crecientes de *L. leucocephala* (Piñeiro *et al.*, 2017). Quienes encontraron un aumento lineal en el consumo de N y el N retenido a medida que aumentó el nivel de *L. leucocephala* en la ración. Aunque los autores reportan un aumento lineal en la excreción de N en la orina a medida que aumentó el nivel de *L. leucocephala* en la ración, lo que resulta ser contrario a lo encontrado en este trabajo.

Dichas diferencias pueden ser debidas a las condiciones de trabajo de los autores quienes sustituyeron un pasto de baja calidad nutricional por *L. leucocephala* a diferencia de este trabajo donde se sustituyó un concentrado alto en PC por *L. leucocephala* en fresco, como se mencionó con anterioridad.

Conclusión

La inclusión de hasta 30% de *Leucaena leucocephala* en las dietas para ovinos alimentados con una dieta que contienen 45% de *Manihot esculenta*, no afecta la digestibilidad de MS y MO, sin embargo; reduce la digestibilidad de la PC y el balance de nitrógeno en el nivel más alto de 30% de inclusión.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México el financiamiento para la realización del proyecto con clave 5763.16-P, cuyos resultados se plasman parcialmente en el presente trabajo.

Referencias

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International. Wallingford, UK. pp. 97–159.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1995. Methods of analysis. 15th Edition. Washington DC. pp. 12–44.
- Bhatta R et al. 2013. Methane reduction and energy partitioning in goats fed two concentrations of tannin from *Mimosa* spp. Journal of Agriculture Science Cambridge 151: 119–128.
- Barros-Rodríguez M et al. 2013. Effects of two intake levels of *Leucaena leucocephala* on rumen functions of sheep. Tropical Grasslands 1: 55–57.
- Bodas R, Prieto N, García GR, López S. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. Animal Feed Science and Technology 176 (1–4): 78–93.
- Bojorquez-Interian PP, Delgado-Aguirre G. 2017. Diferentes niveles de *Manihot esculenta* Crantz sobre la digestibilidad aparente y balance de nitrógeno en dietas a base de *Leucaena leucocephala* en ovinos. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Juan Sarabia Quintana Roo. 37 p.
- Calsamiglia S et al. 2010. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. Animal Science Institute 4: 1184–1196.
- Casanova LF et al. 2013. Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder bank systems in Yucatan, Mexico. Agroforestry Systems 5: 52–57.
- Cochran WC, Cox GM. 1991. Diseños experimentales. 2° Ed. Editorial Trillas, México pp. 143–156.

- Delgado D.C et al. 2013. Suplementación con follaje de *L. leucocephala*. Su efecto en la digestibilidad aparente de nutrientes y producción de metano en ovinos. *Revista Cubana Ciencia Agrícola*, 47: 267–271.
- García M. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. pp. 243.
- Mao LH et al. 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livestock. Science* 129: 56–62.
- Piñeiro AT, Ayala AJ, Chay AJ, Ku JC. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded leaves of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. *Tropical Animal Health Production* 45: 577–583.
- Piñeiro VAT et al. 2017. Intake, digestibility, nitrogen balance and energy utilization in heifer fed low-quality forage and *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology* 228: 194–201.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 74. 3583-3598.
- Yam-Chale EC et al. 2018. Forage and tuber yield and nutritional composition of *Manihot esculenta* Crantz meal with organic fertilization. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(13): 217–132.

Rentabilidad de Establecimiento de Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz

R.A. Alcaraz-Romero*; S. Góngora-González, J.J. G Cantón-Castillo

Resumen. El objetivo fue determinar el costo/beneficio de un ciclo de producción de forraje verde hidropónico (FVH). Se clasificaron los costos fijos y costos variables. Los costos fijos de inversión que se realizan inicialmente para la compra y construcción de infraestructura como: invernadero, los módulos, sistema de riego, herramientas y equipo necesario. El capital de trabajo para iniciar operaciones, y se dividió en costos fijos y variables. Para la producción de FVH los costos fijos fue la mano de obra permanente que es una persona, más los costos de depreciación de infraestructura; los costos variables fueron: la semilla, fertilizantes y luz. La depreciación se hizo utilizando el método de línea recta. Para la producción FVH fue necesario instalar un invernadero de 120 m² con perfiles, malla antiafidos, así como un módulo de riego automatizado y un lote de herramientas, para lo cual, se invirtió \$84,290.00 pesos, con capacidad de producción de 288 charolas de FVH por ciclo de producción, cada ciclo consta de 14 días. El capital de trabajo necesario de operación para un ciclo de producción fue de \$4, 190.41. Se utiliza 1 kilo de maíz para germinar en cada charola y se tiene un rendimiento de 6.5 kilos por cada charola. Se hizo la proyección a cinco años con una tasa de descuento del 12%. Los indicadores nos dicen que tendremos una VAN de \$365,739.19 pesos. Una Relación Beneficio/Costo de 1.1, que quiere decir que por cada peso que se invierta habrá de recuperar 1.1 peso, y una TIR de 27% un porcentaje mayor que la tasa de descuento que nos indica que la actividad es rentable.

Palabras clave: forraje verde hidropónico, maíz, rentabilidad, costo beneficio

Introducción

En Campeche, de acuerdo al inventario nacional (SIACON, 2016), se tienen en existencias para el 2016 con 642,917 bovinos de carne y leche, 157,255 ovinos. En los meses de estiaje el forraje es escaso y hay una tendencia a la sequía en los últimos años.

INIFAP, Campo Experimental Mocochoá. Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: alcaraz.alberto@inifap.gob.mx

De acuerdo a un estudio realizado en el sur de la península de Yucatán (Márdero, *et. al.*, 2012) se observa una reducción en la precipitación a través de los años, especialmente en la época de lluvias, por lo que hay tendencia a la sequía, los meses más críticos son los meses de marzo a junio y no hay alimento disponible para los animales, por lo cual se han buscado opciones para producir forraje, en este caso el forraje verde hidropónico con el cual se obtienen grandes rendimientos de forraje, producidos en pequeñas áreas sin requerir gran cantidad de maquinaria y además se hace un uso más eficiente del agua (Valdez, 2009). El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Estado de Campeche, el objetivo fue determinar la rentabilidad de un proyecto de producción de forraje verde hidropónico, como una alternativa a la producción.

Material y métodos

Se hizo un análisis económico para determinar el costo/beneficio de un ciclo de producción de forraje verde hidropónico, para realizar el análisis se utilizó la metodología convencional para análisis de costos (Alvídrez V. S. (2005).

Se clasificaron los costos fijos y costos variables. Los costos fijos de inversión son las inversiones que se realizan inicialmente para la compra y construcción de infraestructura, en este caso el invernadero, los módulos, sistema de riego y demás herramientas y equipo necesario para trabajar.

El capital de trabajo: es aquel que se necesita para iniciar operaciones, y se divide en costos fijos y costos variables, los fijos son los que permanecen constantes independientemente del nivel de producción; para la producción de forraje los costos fijos son la mano de obra permanente, debe estar por lo menos una persona para trabajar el invernadero más los costos de depreciación de infraestructura; los costos variables son los que cambian cuanto aumenta el nivel de producción, la semilla, fertilizantes y luz.

La depreciación se hizo utilizando el método de línea recta (Espinosa *et. al.*), donde:
$$\text{Depreciación} = (\text{valor inicial del activo} - \text{valor de desecho del activo}) / \text{años de vida útil}.$$

Resultados y discusión

Para la producción de forraje verde hidropónico es necesario instalar un invernadero de 120 m² con perfiles, malla antiafidos, así como un módulo de riego automatizado y un lote de herramientas de trabajo, para lo cual es necesario invertir aproximadamente \$84,290.00 pesos, cuya capacidad de producción es de 288 charolas de forraje verde hidropónico por ciclo de producción, cada ciclo consta de 14 días (Cuadro 1 a y b).

Cuadro 1a. Costos de inversión para el establecimiento de un sistema de producción de Forraje verde Hidropónico

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO UNITARIO	C/TOTAL
Acondicionamiento del terreno				
	Jornal	4	\$80.00	\$320.00
	SUBTOTAL			\$320.00
Construcciones				
Instalaciones				
Invernadero: 120 m2 (Incluye perfiles y malla antiafidos bicolor)	m2	120	\$400.00	\$48,000.00
Módulo de riego: Sistema de Riego por nebulización, tuberías, accesorios, manguera de goteo, automatizado, tinaco de 750 litros y equipo de bombeo	m2	1	\$ 34,000.00	\$34,000.00
	SUBTOTAL			\$82,000.00

Cuadro 1b. Costos de inversión para el establecimiento de un sistema de producción de Forraje verde Hidropónico

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO UNITARIO	C/TOTAL
Maquinaria y equipo				
Charolas	Pieza	320	\$21.08	\$ 6,745.60
Termohidrómetro	Pieza	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Herramientas				
Palas	Pieza	1	\$ 70.00	\$ 70.00
Mochila aspersora		1	\$ 650.00	\$ 650.00
Coa	Pieza	1	\$ 50.00	\$ 50.00
Carretilla	Pieza	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Báscula	Pieza	1	\$ 700.00	\$ 700.00
SUBTOTAL				\$ 1,970.00
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA				\$84,290.00

El capital de trabajo necesario de operación para un ciclo de producción es de \$4,190.41. Se utiliza 1 kilo de maíz amarillo para germinar en cada charola y se tiene un rendimiento de 5 kilos por cada charola. (Cuadro 2)

Se hizo la proyección a cinco años con una tasa de descuento del 12% y los resultados nos indican que es una actividad rentable. Los indicadores nos dicen que tendremos un Valor actual Neto de \$365,739.19 pesos. Una Relación Beneficio/Costo de 1.1, que quiere decir que por cada peso que se invierta habrá de recuperar 1.1 peso, y una TIR de 27% un porcentaje mayor que la tasa de descuento que nos indica que la actividad es rentable.

Cuadro 2. Costos de producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO		Total	C/TOTAL POR CICLO		
	DE MEDIDA		UNITARIO					
II. Costos fijos de producción								
Luz	Bimensual	1	\$	80.00	\$	80.00	\$	20.00
Subtotal							\$	20.00
I. Costos variables de producción								

Maíz amarillo	Kg	288	\$	4.00	\$ 1,152.00	\$	1,152.00
Fertilizantes							
Nitrato de potasio (25 kg)	Kg	1	\$	435.00	\$ 435.00	\$	435.00
Fosfonitrato (25 kg)	Kg	1	\$	386.00	\$ 386.00	\$	386.00
Bidón de 20 litros de ácido fosfórico (20 lt)	Litro	1	\$	586.00	\$ 586.00	\$	586.00
Desinfección (2.857 cloro+2.142 de agua)	Litro	1	\$	100.00	\$ 100.00	\$	411.41
						\$	-
Mano de obra						\$	-
Lavado, Germinación, Riegos, Cosecha	Jornales	8	\$	80.00	\$ 640.00	\$	1,200.00
Subtotal						\$	4,170.41
TOTAL							\$4,190.41

Conclusiones

Una vez que se ha hecho el análisis económico se llega a la conclusión que la producción de forraje verde hidropónico es una alternativa rentable para los productores de ganado de un costo/beneficio de 1.1 y TIR de 27%.

Agradecimientos

Proyecto parcialmente financiado por Fundación Produce Campeche A.C.

Referencias

- Alvírez VS. 2005. Manual de contabilidad básica en la producción de cultivos en invernadero. Inifap, Tema didáctico Núm. 3. Chihuahua, México.
- Espinosa G JA et al. 2010. Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos. Inifap, Libro técnico No. 3.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) 2007-2016. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) 2018.
- Márdero S et al. 2012. Sequías en el sur de la península de Yucatán: Análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de geografía 78: 19–33.
- Valdez R et al. 2009. Producción de forraje verde hidropónico y su aceptación en ganado lechero. Revista Acta universitaria 19 (2): 11–19

Eficacia de Extractos de *Leucaena* spp. (Fabaceae) sobre Larvas de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae)

G. González-López^{1*}, M. Ojeda-Chi², F. Casanova-Lugo¹, I. Oros-Ortega¹, I. Rodríguez-Vivas², Á. Piñeiro-Vázquez³, L. Hernández-Chávez⁴

Resumen. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena* spp: *L. leucocephala* (Lam.) de Wit (Nativa), *L. leucocephala* (Cunningham) y *L. Leucocephala* x *L. padilla* (KX2), sobre larvas de *Rhipicephalus microplus*. Para determinar la eficacia de los tres genotipos de *Leucaena* se realizó la prueba de inmersión de larvas en cinco concentraciones. Los extractos a concentración del 50% mostraron una mortalidad en larvas de 91.7, 82.0 y 54.6% y una eficacia de 92.7, 90.7 y 75.65% para los genotipos Cunningham, KX2 y Nativa, respectivamente. El genotipo Cunningham presentó el mejor comportamiento en eficacia para el control de *R. microplus*; sin embargo, se requiere de más estudios para identificar los metabolitos que tengan una acción individual o sinérgica en el control de *R. microplus*.

Palabras clave: ectoparásitos, metabolitos secundarios, extractos vegetales

Introducción

La ganadería, a nivel mundial, es una actividad que contribuye a la subsistencia y a la seguridad alimentaria de casi mil millones de personas en el mundo. Se estima que hay 1.43 mil millones de ganado vacuno; en los países desarrollados, los sectores lácteos de carne y leche en conjunto participan con el 18.7% del total de la alimentación diaria (<http://www.fao.org/animal-production/es/>). Sin embargo, en los últimos años la producción bovina se ha visto afectada por la garrapata del bovino, *Rhipicephalus microplus*, que se encuentra principalmente en las regiones tropicales y subtropicales.

¹Tecnológico Nacional de México / I.T. Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México / I. T. Conkal, Yucatán, México.

⁴Tecnológico Nacional de México / I. T. S. Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México.

Autor para correspondencia: lupitag-1213@hotmail.com

Recientemente, Rodríguez-Vivas *et al.* (2017) estimaron que la garrapata *R. microplus* produce pérdidas anuales de aproximadamente 573.61 millones de dólares. Por otra parte, el uso irracional de productos químicos como piretroides, organofosforados, Amidinas, ha propiciado la presencia de poblaciones de garrapatas *R. microplus* resistencia a estos acaricidas. Debido a esto, es necesario buscar alternativas que contribuyan a su control y que además sean de origen natural que puedan minimizar estos efectos negativos en el animal y el ambiente (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014).

Uno de los principales métodos alternativos es el uso de extractos vegetales de especies ricas en metabolitos secundarios. Entre los extractos que han demostrado efecto acaricida contra *R. microplus* se encuentran especies como *Cunila angustifolia*, *Acacia pennatula*, *Piscidia piscipula*, *Leucaena leucocephala*, *Tagetes minuta*, *Piper amalago*, *Lippia graveolens* y *Milinis minutiflora* (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2006). Los estudios en el sureste de México sobre el potencial de los extractos de plantas para el control de garrapatas se han limitado a evaluar los extractos de diferentes especies de plantas, sin embargo, no existen estudios en donde se evalúen extractos de diferentes genotipos/híbridos procedentes de una misma especie ya que se ha demostrado que puede existir gran variabilidad en la composición química de los tejidos vegetales, lo que podría presentar diferencias en la respuesta para control de *R. microplus*. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de los extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena*: *L. leucocephala* (Lam.) de Wit (nativa), *L. leucocephala* (Cunningham) y *L. Leucocephala* x *L. padilla* (KX2) sobre larvas *R. microplus* en condiciones *in vitro*.

Materiales y métodos

Sitio experimental

El estudio experimental se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), ubicado en la carretera Chetumal–Escárcega en el km. 21.5 del ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México (18° 30' 58" latitud norte y 88° 29' 19" longitud oeste). La temperatura máxima promedio de la región es de 32.1 °C, la temperatura mínima promedio es de 21.7 °C y una precipitación anual de 1,180 mm y una humedad relativa promedio de 76 a 82% (<http://smn.conagua.gob.mx>).

Elaboración de extractos

Se estudiaron tres genotipos de *Leucaena* spp: *L. leucocephala* (Lam.) de Wit (Nativa), *L. leucocephala* (Cunningham) y *L. Leucocephala* x *L. padilla* (KX2), las cuales fueron cultivadas a los siete meses de edad, de cada genotipo se colectaron 25 kg de hoja fresca y posteriormente las hojas fueron secadas a 60 °C durante 72 h y pulverizadas con un molino eléctrico tipo Thomas Wiley para obtener partículas de 3 mm.

El material pulverizado fue llevado al laboratorio donde se sumergió en 80% de etanol (etanol absoluto) durante 72 h (800 ml de metanol y 350 g de material pulverizado de cada genotipo). La extracción etanólica se filtró y evaporó a 45 °C mediante un evaporador rotacional de vacío. Los extractos crudos obtenidos fueron transferidos a frascos de cristal y mantenidos a 4 °C hasta su uso (Figura 1).

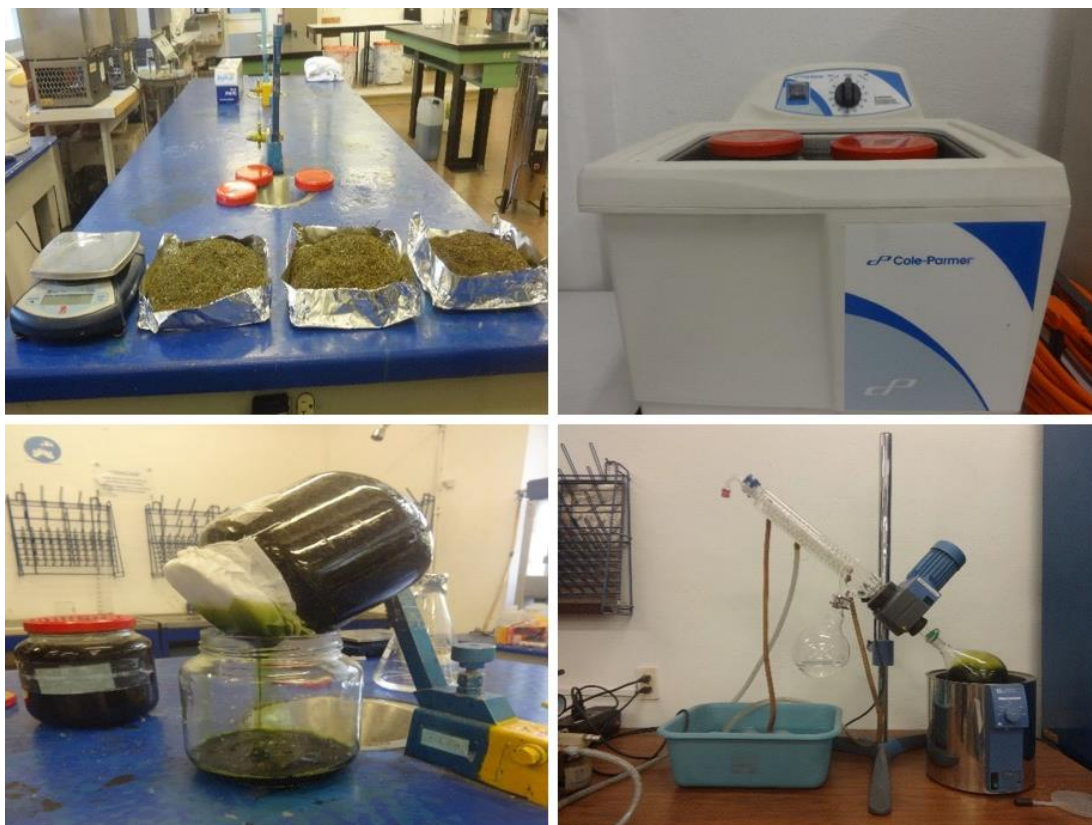


Figura 1. Elaboración de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena* spp.

Bioensayo

Para determinar la eficacia de los tres genotipos de *Leucaena* se realizaron bioensayos con larvas empleando la prueba de inmersión de larvas modificada por Soberanes *et al.* (2006). Se realizaron cinco concentraciones (50, 40, 30 y 20%) de cada genotipo de *Leucaena*. Cada concentración de los genotipos de *Leucaena* fue transferida en placas de Petri (60 mm x 15 mm de diámetro) y 300-500 larvas de *R. microplus* fueron colocadas entre dos papeles Whatman n.º 1 y sumergidas por 10 min. Aproximadamente 100 larvas fueron recolectadas con un pincel (No. 4), y transferidas suavemente a un paquete de papel filtro limpio previamente identificado; la abertura del papel filtro fue sellada con un clip metálico. El grupo control fue expuesto a Tween

20 (2%) y agua. Se probaron tres repeticiones por concentración. Los paquetes, se colocaron en charolas y se introdujeron a una incubadora por 48 h a una temperatura de 27 ± 2 ° C y 80-90% de humedad relativa (Figura 2).



Figura 2. Representación del bioensayo para la evaluación de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena* spp. Sobre larvas de *Rhipicephalus microplus* en condiciones *in vitro*.

A las 48 h, se realizó el conteo de larvas vivas y muertas, únicamente las larvas con capacidad de caminar se consideraron vivas. Las larvas sin movimiento, ataxia o movimiento de apéndices fueron consideradas muertas.

Análisis estadísticos

La mortalidad larval se calculó a través de la fórmula de (Santamaría y Soberanes, 2001) para el cálculo de la eficacia se utilizó la fórmula reportada por Álvarez *et al.* (2007).

$$\% \text{ Mortalidad} = \text{larvas muertas} / \text{larvas totales} \times 100$$

$$\text{Media del \% Mortalidad} = (\text{mortalidad 1} + \text{mortalidad 2} + \text{mortalidad 3}) / 3$$

$$\% \text{ Eficacia} = (\text{Grupo control} - \text{Grupo tratado}) / \text{Grupo control} \times 100$$

Resultados y discusión

La leguminosa arbustiva *L. leucocephala* ha mostrado gran relevancia debido a la capacidad de desarrollar mecanismos de defensa contra hongos, bacterias e insectos herbívoros (Eck *et al.*, 2001; Heil *et al.*, 2007) lo que podría ser empleada como una alternativa de control de la garrapata *R. microplus*.

En el presente estudio se evaluaron tres genotipos de *Leucaena* spp. En el control de larvas *R. microplus* en condiciones *in vitro*. Los genotipos Cunningham y KX2 a la concentración de 50% presentaron las mejores mortalidades con valores de 91.7% y 82.0% contra larvas de *R. microplus* (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con lo reportado por (Fernández-Salas *et al.*, 2011), quienes evaluaron el efecto un extracto acetónico de *L. leucocephala* contra diferentes fases de *R. microplus*. Los autores reportaron que los extractos de *L. leucocephala* tuvieron una mortalidad en la fase larval de 66.79%. Del mismo modo, Muro-Castrejón *et al.* (2003), utilizaron los extractos metanólicos de *Stylosanthes humilis* y hojas de *S. hamata* y la eficacia contra larvas de *R. microplus* fue del 82 y 75%, respectivamente.

La mayoría de estos compuestos naturales tienen modos de acción que difieren de los tratamientos farmacéuticos comerciales disponibles y, por lo tanto, pueden ser eficaces para el control de *R. microplus*. Debido a los buenos resultados que se encontraron en este estudio para el control de larvas, los extractos etanólicos de *Leucaena* spp. Podrían ser una alternativa para el control de *R. microplus*.

Por otro lado, un estudio realizado en Yucatán con cuatro genotipos de *Leucaena* spp: Cunningham, K636 (*L. leucocephala*), Nativa y KX2, indica que los cuatro genotipos presentaron taninos condensados y mimosina en diferentes concentraciones. De hecho, las propiedades biológicas de los genotipos de *Leucaena* pueden ser atribuidas principalmente a la presencia y abundancia de taninos, mimosina, fenoles, cumarinas y flavonoides, entre otros. En este estudio preliminar aún no se cuenta con una caracterización de los metabolitos mayoritarios en los extractos, sin embargo; podrían contener dichos compuestos mencionados por Ahmed *et al.* (2016) debido a las condiciones ambientales similares. Por lo anterior, en futuros estudios será necesario identificar y cuantificar las concentraciones de los metabolitos contenidos en los extractos etanólicos de *Leucaena* que tengan actividad acaricida para probarlos de manera individual o de forma sinérgica.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Rhipicephalus microplus* expuestas a diferentes concentraciones de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena* spp.

Tratamientos	Mortalidad (%)	Eficacia (%)
Cunningham (50%)	91.7	92.7
Cunningham (40%)	78.4	82.0
Cunningham (30%)	62.4	71.0
Cunningham (20%)	29.5	59.3
KX2 (50%)	82	90.7
KX2 (40%)	77.7	83.0
KX2 (30%)	64.9	82.0
KX2 (20%)	58.4	72.7
Nativa (50%)	54.6	75.7
Nativa (40%)	49.5	67.3
Nativa (30%)	38.75	62.2
Nativa (20%)	28	57.0
Control	0	N.a.

N.a., no aplica

Conclusión

Se concluye que los extractos de los tres genotipos de *Leucaena* spp. tuvieron una buena mortalidad y eficacia contra larvas de *R. microplus*, sin embargo, se requiere de más estudios para identificar los metabolitos que tengan una acción individual o en sinergia para el control de *R. microplus*.

Referencias

- Ahmed M et al. 2016. Tannins and mimosine in *Leucaena* genotypes and their relations to *Leucaena* resistance against *Leucaena psyllid* and *Onion thrips*. *Agrofor Syst* 91: 1–8.
- Álvarez-Colom O, Neske A, Popich S, Bardón A. 2007. Toxic Effects of Annonaceous Acetogenins from *Annona cherimolia* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J Pest Sci* 80: 63–67.
- Eck G, Fiala B, Linsenmair KE, Bin Hashim R, Proksch P. 2001. Trade-off between chemical and biotic anti-herbivore defense in the South East Asian plant genus *Macaranga*. *J Chem Ecol* 10: 1979–1996.
- Fernández-Salas A et al. 2011. *In vitro* Acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Vet Parasitol* 175: 113–118.
- Heil M, Baumann B, Andary C, Linsenmair KE, McKey D. 2002. Extraction and quantification of “condensed tannins” as valuable measure of plant anti-herbivore defence? *Naturwissenschaften* 89: 519–524.
- Muro-Castrejón FC et al. 2003. Repellence of *Boophilus microplus* larvae in *Stylosanthes humilis* and *Stylosanthes hamataplants*. *Parasitol Latinoam* 58: 118–121.
- Rodríguez-Vivas RI et al. 2006. Prevalence and potential risk factors for organophosphate and pyrethroid resistance in *Boophilus microplus* ticks on cattle ranches from the State of Yucatan, Mexico *Vet. Parasitol* 336: 335–342.

- Rodríguez-Vivas RI et al. 2017 Potential economic impact assessment for cattle parasites in México. *Rev Mex Cienc Pec* 8(1): 61–74.
- Rodríguez-Vivas RI et al. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y Rec Agropecuarios* 1(3): 295–308.
- Santamaría VM, Soberanes CN. 2001. En Memorias del Curso-Taller sobre diagnóstico de resistencia a ixodícidas en garrapatas *Boophilus microplus*. Del 26 al 28 de septiembre, Jiutepec, Morelos, México 1–121.
- Soberanes CN, Santamaría VM, Fragoso SH, García VZ. 2002. Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus* en México. *Téc Pec Méx* 40: 81–89.

Características Físicas de la Carne de Corderos Katahdín con Pelibuey Alimentados con Dietas a Base de Concentrado y Forraje

J. G Cantón*, J.E. Castillo, R.A. Alcaráz, A.E. Pérez, Y.B. Moguel

Resumen. Se evaluó el efecto de la inclusión de concentrado y forraje en la dieta sobre las características físicas de la carne de corderos cruzados (F1) Katahdín con Pelibuey. Treinta y seis corderos machos enteros fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar a cuatro tratamientos: 1) 100% Alimento comercial con 15% de PC (AC); 2) 70% AC + 30% de pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), ACMA; 3) 70% AC + 30% pasto Mombaza (*M. maximum*), ACPM; 4) 70% AC + 30% CT-115 (*P. Purpureum*), ACPCT. Los corderos se alimentaron en forma *ad libitum* y se sacrificaron al final del experimento (90 d). No se encontró un efecto de la dieta sobre las características de la canal y propiedades físicas de la carne ($P>0.05$). Los valores promedio para el pH y temperatura $\pm$ DE encontrados fueron de 5.58 ± 0.12 y 6.38 ± 0.56 °C, respectivamente. La poca pérdida de agua en la carne (0.1%), indica que esta conservó sus propiedades físico-químicas adecuadas para su almacenamiento. Los corderos alimentados con dietas que incluyen forraje tienen características físicas de la carne similar a los que recibieron solo concentrado, lo que indica que es posible producir carne de corderos con excelentes propiedades, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

Palabras clave: corderos, concentrado, forraje, carne.

Introducción

La carne de borrego u ovino, en relación a las carnes procedentes de otras especies de animales explotadas por el hombre, goza de amplia aceptación y preferencia entre la población mexicana. Prueba de ello, son su textura y sabor, no dejando a un lado su riqueza nutricional.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

*Autor de correspondencia: gcanton.javier@inifap.gob.mx

México ha sido deficitario en carne de ovino, recurriendo a las importaciones para complementar el abasto, las cuales para el año 2000 ascendieron 44, 666 toneladas sin embargo, con el incremento de la producción nacional en los últimos años, la entrada de carne se ha estado reduciendo paulatinamente, de tal manera que para el año el 2011 se introdujeron solamente 10,613 toneladas (FAOSTAT, 2015).

Para satisfacer la demanda de carne y cumplir con los estándares de calidad que exige el mercado, es necesario realizar comparaciones entre razas de ovinos y sistemas de alimentación para conocer cual fenotipo produce mayor y mejor calidad de carne. Al respecto, se ha reportado que el nivel de alimentación y el tipo de dieta afecta la mayoría de las características de la canal, debido a que una alta concentración de energía en la dieta se refleja en una mayor deposición de tejido muscular y adiposo, así como de crecimiento de los diferentes órganos (McLeod y Baldwin, 2000; Cantón, 2014). Lo anterior implica la existencia de un límite biológico en el potencial fisiológico del animal para depositar proteína, almacenando el resto de la energía consumida como grasa. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del concentrado y forraje en la dieta sobre las características físicas de la carne de corderos cruzados (F1) Katahdín × Pelibuey (KtPb).

Materiales y métodos

Se utilizaron 36 corderos machos enteros Katahdín × Pelibuey, con un peso vivo promedio $\pm$ desviación estándar (DE) de 15.1 ± 2.2 . Los animales se distribuyeron con base a su peso vivo, utilizando un diseño totalmente al azar (Montgomery, 2004), a cuatro tratamientos que consistió en la inclusión de diferentes fuentes de forraje en la dieta base de los animales: 1) 100% Alimento comercial con 15 % de PC (AC); 2) 70% AC + 30% de pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), ACMA; 3) 70% AC + 30% pasto Mombaza (*M. maximum*), ACPM; 4) 70% AC + 30% CT-115 (*P. Purpureum*), ACPCT. Las proporciones de alimento y forraje se consideraron en base seca (BS), las cuales se convirtieron a base húmeda (BH) al momento de ser suministrados a los corderos. Las dietas aportaron de 2.6 a 2.7 Mega calorías (Mcal)/animal/día, para obtener una ganancia de peso de 200 a 250 g/animal/día, aproximadamente (Huerta, 2001). Los animales se alojaron de acuerdo a su tratamiento en grupos de tres en corraletas provisto de área de sombra, bebedero y comedero. Cada repetición consistió en un animal, los cuales recibieron una mezcla de minerales traza libremente y tuvieron un período de adaptación a las dietas y corraletas de 14 días y, se pesaron previo ayuno de 16 horas, al inicio, cada 14 días y al final del período de mediciones, el cual tuvo una duración de 90 días. Al finalizar la prueba todos los corderos se sacrificaron, previo ayuno de 16 h, de acuerdo a la norma oficial Mexicana establecida para el sacrificio y faenado de animales (NOM-194-SSA1-2004). Se les cortó la cabeza a la altura de la

articulación occisito-atloidea y, la piel, las patas, partes de la cavidad torácica (órganos y glándulas) y contenido de la cavidad abdominal y pélvica (contenido gastrointestinal) fueron removidos para dejar libre a la canal. Se obtuvo el peso de la canal caliente para determinar su rendimiento. La canal se mantuvo en refrigeración a 4°. C y a las 24 horas, posteriormente se realizó un corte acanalado entre la 12ª y 13ª costilla para medir en el músculo *longissimus dorsi* (LD) el pH con un pH-metro multifuncional HANNA y la temperatura con un termómetro digital y antimicrobiano Taylor. La canal se diseccionó y se tomaron muestras de 2.5 cm de grosor del músculo LD para determinar la pérdida de agua, pesando las muestras de músculo antes y después de almacenarlas durante 24 y 48 h a 4°C, de acuerdo a la metodología recomendada por Braña *et al.* (2011). Se evaluó el color de la carne, mediante el sistema de escalas L*, a*, b*, recomendado por el CIE (1986). Los resultados se analizaron usando un modelo lineal (GLM) de efectos fijos, que incluyeron el efecto de la dieta, a través de los procedimientos del SAS (SAS Inst. Inc., 2003).

Resultados y discusión

El Cuadro 1 presenta los resultados del efecto del concentrado y forraje en la dieta sobre las características de la canal y propiedades físicas de la carne de los corderos, en donde no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas ($P>0.05$). Los valores promedio para el pH y temperatura $\pm$ Desviación Estándar (DE) encontrados fueron de 5.58 ± 0.12 y 6.38 ± 0.56 °C, respectivamente, los cuales se encuentran dentro de los rangos normales para la carne fresca, lo que indica que existió suficiente reserva de energía (glucógeno) en músculo para el proceso de maduración de la carne (Aberle *et al.*, 2001).

No se observó un efecto significativo atribuible a la dieta sobre el olor (Cuadro 2) y pérdida de agua de la carne de los corderos (Cuadro 3). Se ha observado, que los componentes de la carne están directamente relacionados con el grado de madurez, en donde los animales de mayor edad registran una coloración más oscura de la carne (Salgueiro *et al.*, 2009 ; Jacques *et al.*, 2011.). Otros autores (Bonanno *et al.*, 2012) reportan también que el nivel de forraje de la dieta tiene efectos mínimos sobre características de la carne de corderos, lo cual concuerda con lo hallado por Diaz *et al.* (2002). La poca pérdida de agua en la carne (0.1%), indica que independientemente de la dieta, esta conservó sus propiedades físico-químicas adecuadas para su almacenamiento.

Es probable que al incluir el forraje en la dieta mejoró la función ruminal de los corderos y junto con los granos, como el sorgo y la soya constituyan un complemento adecuado para una utilización más eficientemente de los componentes de la dieta, lo

cual les permite tener características físicas de la carne similares al de dietas a base de concentrado.

Conclusión

Los corderos alimentados con dietas que incluyen 30% de forraje tienen características físicas de la carne similar a los que recibieron solo concentrado, lo que indica que es posible producir carne de corderos con excelentes propiedades, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

Cuadro 1. Efecto del concentrado y forraje en la dieta sobre las características de la canal, pH y temperatura de la carne de corderos Katahdín × Pelibuey

Tratamiento	n	Peso Vivo al Sacrificio (kg)	Peso de la Canal (kg)	Rendimiento de Canal (%)	pH	Temperatura (°C)
AC	9	44.03±3.7	21.30±2.4		5.58±0.1	
		2	4	48.30±2.20	9	5.98±0.84
ACMA	9	43.48±1.1	21.10±1.0		5.62±0.1	
		7	6	48.51±2.10	3	6.68±0.53
ACPM	9		20.82±1.6		5.57±0.0	
		43.26±2.7	9	48.11±2.30	4	6.73±0.10
ACCT	9	43.77±2.3	21.24±0.6		5.55±0.1	
		3	4	48.61±2.21	3	6.13±0.79

AC= Alimento comercial; ACMA= Alimento comercial + Maralfalfa; ACPM= Alimento comercial + Mombaza; ACCT= Alimento comercial + CT-115.

Cuadro 2. Efecto del concentrado y forraje en la dieta sobre las características de color del músculo *Longissimus D.* de corderos Katahdín × Pelibuey

Tratamiento	n	L*	a*	b*
AC	9	37.72±1.46	19.47±1.14	3.90±0.8
ACMA	9	35.66±3.7	18.21±1.65	3.54±0.8
ACPM	9	36.82±0.65	19.47±1.07	4.20±1.0
ACCT	9	37.09±2.25	19.08±0.96	3.98±0.9

AC= Alimento comercial; ACMA= Alimento comercial + Maralfalfa; ACPM= Alimento comercial + Mombaza; ACCT= Alimento comercial + CT-115.

L*: 0 = Negro a 100 = Blanco

a* : 0 = Verde a 100 = Rojo

b* : 0 = Azul a 100 = Amarillo

Cuadro 3. Efecto del concentrado y forraje en la dieta sobre la pérdida de agua en el músculo *Longissimus D.* de corderos Katahdín × Pelibuey

Trat	n	Pérdida a 24 h (%)	Pérdida a 48 h (%)
AC	9	0.102±0.044	0.122±0.035
ACMA	9	0.108±0.038	0.144±0.045
ACPM	9	0.107±0.042	0.129±0.046
ACCT	9	0.104±0.017	0.128±0.020

AC= Alimento comercial; ACMA= Alimento comercial + Maralfalfa; ACPM= Alimento comercial + Mombaza; ACCT= Alimento comercial + CT-115.

Referencias

- Aberle ED et al. 2001. Principles of Meat Science. 4th Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, USA. 354 p.
- Bonanno A et al. 2012. Effect of legume grains as a source of dietary protein on the quality of organic lamb meat. J. Sci. Food Agric.. doi: 10.1002/jsfa.5616.
- Braña VD et al. 2011. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPA. INIFAP.CONACYT. COFUPRO. México D.F. 89 p.
- Cantón J et al. 2014. Cortes selectos de la canal de corderos cruzados Katahdin con Pelibuey alimentados con dietas a base de forraje de alfalfa. Memoria de la XXIV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en climas cálidos pp: 501–506.
- CIE. 1986. Commission Internationale de l'Éclairage. Colorimetry publication. 2nd ed. CIE Publ. No. 15.2. Bureau Central de la CIE. Vienna, Austria.
- Díaz MT et al. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. Small Rum Res 43: 257–268.
- FAOSTAT. 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Cultivos y productos de ganadería. Comercio de Exportaciones e Importaciones. Clasificación por País. <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>. (consulta 17 de Marzo del 2017).
- Huerta BM. 2001. Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericano. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Yucatán, México 16 p. (Memoria CD).
- Jacques J, Berthiaume R, Cinq-Mars D. 2011: Growth performance and carcass characteristics of Dorset lambs fed different concentrates: Forage ratios or fresh grass. Small Rumin Res 95: 113–119.
- Montgomery DC. 2004. Diseños y Análisis de Experimentos. 2ª ed. Edit. Limusa, México. 686 p.
- NOM 194-SSA1-2004. Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía.
- Salgueiro Z, Díaz MD, Carballo SJ. 2009. Efecto del acabado sobre la calidad de la canal de terneros y terneras alimentados con ensilados. Arch. Zoot. 58: 11–22.
- S.A.S. Institute Inc. 2003. SAS/STAT user's Guide. Version 6. Fourth Edition. Vol. 1. Carry, NC. SAS Institute Inc. 943 p.

Rendimiento y Concentración de Nitrógeno de Cinco Variedades de Pastos del Género *Pennisetum* en la Región Central del Estado de Campeche

C. Pineda-Santos, K. Dose-Maldonado, M.C. Soto-Barajas, R.A. Chiquini-Medina*.

Resumen. Entre los pastos de corte pertenecientes al género *Pennisetum* se encuentran diversas cultivares cuyos rendimientos y cualidades nutritivas podrían representar una fuente importante de forraje de buena calidad para la región central del estado de Campeche; sin embargo, su uso, ha sido poco empleado, principalmente por el desconocimiento debido a la usencia de investigación sobre su adaptación y sus características bromatológicas en esta región. El presente experimento se llevó a cabo en la finca experimental Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná (ITCh), con la finalidad de evaluar la producción y el contenido de nitrógeno de cinco cultivares del género *Pennisetum* (OM-22, Maralfalfa, Pasto morado, CT-115 y CT-169), con y sin fertilización nitrogenada durante tres etapas de corte (60, 90 y 120 días). Los resultados indicaron que las variedades CT-169 y CT-115 con fertilización y corte a los 90 días fueron en las que se registró un mejor rendimiento. Por otro lado, no se detectó un efecto directo de la fertilización en la concentración de N en los pastos evaluados, mientras que se observó una disminución del contenido de N a mayor edad del pasto. Considerando los resultados del presente ensayo se puede concluir que existen diferentes opciones dentro del género *Pennicetum* con calidad nutritiva y buenos rendimientos en condiciones similares a la región de central del estado de Campeche.

Palabras clave: forrajes, fecha de corte, fertilización, biomasa, bromatología.

Introducción

La zona tropical del planeta está integrada por 90 países y se extiende en una región de 51 millones de km², en dicha área se concentra el 40% de la población mundial, y existe una alta tasa de crecimiento demográfico. Sin embargo, debido a las condiciones de sequias largas e intensas, la producción de alimentos es limitada.

Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche.

*Autor de correspondencia: ricardochiquini@yahoo.com.mx

Por ejemplo, en estas condiciones solo logran producir entre 10 y 25% de la leche y la carne que se producen en los países desarrollados (Crespo 2001). Debido a la influencia de los factores anteriormente mencionados, en los trópicos de América Latina la disponibilidad de forrajes es escasa y de mala calidad, y debido a que la ganadería es una de las actividades económicas principales, en aquellos sitios con fertilidad natural baja y en las regiones que se presentan sequías estacionales dicha actividad puede ocasionar en pérdidas importantes para los productores.

La región tropical de México abarca aproximadamente 56 millones de hectáreas. El 75% de dicha superficie se dedica a la ganadería, constituida de agostaderos y praderas nativas y praderas inducidas y el resto son praderas introducidas; sin embargo, el índice de productividad de carne y leche del país es bajo. Esta baja productividad, además de la alta competitividad en el sector, obliga a los productores a buscar alternativas tecnológicas y un manejo más eficiente de los recursos naturales que permitan un aumento en la producción y la calidad del forraje (Calzada, 2007). En este sentido, Ramírez *et al.* (2004) indican que la introducción de germoplasma forrajero es una de las principales vías para aumentar la productividad de los agroecosistemas ganaderos. El uso de *Pennisetum purpureum* ha sido una de las alternativas tecnológica más viables dentro del grupo de pastos forrajeros de corte destinados a la alimentación animal en zonas tropicales. Las diversas variedades del género *Pennisetum* tienen como característica en común un hábito de crecimiento erguido, con cepas vigorosas y porte alto, son los pastos de mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa por unidad de superficie en el mundo (Da Silva, 2006). Dentro de las variedades más conocidas de este género se encuentran: el zacate Taiwán, el Gigante o Elefante, al igual que el King grass, el Merkerón, el Napier, el Roxo, entre otros; particularmente en México las especies introducidas más comunes son OM-22, CT-115 y Maralfalfa (Rosa y Silva, 1997), con rendimientos potenciales, según Padilla C. y F. Curbelo (2005), superiores a 40 t/ha en masa verde en cada corte y 120 t/ha/año, y niveles de proteína entre 6 y 8.5% en base seca.

Aun cuando se tiene información de la buena productividad y excelente contenido nutrimental de pastos del género *Pennisetum*, la calidad, cantidad y distribución de nutrientes en estas plantas estarán influenciados por factores propios de cada región y de las condiciones de desarrollo del cultivo. Al respecto Dávila-Arana y Sánchez-Ken (1996) mencionan que de los factores biológicos que afectan la calidad de las plantas forrajeras sobresalen las etapas de desarrollo, en sus estados juveniles, la cantidad de proteínas producida es alta, pero comienza a disminuir conforme se alcanza la madurez en que se refleja en una mayor producción de carbohidratos y lignificación de las partes vegetativas. Sin embargo, el corte puede interrumpir este ciclo natural de crecimiento (especialmente en sus etapas adultas), y volver a regenerar tanto tallos como follaje, casi con las mismas características de las etapas. Por otra parte, con el fin de evitar

estas deficiencias en las zonas ganaderas, la utilización de fertilizantes ha sido una actividad común, debido a que el valor nutritivo del forraje estará determinado por la presencia de proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos que son necesarios para la salud, crecimiento y productividad de los animales, así como también por las adaptaciones biológicas que permiten su fácil y rápida reproducción vegetativa.

Por las razones antes mencionadas la introducción de un nuevo cultivar a una región en particular debe de ir acompañada un sustento experimental confiable que permita al productor agropecuario tomar decisiones de acuerdo a sus necesidades. Para el caso de pastos del género *Pennisetum* las variedades disponibles en el mercado son limitadas y no se cuenta con un estudio comparativo en que se evalúe la producción y las características bromatológicas de variedades creciendo en la misma región. La presente investigación se realizó con el objetivo de comparar el rendimiento y las características nutritivas entre un conjunto de cinco variedades de pastos del género *Pennisetum* de acuerdo al manejo de riego y fertilización típicos de los pastizales de corte en región central del estado de Campeche.

Materiales y métodos

Material vegetal y establecimiento de los cultivos. Los cultivares evaluados en este experimento fueron OM-22, Maralfalfa, Pasto morado, CT-115 y CT-169 todos ellos correspondientes a pastos de corte del género *Pennisetum*. Las parcelas experimentales se establecieron durante los meses de agosto a diciembre de 2017 en un lote ubicado en la finca experimental Xamantún (-90° 25' 05" S; 19° 43' 15" E; 47 msnm) del Instituto Tecnológico de Chiná, en el municipio de Campeche. El clima predominante en la región es cálido subhúmedo con 26°C de temperatura media anual y 1200 mm de precipitación al año.

La distribución de los cultivares de *Pennisetum* fue en bloques al azar en parcelas de 2 m de ancho por 5 m de largo. La preparación del terreno para la siembra consistió en un manejo convencional, similar al que se da a los pastizales de la región, mediante barbecho, rastreos cruzados y surcado. El método de siembra fue a través de yemas de tallos de plantas que tenían entre 120 y 140 días de establecidos, se hizo un corte a una altura de entre 15 y 20 cm de las plantas madres y se eliminaron las puntas tiernas, las cañas se colocaron en el fondo del surco de forma cruzada y con 80 cm de separación entre surcos. Los terrenos se regaron cada tres días durante tres horas. En los lotes en que aplicó fertilizante se aplicó al boleó el equivalente a 100 kg de urea.

Registro de datos. Durante los cinco meses de desarrollo del experimento en cada etapa de corte correspondiente a los 60, 90 y 120 días, se registraron el tamaño de la planta, largo de hoja, ancho de hoja, grosor de tallo, número de hojas, obtención de biomasa y peso de pasto seco. Para dicho procedimiento se ubicaron cuatro plantas de forma

aleatorio en las 60 parcelas experimentales en que se establecieron los cinco cultivares de *Pennisetum* con y sin fertilización. Además del procedimiento anterior, en cada etapa de corte (60, 90 y 120 días) se realizaron análisis bromatológicos en para conocer la producción de materia verde, concentración de nitrógeno y contenido de proteínas mediante el método Kjeldahl de acuerdo a lo descrito por AOC (2000) y Matissek *et al.* (1998).

Análisis de datos y diseño experimental. Los datos obtenidos en campo y laboratorio se agruparon en una base de datos y se procesaron con el programa estadístico InfoStat (UNC, Argentina), para la realizar un análisis de varianza (ANOVA), en este trabajo se consideró un diseño en bloques y en parcelas divididas, tomando como variables independientes el cultivar de *Pennisetum* (OM-22, Maralfalfa, Pasto morado, CT-115 y Cuba CT-169), la aplicación de fertilizante (sin o con 100 kg de urea) y la etapa de corte (60, 90 o 120 días); mientras que las variables independientes evaluadas en este trabajo fueron exclusivamente el rendimiento del cultivo y el contenido de nitrógeno.

Resultados y discusión

Cultivar. En congruencia con lo que se reporta en la bibliografía especializada sobre el tema, existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las cinco cultivares, OM-22, Maralfalfa, Pasto morado, CT-115 y Cuba CT-169, de pastos del género *Pannisetum* en cuanto a la producción expresado como producción en verde (Fig. 1).

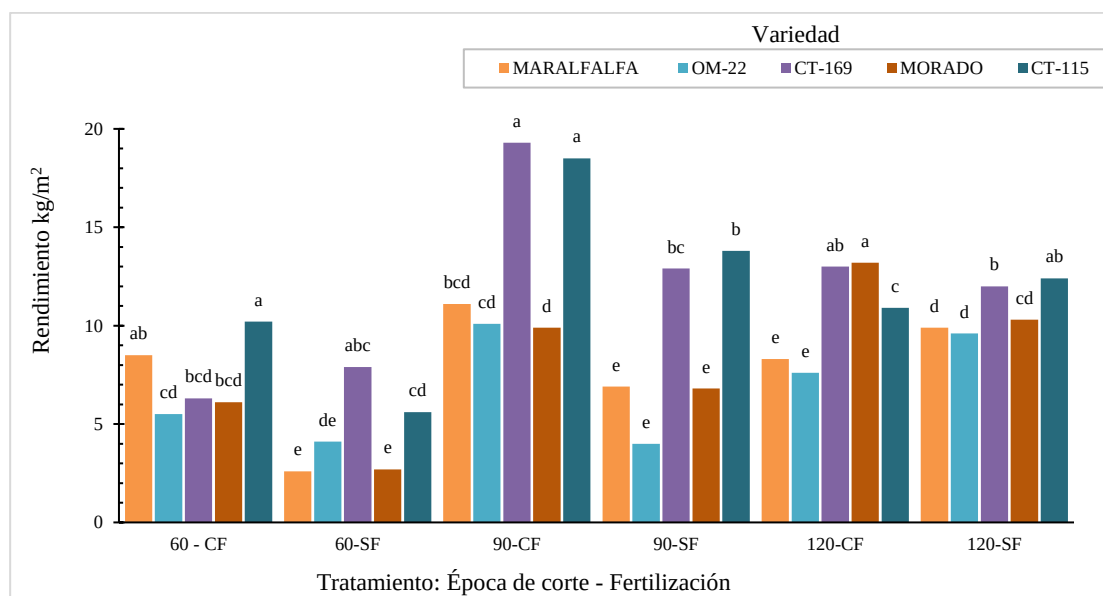


Figura. 1. Influencia de la variedad, la fertilización y fechas de corte en la producción expresada como peso en fresco de cinco cultivares de pastos del género *Pennisetum*.

Diferentes letras sobre la barra indican diferencias significativas ($P>0.05$) en la producción para un mismo tratamiento.

Las diferencias en producción entre las cultivares de *Pennisetum* que se observan en la Figura. 1 son resultado de los antecedentes genético, lo cual sobrepasa los efectos que pudieran tener las condiciones de crecimiento y/o el manejo del cultivo, la mayor parte de dichas diferencias se deben a que en gran medida el desarrollo de cada cultivar diseñó con la finalidad de satisfacer o sortear una serie de limitantes específicos dentro del ambiente en que se generaron. Por otra parte, la comparación entre una misma variedad en respuesta a la época de corte y a la fertilización arrojaron datos que conviene detallar con más atención.

El efecto de la fertilización es notable durante las tres fechas de corte. De acuerdo con la información presentada en la Fig.1, se puede decir que en general, la fecha optima de corte a los 90 días, pues fue ahí donde se obtuvo el mayor rendimiento. Las variedades que presentaron el mayor rendimiento fueron CT-169 y CT-15. El tratamiento que mermó más la producción fue cuando no se aplicó fertilización combinado con una fecha de corte a los 60 días, obteniéndose los peores rendimientos particularmente en Maralfalfa y el cultivar Morado.

En relación con el contenido de nitrógeno, los resultados indicaron que existieron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de la fecha de corte y la fertilización; sin embargo, el efecto de la variedad solamente fue evidente a partir de la segunda fecha de corte (Fig. 2).

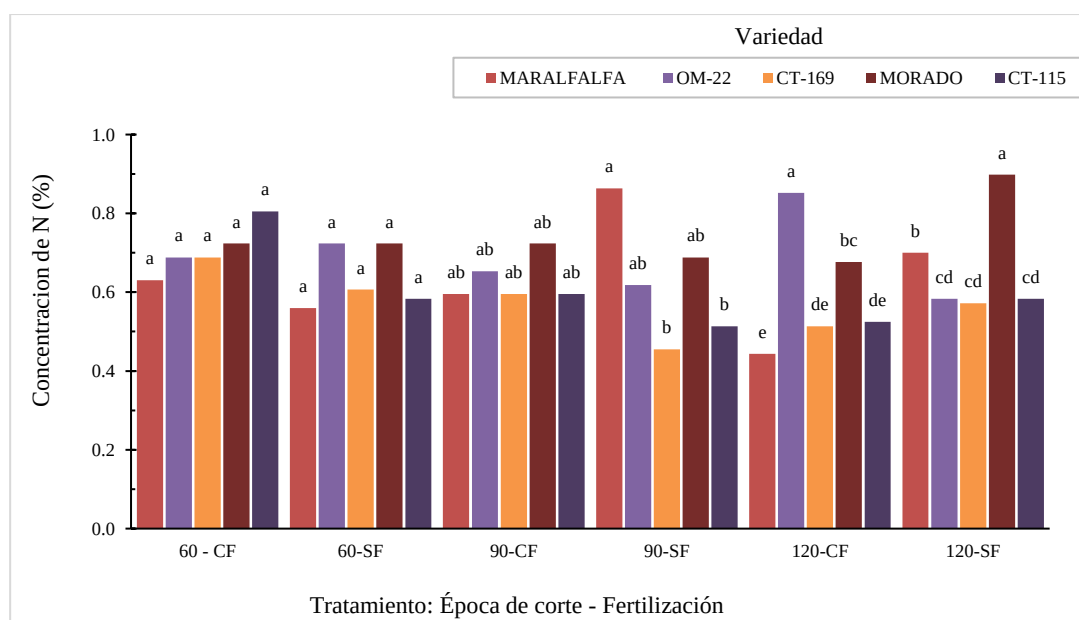


Figura 2. Influencia de la variedad, la fertilización, y la fecha de corte en el contenido

de N en los tejidos de las plantas obtenidos de cinco cultivares de pastos del género *Pennisetum*. Diferentes letras sobre la barra indican diferencias significativas ($P > 0.05$) en la concentración de N para un mismo tratamiento.

Durante el primer corte de los pastos a los 60 días, tal como se muestra en la Fig. 2, no se observaron diferencias significativas en la concentración de N entre los cultivares de *Pennisetum* tanto en el tratamiento en que se aplicó fertilizante como en el que no se adicionó. Las diferencias en la concentración de N entre los diferentes cultivares se empiezan a observar en el segundo corte, a los 90 días, pero únicamente en aquellas que no fueron fertilizadas, de entre estas la variedad Maralfalfa tuvo el mayor contenido de N y en las variedades CT-115 y CT-169 las concentraciones de este elemento fueron menores. Mientras que en el tercer corte, a los 120 días, puede observarse que tanto la variedad del pasto con la fertilización influyen directamente en el contenido de N en los tejidos de las plantas. Aunque el N disminuye, tal comportamiento no es homogéneo en todas las variedades; por ejemplo, en la variedad Morado se refleja una contradicción a este principio, pues presenta el mayor contenido de nitrógeno a los 120 días y sin aplicación de fertilizante.

Conclusiones

Entre los cinco cultivares de pastos *Pennisetum* evaluados, las variedades CT-1699 y CT-115 fueron las que produjeron mayor rendimiento, dicho comportamiento puede deberse a una mayor capacidad de adaptación al medio en que se desarrollaron, incluyendo el manejo, y las condiciones edáficas y climáticas que se presentan en la zona donde se ubica la finca experimental Xamantún. Aunque existió una respuesta positiva en el rendimiento de los pastos a la aplicación de N a través de la fertilización con urea, en la mayoría de las variedades de pastos utilizados en este ensayo, aquellas que fueron crecieron en terrenos fertilizados tuvieron una producción mayor que los crecieron en terrenos sin fertilizar. Con respecto a la concentración de N en los pastos, no se observó ningún cambio debido a la fertilización; pero se produjeron diferencias claras en la concentración de N por efecto de la época de corte, de forma general se observó una disminución del contenido de N a mayor edad del pasto, aunque la variedad del cultivo también ejerció una influencia importante en este parámetro evaluado. Considerando en conjunto los resultados del experimento se recomienda como fecha óptima de corte los 90 días, pues de ese momento en la mayoría de los cultivares evaluados se conjugan un rendimiento y una concentración de N superiores a los que se podrían obtener a los 60 y 120 días.

Referencias

- Aguilar C. 2009. Producción y calidad de leche y carne en sistemas silvopastoriles. En: II Congreso sobre silvopastoriles intensivos. Tepalcatepec.
- Araya M, Boschini C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. Agron Mesoam 16(1):37-43.
- AOAC Internacinal: Official Methods of Analisis. (1990) 15th Edition.
- AOAC International: Official Methods of Analysis. (2000) 17ªed. Gaithersburg, USA
- Crespo, G. 2001. La producción de pastos y forrajes. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. CD-ROM
- Dávila UM et al. 2016. Contribuciones al estudio de la Maralfalfa (*Pennisetum* spp.) Entorno ganadero.
- Da Silva CS, Nascimento JD. 2006. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. Em: Pereira OG, Obeid JA, Do Nascimento JD, Fonseca DM (Eds.). Anais do III Simposio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. UFV. Viçosa. Brasil. 2006: 1–42.
- Dávila Aranda P, Sánchez Ken J. 1996. La importancia de las gramíneas como forraje en México. Ciencias, núm. 44, octubre-diciembre, pp. 32-34.
- Padilla C, Curbelo F. 2005. Dos métodos de plantación en el establecimiento de yerba elefante CT-115 (*Pennisetum purpureum*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39: 219–222.
- Ramírez A et al. 2004. Impacto de la actividad ganadera en los macizos montañosos cubanos. En:Memorias del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. ed: J. Dimitrov, Granma, Cuba
- .

Elaboración de un Alimento Energético-Proteico a Base de Malanga Utilizando Levaduras *Saccharomyces cerevisiae* para Alimentación Bovina

L.A. Reyes-Cruz¹, J.M. Zaldívar-Cruz², J.A. Ramos-Juárez³, R. López-López⁴, A. Bucio-Galindo⁵

El objetivo de este trabajo, fue analizar los efectos y los niveles de levadura que se pueden aplicar en los diferentes alimentos elaborados a base de malanga, y de igual forma la composición química, fermentativa y microbiológica de los alimentos para consumo animal. La hipótesis a comprobar en este trabajo, es posible la obtención de alimentos energéticos-proteínicos para bovinos, a partir de tubérculos como la malanga, por fermentación en estado sólido, utilizando inóculos de levaduras para incrementar el contenido proteínico del alimento. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial 3 x 5 (tres niveles de inóculo de levaduras y cinco días de fermentación) con cuatro repeticiones por tratamiento con un total de 60 unidades experimentales. Los tratamientos fueron T1: 0% Inóculo Día 0, 1, 2, 3 y 4, T2: 5% Inóculo Día 0, 1, 2, 3 y 4 y T3: 10% Inóculo Día 0, 1, 2, 3 y 4 (Inóculo 0%: 20.75 ml agua, Inóculo 5%: 12,5 ml inóculo + 10.375 ml agua, 10% Inóculo: 25 ml de inóculo). Los valores de pH y Grados Brix fueron elementos a evaluar, los cuales se mostraron en un óptimo de crecimiento para las levaduras lo cual permitió al tratamiento 3, ser más eficiente, dando así a la fermentación en estado sólido (FES) como una alternativa para el aprovechamiento de componentes nutricionales dando así un alimento energético-proteico óptimo para la alimentación de rumiantes.

Palabras clave: azúcares, fuente energética, inóculo, levadura.

Introducción

La alimentación es eje fundamental en todo sistema de producción animal, pues de esta depende el funcionamiento orgánico de las especies y por ende el buen desarrollo de parámetros productivos. Moyano (2014).

¹Ingeniero Zootecnista. Universidad Popular de la Chontalpa. Cardenas Tabasco.

^{1,2,3,5}Colegio de Posgraduados Campus Tabasco. Cardenas, Tabasco.

⁴Instituto Nacioan de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Huimanguillo, Tabasco.

Autor para correspondencia: reyes.luis@colpos.mx

El proceso de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempos de cosecha y suministrar en tiempo de escasez, conservando la calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados (Garcés *et al.*, 2004).

Se han implementado algunas técnicas y alternativas de alimentación para solventar el problema, La Malanga [*Colocasia esculenta* (L.) Schott.] es un tubérculo comestible perteneciente a la familia de las Araceae originario de Asia, es una planta cultivada por sus cormos (camotes) que se utilizan en la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales, según la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). Alvarado (2010). Este tubérculo el cual es rico en carbohidratos, pero deficiente en proteínas. Alm y Huertas (2005).

Por otro lado, la fermentación en estado sólido (FES) consiste en hacer crecer un microorganismo sobre un sustrato, empleando una fuente de nitrógeno y sales mineralizadas ricas en micro y macronutrientes, bajo ciertas condiciones de humedad, pH, aireación y temperatura. La FES no presenta agua libre en su estructura, aunque conlleva determinados requerimientos de humedad. Borrás y Torres (2016a).

La adición de levaduras en la alimentación bovina, ha sido una alternativa importante si se considera alimentar eficientemente a animales, mejorando indicadores productivos y reproductivos. La utilización de levaduras viva en los animales constituye una excelente opción, teniendo en cuenta su carácter probiótico y por lo tanto si incidencia en el mantenimiento de la salud en los animales. Suarez y Guevara (2017).

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados, en el municipio de Cárdenas, Estado de Tabasco, México. Esta región se halla a 18° 00' latitud norte y 93° 30' de longitud oeste, con una altura 12 msnm.

Preparación del inóculo de levaduras

Para la elaboración del inóculo de levaduras se realizaron estudios previos, utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la cual se utilizaron los siguientes ingredientes: (cuadro 1).

Una vez mezclado todos los ingredientes, el inóculo fue fermentado en una incubadora a temperatura controlada de 30°C, por un tiempo de 72 horas, con agitaciones promedio de 8 horas.

Cuadro 1. ingredientes para la elaboración de inóculo de levaduras

Inóculo	
Ingredientes	Preparación 100 ml
Melaza	15 ml
Pasta de Soya	4 g
Pulido de arroz	4g
Sales minerales	0.5 g
Sulfato de Magnesio	0.32 g
Urea	0.48 g
Levadura	0.5 g
Agua	75.2 ml
Total	100

Preparación del FES

Para la elaboración del alimento se utilizó Malanga la variedad dulce, esta fue triturada en una licuadora industrial reduciendo a pequeñas partículas, la caña fue cortada 24 horas y fue molida en una picadora de cuchillas. Estos ingredientes se mezclaron con 10% de pasta de soya (como fuente de proteínas), 10% de urea (una fuente de nitrógeno no proteínico), 0.75% de Sulfato de Magnesio y 5% de Minerales LAPISA; composición química en %: P 12, Ca 13, Cl 15.6, Na 10.4, Mg 0.6, S 0.3, Zn 0.12, Mn 0.12, Cu 0.03, Co 50 mg kg⁻¹, I 30 ppm y Se 3.0 mg kg⁻¹). Los tratamientos fueron T1: 0% Inoculo Día 0, 1, 2, 3 y 4, T2: 5% Inoculo Día 0, 1, 2, 3 y 4 y T3: 10% Inoculo Día 0, 1, 2, 3 y 4 (Inoculo 0%: 20.75 ml agua, Inoculo 5%: 12,5 ml inoculo + 10.375 ml agua, 10% Inoculo: 25 ml de inoculo) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ingredientes para elaboración del alimento a base de malanga

Alimento	
	Preparación 250 g
Malanga	155.5 g
Pasta de soya	10 g
Urea	3.75 g
Caña de azucar	75 g
Mg SO ₄	0.75 g
Minerales	5 g
Total	250

Realizada la mezcla fueron vaciados en Frascos Roux con capacidad de 1000 ml de la marca Pyrex®, con la finalidad de fermentar aeróbicamente, se mantuvieron las muestras en incubadora a temperatura de 30° C durante las horas correspondientes a su

tratamiento. El contenido de los frascos Roux fue recolectado, después se tomaron 10 g de muestra y se depositaron en matraz Erlenmeyer de 125 ml, al cual se les adiciono 90 ml de agua destilada estéril, la preparación se agito durante 30 minutos, está se filtró con gasa estériles y se le determino el pH en un potenciómetro automático metodología desarrolladas por Elías *et al.* (2001) y Borrás y Torres (2016b).

Análisis microbiológico

Se tomaron 10 g de muestra y esta se mezcló con 90 ml de agua de peptona de caseína para asegurar un crecimiento de microorganismo, se realizó la preparación del agua peptona según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-110-SSA1-1994. La muestra fue agitada por 30 minutos en un agitador orbital de la marca VWR®, una vez obtenido la muestra completamente homogeneizada esta fue filtrada, con gasas estériles, para así separar los residuos sólidos. Dado el tamaño de las poblaciones microbianas que pueden estar presentes en un alimento, que van desde algunos miles hasta varios millones de células por gramo, su determinación cuantitativa requiere de la preparación de diluciones (4). Se preparó la dilución de 10 ml 1/10 de la muestra, para ello, se añade 1 ml de la muestra a 9 ml de diluyente; es decir de cada 10 ml de esta dilución 1/10, 1 ml corresponde a la muestra. Expresándola mediante una ecuación: Arana (2010).

$$\text{Dilución } 1/10 = \frac{1 \text{ ml Muestra}}{1 \text{ ml Muestra} + 9 \text{ ml Diluyente}} = 10 \text{ ml de dilución } 1/10 \text{ ó } 10^{-1}$$

Una vez obtenida las diluciones se realizó la técnica de vertido en placa, se distribuyeron las cajas Petrí estériles con medida de 90 x 15 mm, en la mesa de trabajo, estas fueron previamente etiquetadas. Se inocularon por duplicado, 1 ml de la dilución correspondiente en cada caja, mediante Micropipeta estéril. Se agregaron aproximadamente 18 a 20 ml de del medio fundido de PDA (agar dextrosa papa) y se mantenido en baño térmico a 45° C. Para homogeneizar, se mezcló mediante movimiento de derecha a izquierda en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que se logró la completa incorporación de del inóculo en el medio. Se dejaron solidificar, según tratamiento en una incubadora de la marca NOVATECH®, las cajas se incubaron en posición invertida a una temperatura de 30° C. Este mismo procedimiento se realizó para la obtención de bacterias lácticas con un medio de cultivo MRS.

Resultados y discusión

Los valores de pH obtenidos de cada uno de los tratamientos, en el cual estuvo en un promedio de aumento, en el cual se mostró que al día 0 los pH se mantenían en promedio de 5.5 y al día 4 de los días de tratamiento tuvieron un incremento de 8.0, lo cual puede ser un adecuado crecimiento de microorganismos que toleran el crecimiento de las levaduras en un proceso de FES (Becerra, 2006; Caraveo 2008).

El uso de azúcar en la adición de caña, mostro un decrecimiento, lo cual señala que la adición de levaduras, tuvieron una utilización, ya que esta al día 0 mostro un promedio de 20% la cantidad de grados Brix, en el día 1mostró una disminución de 16% y se mantuvo con un pequeño incline en el día 4 de hasta el 15%.

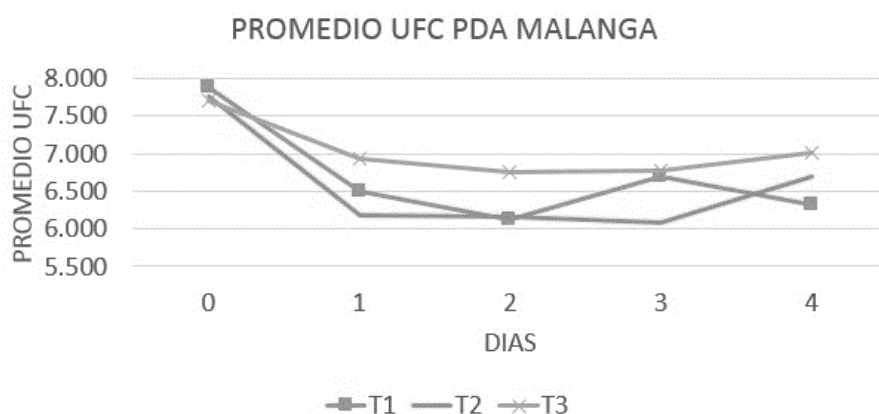


Figura 1. Promedio de crecimiento de UFC de levaduras en alimento FES en malanga.

La utilización de la levadura presente dentro del alimento con malanga, presentó diferentes resultados con las diferentes adiciones de tratamientos, lo cual muestra que el tratamiento 1 y 2 muestran un ligero crecimiento en los días 1 al 4, mientras que el tratamiento 3 muestra un crecimiento de UFC en el contenido de alimento, una de las causas del poco crecimiento dentro del alimento es a la presencia de ácido grasos volátiles (AGV) que básicamente se presenta por la urea, esto inhibe el crecimiento microbiana (Pinto *et al.*, 1989). (Figura 1)

Conclusiones

El tratamiento 3 a base de malanga mostró un mejor comportamiento a diferencia de los demás tratamientos, el pH mostrándose óptimo para el crecimiento de las levaduras,

y el uso de azúcares fueron factores para el aprovechamiento de las levaduras. La fermentación en estado sólido permite optimizar componentes nutricionales de cultivos, convirtiéndolo en un alimento energético-proteico óptimo para alimentación de rumiantes.

Referencias

- Alm I et al. 2005. Elaboración De Mezclas De Malanga-Ajonjolí Para La Producción De Alimentos Listos Para Servir.
- Alvarado. 2010. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga, 11.
- Arana I, Orruño M, Barcina I. 2010. Diluciones y cc. muestras líquidas y sólidas, 7.
- Becerra BA. 2006. Aprovechamiento de Subproductos de Manzana Mediante la Producción de Proteína Microbiana con Fermentación en Estado Sólido para la Alimentación Animal. Disertación Doctoral. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, MX.
- Borrás-sandoval LM, Torres-vidales G. 2016. Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido – FES Animal feed production by solid state fermentation – SSF Produção De Alimentos Para Animais A Través De Fermentação Em 47–54.
- Garcés Molina AM et al. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación 1(1): 66–71.
- Moyano Bautista MA. 2014. Fermentación en estado sólido (fes) de la papa (*Solanum Tuberosum*), como alternativa tecnológica para la alimentación animal. UNAD. Retrieved from <http://66.165.175.249/handle/10596/2545>
- Pinto J et al. 1989. High enthalpy and low enthalpy death in *Saccharomyces cerevisiae* induced by acetic acid. Biotechnol. Bioeng. 33 p.
- Suárez-machín C Guevara-rodríguez CA. 2017. Levadura *Saccharom myces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. Revisión bibliográfica.

