

Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable: aportaciones desde el sur-sureste mexicano



Editores

Facundo Sánchez Gutiérrez
Rubén Monroy Hernández
Ángel Sol Sánchez
Francisco Guevara Hernández
José Alfredo Medina Meléndez
Arely Bautista Gálvez
Abisag Antonieta Ávalos Lázaro
José del Carmen Gerónimo Torres

Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable: aportaciones desde el sur-sureste mexicano

Primera edición, febrero de 2023

Diseño editorial, de forros, diagramación y formación: **Bernardo O. R. De León**

ISBN: **978-607-561-161-7**

D.R. © 2023 Universidad Autónoma de Chiapas

Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán, C. P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexican con número de registro de afiliación: 3932

D.R. © 2023 Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Universidad Autónoma de Chiapas

Carretera Catazajá-Palenque, km 4

C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación o de la Universidad Autónoma de Chiapas; la información y análisis contenidos en esta publicación son estrictamente responsabilidad de los autores de los capítulos. Se autoriza la reproducción parcial de los textos aquí publicados, siempre y cuando se haga sin fines comerciales y se cite la fuente completa, así como la dirección electrónica de la publicación. La composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas. Las fotografías, imágenes y figuras contenidas en el presente documento son responsabilidad y propiedad de los autores de cada capítulo, con excepción de las especificadas.

La forma para citar cualquiera de los capítulos es la siguiente:

Autores. 2023. Nombre del capítulo. Pp #. En: Sánchez-Gutiérrez, F., Monroy Hernández, R., Sol Sánchez, A., Guevara Hernández, F., Medina Meléndez, J. A., Bautista Gálvez, A., Ávalos Lázaro, A. A. y Gerónimo Torres, J. C. (Editores). Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable: aportaciones desde el Sur-Sureste Mexicano, 2023. ISBN: **978-607-561-161-7**. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, de la Universidad Autónoma de Chiapas. Catazajá, Chiapas, México. 175 p.

Cada capítulo que forma parte de esta publicación fue evaluado de forma individual por pares académicos, mediante un proceso a doble ciego.

Hecho en México

Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable: aportaciones desde el Sur-Sureste mexicano

Editores

Facundo Sánchez Gutiérrez
Rubén Monroy Hernández
Ángel Sol Sánchez
Francisco Guevara Hernández
José Alfredo Medina Meléndez
Arelly Bautista Gálvez
Abisag Antonieta Ávalos Lázaro
José del Carmen Gerónimo Torres



FACULTAD MAYA DE ESTUDIOS
AGROPECUARIOS

Febrero, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa
Rector

Dra. María Eugenia Culebro Mandujano
Secretaria General

Dra. Guillermina Vela Román
Secretaria Académica

Dra. María Guadalupe Rodríguez Galván
Directora General de Investigación y Posgrado

Dr. Rubén Monroy Hernández
Director de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

M. C. Sergio Ramos Jiménez
**Secretario Académico Encargado de la
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios**

Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez
**Coordinador de Investigación y Posgrado de la
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios**

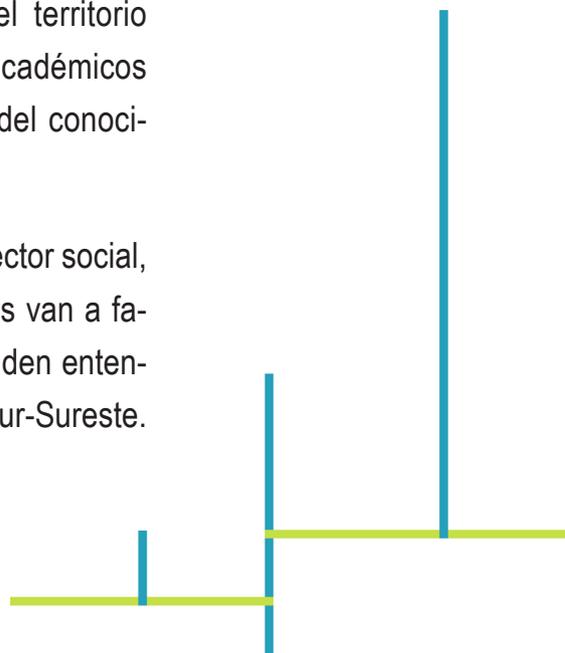


Presentación

En representación del Comité Editorial del libro Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable. Aportaciones desde el Sur-Sureste mexicano, es para mí un alto honor poner a su disposición y presentarles dicha obra, la cual fue coordinada por diversas instituciones académicas y de investigación con el liderazgo de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el municipio de Catazajá, Chiapas, México, concluida en diciembre del año 2022.

A continuación, se pone en sus manos esta importante obra literaria, Aplicaciones del conocimiento científico agropecuario, forestal y acuícola con enfoque sustentable. Aportaciones desde el Sur-Sureste mexicano, la cual fue diseñada y construida a partir de una selección rigurosa de contribuciones científicas, mediante capítulos de autoría de diversos investigadores e instituciones ubicadas en el territorio mexicano en la geografía Sur-Sureste. Estos productos académicos tienen como propósito fortalecer la difusión y divulgación del conocimiento del perfil agropecuario, forestal y acuícola.

Esperando sea de utilidad para productores, empresarios, sector social, estudiantes e investigadores. Estos argumentos académicos van a facilitar la toma de decisiones y plantear nuevos aportes que den entendimiento de una realidad poco estudiada o publicada en el Sur-Sureste.

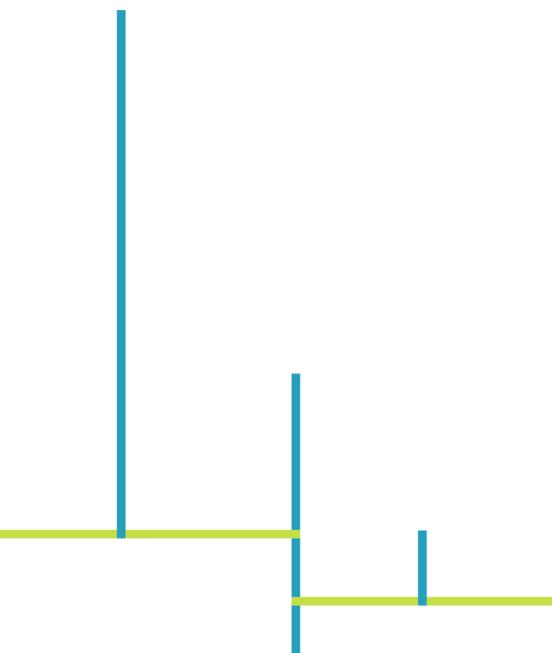


Esta obra es de carácter multidisciplinaria, y fomenta el intercambio de conocimientos con el fin de fortalecer nuestra política de calidad en la Universidad Autónoma de Chiapas que dicta que “estamos comprometidos en ofrecer servicios de calidad con base en valores, principios institucionales, responsabilidad ambiental y social, en beneficio de la comunidad dentro y fuera de la universidad, contribuyendo al desarrollo sustentable mediante la mejora continua de nuestro sistema de gestión y apego a la legislación”.

“Por la conciencia de la necesidad de servir”

Dr. Rubén Monroy Hernández

Director de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios



Contenido

- 11** Características de frutos, semillas y crecimiento de cedro de plantaciones de cacao, en la Chontalpa, Tabasco
- 19** Relación entre la estructura arbórea y la diversidad avifaunística del Jardín Etnobiológico San Felipe Bacalar
- 27** Los acahuales poseen una estructura y composición forestal potencial para su aprovechamiento maderable
- 35** Tasas de crecimiento de dos gramíneas templadas establecidas por sobresiembra con bermuda gigante (*Cynodon dactylon var.*), en el valle de Mexicali, Baja California
- 44** Efecto de consorcios microbianos en maíz en tres parcelas de la región Frailesca, Chiapas
- 51** Protocolo para la regeneración *in vitro* de plantas de *Brachiaria humidicola* de material colectado en zonas ganaderas de Balancán Tabasco y Catazajá Chiapas

- 59 Descripción de los sistemas de producción de *Meleagris gallopavo* en el estado de Campeche
- 68 Alternativas para el control de plagas y enfermedades en sistemas apícolas en la zona de la montaña, Hopelchén, Campeche
- 76 Descripción de los sistemas apícolas en la zona de los Chenes, Hopelchén, Campeche
- 84 Efecto de la madurez del fruto en la calidad fisiológica de semillas de chile dulce (*Capsicum annuum*)
- 89 Determinación del cociente de forma para la estimación de volumen de xochicuahuatl [*Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken], Zongolica, Veracruz
- 96 Efecto de mezclas de sustratos en el crecimiento y desarrollo de plantas de saramuyo (*Annona squamosa* L.) en vivero
- 103 Hongos fitopatógenos con potencial bioherbicida para el control de la maleza acuática *Salvinia natans*
- 110 Pérdida de vegetación natural por actividades agropecuarias en la sub-región de los Ríos, Tabasco, México
- 116 Comportamiento del carbono almacenado en un bosque de pino (*Pinus oocarpa* Schiede) en Villaflores, Chiapas

- 123** Características del sistema bovino de doble propósito de dos comunidades de Champotón, Campeche
- 130** Beneficios de los sistemas silvopastoriles del Valle de Yohaltún, Champotón, Campeche
- 136** Influencia del lixiviado de residuos de plátano en el crecimiento de la planta
- 144** Software para medir el índice de mortalidad de las especies de pescado, producidas en la empresa El Pucté del Usumacinta
- 150** Sustratos alternativos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero
- 155** Diagnóstico del comportamiento de la producción de hule en el municipio de Tezonapa, Veracruz
- 163** Caracterización de los traspatios familiares de tres municipio del sureste mexicano
- 170** Caracterización del proceso productivo campesino en el municipio de Palenque
- 179** Crecimiento en diámetro de *Astronium graveolens* (Jacq.) en el ejido San Gabriel, Tezonapa, Veracruz
- 186** Efecto de la defoliación parcial del tallo en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar en el Ingenio Benito Juárez
- 197** Estudio de raíces de tres variedades de caña de azúcar por dos métodos en el Ingenio Presidente Benito Juárez, Tabasco

- 205** Rescate de cepas nativas de hongos en Campeche para la seguridad alimentaria: tasa de crecimiento *in vitro* de *Auricularia nigricans* en residuos lignocelulósicos locales
- 212** Sustentabilidad económica, ambiental y socio-cultural del agroecosistema caña de azúcar de Sihochac, Champotón, Campeche
- 219** Efecto de la defoliación temprana y tardía en el rendimiento de caña de azúcar en el ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa
- 233** Producción de huevo de aves criollas a dos intervalos de pastoreo en *Clitoria ternatea* L.

Características de frutos, semillas y crecimiento de cedro de plantaciones de cacao, en la Chontalpa, Tabasco

Hernández-Méndez, Nidia Y.¹;
Sánchez-Gutiérrez, Facundo¹;
Sol-Sánchez, Ángel²;
Suárez-Islas, Alfonso³
y Pérez-Flores, Julián^{2*}

¹ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas, carretera Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá, Chiapas.

² Colegio de Postgraduados, campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, sin número, km 3, C.P. 86500. Cárdenas, Tabasco, México.

³ Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo.

*Autor de correspondencia:
julianflores@colpos.mx

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológicamente frutos y semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.), y evaluar el efecto de procedencia, sustratos y fertilizante sobre la germinación y calidad de la planta en vivero. Fueron tres procedencias del Plan Chontalpa, Tabasco, México. Se estimó la eficiencia de producción de semillas (EPS), porcentaje de germinación y el Índice de Calidad de Dickson (ICD); para ello se establecieron dos experimentos bajo un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial de tratamientos. Los factores fueron la procedencia, cuatro sustratos y dos niveles de fertilizante Greenfool® 600. La EPS fue de 48.1 % a 52.72 %, con 32.86 % de germinación. El ICD fue mayor en plantas fertilizadas y desarrolladas en sustrato de tierra negra con cachaza de caña. Las características del fruto y semillas fueron diferentes entre las procedencias. La procedencia tuvo efecto en la germinación de semillas, pero no en la calidad de planta (ICD). En el ICD tuvieron efecto el sustrato y la fertilización.

Palabras clave

Cedrela odorata, características morfométricas, índice de calidad de Dickson.

Introducción

El cedro (*Cedrela odorata* L.) es importante por su valor maderable. Los cedros comúnmente se encuentran dispersos en las milpas, potreros, cercos vivos y como sombra de café y cacao (Soto *et al.*,

2008). El comercio y el aprovechamiento de la madera de cedro se ha condicionado para no comprometer su supervivencia; sin embargo, para su propagación, las semillas son colectadas de árboles sin previa selección, lo cual no garantiza la calidad de las plantas.

Evaluar la calidad de las plantas permite conocer la capacidad que tienen para adaptarse y desarrollarse en las condiciones ambientales del sitio (Rueda *et al.*, 2012). Para producir plantas de calidad, en vivero, se emplean sustratos comerciales (Peat moss, agrolita y vermiculita); sin embargo, el uso de estos materiales reduce los márgenes de utilidad. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue caracterizar frutos de cedro colectados en plantaciones de cacao en Plan Chontalpa, Tabasco, y evaluar el efecto de procedencia, sustratos y fertilización en la germinación y calidad de plantas en vivero.

Materiales y métodos

Selección de árboles

La identificación y selección de árboles de cedro candidatos para colecta de frutos se realizó en plantaciones de cacao en los Pob. C-32, C-40 y C-41, del municipio de Huimanguillo, Tabasco, y se seleccionaron árboles de categoría 1 para colecta de frutos y semillas (CONAFOR, 2016).

Colecta y caracterización de frutos y semillas

De cada árbol se colectaron la mayor cantidad de frutos; estos fueron pesados para seleccionar al azar 100 frutos por árbol, y medir su diámetro y longitud. Las semillas fueron separadas en viables (con ala y embrión) y vanas (sin embrión); posteriormente, de cada árbol, se tomaron 100 semillas al azar para medir su longitud.

Germinación y crecimiento

Para germinación, el diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos. El factor uno fue la procedencia (Pob. C-32, C-40 y C-41); el factor dos el sustrato 1, tierra negra + cachaza de caña (1:1); 2, composta; 3, tierra negra + arena (1:1); 4, Peat Moos + agrolita (1:1), para un total de 12 tratamientos con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Para el crecimiento de la

planta se realizó el mismo diseño experimental y arreglo factorial de tratamientos. El factor uno fue la procedencia, el dos fue sustrato (1, 2 y 3) y el tres fue fertilizante Greenfool® 600 formulación 15-31-15 (2: con y sin), para un total de 18 tratamientos con cuatro repeticiones y cuatro plantas por repetición.

Las variables de medidas fueron germinación (%), diámetro al cuello de la raíz (DCR) y altura de la planta (At). La germinación se registró a los 65 días después de la siembra, considerando como semillas germinadas las plantas emergidas. El DCR y la At se registraron cada 8 días, durante 3 meses, con base en la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 (DOF, 2016).

Se realizó un muestreo destructivo para cuantificar la biomasa aérea y radicular. Este consistió en extraer una planta al azar de cada repetición, lavar la raíz para eliminar el sustrato adherido y separar la raíz de la parte aérea para registrar el peso fresco. Las muestras se colocaron en bolsas de papel y fueron secadas hasta alcanzar un peso constante. El peso fresco y seco se obtuvo por medio de una balanza electrónica VELAB modelo VE-5000, y para estimar el ICD se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{ICD} = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Peso seco de raíz (g)}}}$$

Análisis de datos

Los datos fueron examinados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$), previa prueba de normalidad y homogeneidad de varianza, y de su transformación cuando fue necesaria.

Resultados y discusión

Selección de árboles y colecta de frutos

20 de 239 árboles con categoría 1 fueron utilizados como fuente de frutos y semillas. Los árboles con mayor altura, diámetro y producción de frutos se ubicaron en el Pob. C-41.

Caracterización de frutos y semillas

El ANAVA indicó diferencias ($p < 0.001$) para el ancho y longitud de fruto, así como para el número de semillas viables, vanas y totales para procedencia. Los frutos del Pob. C-32, estadísticamente, fueron de igual tamaño y con el mismo número de semillas viables que los del Pob. C-40, y más grandes y con mayor número de semillas viables que los del Pob. C-41. Esta misma tendencia se observó en la longitud de semilla con y sin ala.

Los frutos de las tres procedencias fueron de mayor longitud y diámetro a lo reportado por Ureta *et al.* (2019) quien describe frutos de 2.51 y 0.76 cm, respectivamente. En contraste, fueron de similar o mayor longitud y de menor diámetro a los 3.25 y 1.87 cm, reportados por Márquez *et al.* (2020).

En específico, los frutos colectados en el Pob. C-32 presentaron mayor longitud y diámetro similar a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2001), quienes describen frutos de 3.34 y 1.82 cm, respectivamente.

En cuanto a la producción de semillas, el Pob. C-32 representó mayor valor, con 49.36 en promedio, de las cuales 24.99 fueron vanas, mayor al reporte de Rodríguez *et al.* (2001) quienes mencionan un promedio de 43 semillas totales con 21 vanas. De acuerdo al coeficiente de variación, los frutos variaron más con respecto al peso y su EPS, hubo más homogeneidad en el ancho y potencial de producción de semillas. También se presentó diferencia de producción de semillas con Márquez *et al.* (2020), quienes mencionan 39.9 semillas por fruto. Asimismo, se presenta diferencia de producción con Alderete y Márquez (2004) quienes indican 42.35 de semillas por fruto con una EPS de 56.35 %. De igual manera, Márquez *et al.* (2020) reportan una EPS de 58.86 %. Ambos reportes de EPS son mayores a los obtenidos en el presente trabajo: 52.72 % en el C-41, 50.62 % en el C-32 y 48.01 % en el C-40.

Los frutos colectados del Pob. C-32 mostraron una correlación altamente significativa ($p < 0.05$), lo que demuestra la estrecha relación entre las variables asociadas al tamaño y número de semillas. Las variables con mayor correlación fueron ancho vs largo de fruto (59 %) y

semillas vanas vs totales (59 %). En el Pob. C-40, ninguna correlación fue mayor al 50 % y en el Pob. C-41 el ancho de fruto vs el largo, se correlacionaron en un 77 %.

Germinación de semillas

El ANAVA indicó efectos de la procedencia en la germinación; el porcentaje de germinación del Pob. C-41 fue mayor en comparación con la del Pob. C-32. La germinación para los sustratos fue estadísticamente igual, no obstante que el porcentaje de germinación en tierra negra + cachaza de caña fue de 7.04 % mayor que en tierra negra + arena. Los porcentajes de germinación aquí obtenidos son inferiores a los reportados por Ureta *et al.* (2019) con 85 % y Torres-Torres *et al.* (2018) con 47.2 %.

Crecimiento

A los días 15, 45 y 90, de establecido el experimento, se observaron diferencias estadísticas para el DCR y para At entre los niveles de los tres factores evaluados, siendo las plantas con mayor DCR y At las del Pob. C-40, con fertilizante y sustrato de tierra negra + cachaza de caña.

Se registró una altura promedio de 18.66 cm para el Pob. C-40, la cual fue estadísticamente superior en relación con las otras procedencias. No obstante, dicha altura se encuentra por debajo de los 38.12 cm reportados por Orozco *et al.* (2020), en plantas de cedro de tres meses. Por el contrario, Torres-Torres *et al.* (2018) describen plantas producidas con gallinaza, arena y tierra de hormiga 1:1:1, sin tratamiento pregerminativo con una altura de 15 cm.

Índice de Calidad de Dickson

De acuerdo al ICD, se encontró que las plantas producidas con tierra negra: cachaza de caña (60:40) y fertilizadas, fueron de mejor calidad y no se observaron diferencias significativas entre procedencias. Mateo-Sánchez *et al.* (2011) utilizaron un sustrato de 70 % de aserrín crudo, 30 % de Peat Moos + agrolita + vermiculita (60:20:20), aplicaron 12 kg/m³ de Osmocote plus® (15-9-12) y a los 100 días se obtuvo un ICD de 0.19, resultado inferior a los de las plantas producidas con semillas colectadas en los Pob. Los resultados de Díaz *et al.* (2013) también son menores, ya que a los 90 días después de la siembra en plantas

producidas con composta de cacao presentaron un ICD de 0.39. Por su parte, Basave *et al.* (2016) reportan un ICD de 0.3.

Conclusión

Las características del fruto y la semilla fueron diferentes entre los tres poblados, lo cual indica un efecto de procedencia a pesar de ser de la misma región. Dichas características influyeron en la germinación. Las semillas y frutos más grandes germinaron en menor porcentaje que las más pequeñas. Independientemente de la procedencia, las plantas fertilizadas con Greenfol® 600, y producidas en sustrato de tierra negra + arena (60:40), fueron de mejor calidad que las producidas sin fertilizantes u otros sustratos evaluados.

Referencias

- Alderete, C. A. y Márquez, R. J. (2004). Variación de frutos de *Cedrela odorata* L. y determinación de su potencial y eficiencia de producción de semillas en el estado de Campeche, México. *Foresta veracruzana*, 6(1), 5-8.
- Basave, V. E., García, C. L., Castro, R. A., Calixto, V. C., Sigala, R. J. y García, P. J. (2016). Calidad de planta de *Cedrela odorata* L. asociada con prácticas culturales de vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(36), 65-80.
- Díaz, P., Torres, D., Sánchez, Z. y Arévalo, L. (2013) Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. *Folia Amazónica*, 2(1), 25-33.
- DOF. (2016). Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. Certificación de la operación de viveros forestales.
- León-Sánchez, M. A., Reyes, P. J., Pérez, L. V., Bonilla, V. M. y Herrero-Echavarría, G. (2019). Esbeltez y fertilización mineral en plantaciones de *Pinus caribaea* en Cuba. *Madera y Bosques*, 25(2). doi:10.21829/myb.2019.2521777
- Márquez, R. J., Cruz, J. H., Alba-Landa, J., Mendizábal-Hernández, L. C. y Ramírez-García, E. O. (2020). *Cedrela odorata* L. Variación en la producción de semillas en dos sitios de Veracruz. *Cedrela odorata* L. *Foresta Veracruzana*, 22(1), 25-30.
- Mateo-Sánchez, J. J., Bonifacio-Vázquez, R., Pérez-Ríos, S. R., Capulín-Grande, J. y Mohedano-Caballero, L. (2011). Producción de *Cedrela odorata* L. en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. *Ra Ximhai*, 7(1), 195-204.

- Orozco, G. G., Muñoz, F. H., Rueda, S. A., Sígala, R. J., Prieto, R. J. y García, M. J. (2020). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(2), 135-145
- Rodríguez, R. G., Márquez, R. J. y Rebolledo, C. V. (2001). Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en *Cedrela odorata* L. y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Foresta veracruzana*, 3(1), 23-26.
- Rueda, S. A., Benavides, S. J., Prieto-Ruiz, J. A., Sáenz, R. J., Orozco-Gutiérrez, G. y Molina, C. A. (2012). Calidad de planta producida en los viveros de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 70-82.
- Sáenz, R., J. T., Muñoz, F. J., Ángel P., C. M., Rueda, S. A. y Hernández, R. J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(26), 99-111.
- Soto, P. L., Jiménez, F. y Lerner, M. T. (2008). *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación*. Colegio de la Frontera Sur.
- Torres-Torres, J. J., Medina, A., H. H. y Martínez, G. M. (2018). Germinación y crecimiento inicial de *Cedrela odorata* L. (Sapindales: Meliaceae), empleando semillas silvestres en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodivers. Neo-trop*, 8(1), 22-8.
- Ureta, L. D. A., Ocaña, M., M. M., Medina, G., A. G., Yunga, G. W., García, Q. Y. y Arteaga, C. Y. (2019). Indicadores de calidad de semillas y plántulas de dos especies del género *Cedrela* cultivadas en vivero con fines de restauración en condiciones amazónicas. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(3), 193-202.
- Villalón-Mendoza, H., Ramos-Reyes, J., Vega-López, J., Marino, B., Muñoz-Palomino, M. y Garza-Ocañas, F. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12(1), 46-52.

Relación entre la estructura arbórea y la diversidad avifaunística del Jardín Etnobiológico San Felipe Bacalar

Montoya-Reyes, Francisco^{1*};
Sánchez-Gutiérrez, Facundo²;
Puc-Kauil, Ramiro³
y Beltrán-Rodríguez, Leonardo⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Chetumal, km 25, carretera Chetumal-Bacalar, C.P. 77930, Xul-ha, Quintana Roo, México.

² Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas, carretera Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México.

³ Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Av. Tecnológico, col. El Huasteco, Lázaro Cárdenas, C.P. 7304, Puebla, México.

⁴ Laboratorio de Etnobotánica Ecológica, Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia:
montoya.francisco@inifap.gob.mx

Resumen

Las áreas perturbadas con largos periodos de recuperación pueden alcanzar atributos estructurales deseables para la presencia la fauna silvestre. El objetivo del estudio fue analizar el efecto de la recuperación de la estructura arbórea sobre las aves dentro de dos condiciones: plantaciones forestales experimentales abandonadas y un área semiconservada. La presencia avifaunística se monitoreó bajo dos esquemas: recuento en punto con radio fijo y captura mediante redes de niebla con esfuerzo constante. La estructura arbórea se caracterizó mediante censos a unidades de muestreo de 20 x 25 m (500 m²) de todas las especies arbóreas. Las diferencias entre condiciones se probaron mediante la prueba de t de student y U de Mann-Whitney. Las prácticas silvícolas llevadas a cabo en el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales, después de un periodo de abandono, aceleraron el proceso de recuperación, brindando condiciones y hábitat para la avifauna similar a un ecosistema semiconservado.

Palabras clave

Plantaciones forestales, área semiconservada, ambientes perturbados, sucesión ecológica.

Introducción

El estado de Quintana Roo presenta una fisiografía generalizada por amplias planicies en la que se desarrolla un mosaico diverso de selvas con varios patrones estructurales que sirven de hábitat a

una gran diversidad de especies (Rzedowski, 2006). Sin embargo, se están perdiendo extensas áreas de cobertura vegetal debido a factores antrópicos, tales como los sistemas agroindustriales, la agricultura comercial, la ganadería y el desarrollo de infraestructura urbana (Otavo y Echeverría, 2017). Dichos factores influyen en el cambio climático porque propician el aumento de gases de efecto invernadero (CO_2 y CH_4) a la atmósfera; en consecuencia, conllevan a una disminución de la diversidad debido a la pérdida de especies de flora y fauna. Las modificaciones de la estructura y composición del componente vegetal inciden directamente en los patrones de la diversidad de aves en espacios bajo algún estado de recuperación, tal es el caso del Jardín Etnobiológico “San Felipe Bacalar” (JESFB). Por tal motivo, para conocer la magnitud de estos cambios estructurales se llevan a cabo acciones de monitoreo de flora y fauna silvestre, con el objetivo de conservar, promover y fomentar el uso etnobiológico y mantenimiento de la biodiversidad. Es por ello que en el presente trabajo se analizó el efecto de la recuperación de la estructura arbórea sobre la riqueza, abundancia y diversidad avifaunística dentro del Jardín Etnobiológico “San Felipe Bacalar”.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Sitio Experimental “San Felipe Bacalar” (SESFB), ubicado en el municipio de Bacalar, Quintana Roo. Específicamente, la toma de datos se llevó a cabo entre las coordenadas geográficas $18^\circ 46' 00''$ a $18^\circ 44' 00''$ LN y $88^\circ 20' 00''$ a $88^\circ 19' 00''$ LO, seleccionando dos condiciones. La primera condición correspondió a 27 ha que componen el JESFB, en donde por varios años se modificó la estructura y composición vegetal para el establecimiento de plantaciones forestales experimentales, las cuales fueron parcialmente abandonadas, y a la fecha se encuentran en una fase de recuperación paulatina, derivada de los procesos de sucesión ecológica a través de la incorporación natural de especies nativas. La segunda condición es un área semiconservada (SC) que sirvió como testigo para comparar la magnitud de los cambios estructurales de la vegetación y su efecto en la diversidad de aves del JESFB; ambas condiciones presentan características de vegetación de selva mediana subperennifolia.

De diciembre de 2020 a mayo de 2021 se aplicó un diseño de muestreo sistemático con una separación entre unidades de muestreo (UM) de 250 metros para establecer independencia en las UM, tal como lo recomienda Ralph *et al.* (1996). Se registraron datos de riqueza y abundancia de aves en el área de estudio a lo largo de dos días continuos de monitoreo mensual por condición, utilizando dos métodos (Ralph *et al.*, 1996, y Gallina, 2011). El primero se basó en el conteo en sitios de monitoreo con radio fijo, el cual consistió en registrar e identificar de manera visual a las especies presentes en un radio de 25 m, durante un periodo de 10 minutos. En el segundo se realizaron capturas mediante redes de niebla con esfuerzo constante, en donde se colocaron redes de niebla con dimensiones de 12 m de largo por 2.6 m de alto, con luz de malla de 36 mm y se mantuvieron abiertas en un horario de 7:00 a 12:00 horas con revisiones periódicas cada 60 minutos. Los individuos colectados se identificaron con la ayuda de guías de campo y se registraron los datos de nombre científico, hora y altura de captura. Posteriormente, los individuos fueron liberados en el mismo sitio donde fueron capturados.

Para el componente vegetal se realizó un censo de todas las especies arbóreas presentes; la forma y dimensiones de los sitios fueron rectangulares de 20 x 25 m (500 m²). Se tomaron medidas de altura total (h) y diámetro normal ($d > 7.5$ cm) de todos los individuos arbóreos. La composición florística se basó en el arreglo por familia, género y especie, de acuerdo con Tropicos.org. Para establecer la representatividad del muestreo se utilizó el estimador no paramétrico de Jackknife 1 y la diversidad alfa se calculó a través del índice de Shannon-Wiener. Las diferencias de los parámetros entre las condiciones se determinaron mediante la prueba de t de student, y en caso de no presentar normalidad y homocedasticidad se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para muestras independientes. El análisis de los datos se llevó a cabo con el Software Estadístico R versión 4.1.3.

Resultados y discusión

Riqueza y composición avifaunística

Para el JESFB se registraron 864 individuos pertenecientes a 80 especies, 59 géneros y 28 familias. Las familias con el mayor número de

especies en el JESFB fueron Parulidae (10), Tyrannidae (6) y Picidae (6). Para el área SC se registraron 805 individuos, correspondientes a 101 especies, 74 géneros y 28 familias. Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron Parulidae (15), Tyrannidae (12) y Picidae (6). De acuerdo con los resultados del estimador de riqueza Jackknife 1, se obtuvo un 85.37 % de la riqueza potencial esperada para el JESFB y un 80.25 % en el área SC. De modo que el parámetro de riqueza es similar entre las condiciones estudiadas y se puede inferir que existe una buena representatividad de la toma de datos en campo, y la prueba de U de Mann Whitney no mostró diferencias significativas ($P=0.1329$) entre la riqueza absoluta en ambas condiciones. Los resultados difieren con lo encontrado por González-Martín *et al.* (2019) y Flota-Bañuelos *et al.* (2018), quienes encontraron mayor riqueza de especies de aves en sitios con acahuales y perturbaciones antrópicas frecuentes, lo que concuerda con la teoría del disturbio intermedio propuesto por Connell (1978), quien establece que la presencia de perturbaciones intermedias permite mantener niveles de riqueza de especies y de biodiversidad mayores a los que habría en ausencia de dichas perturbaciones, esto podría estar indicando que el JESFB posiblemente se encuentra en una etapa de recuperación del hábitat muy avanzada por sucesión ecológica, derivada del tiempo de abandono de las plantaciones forestales, lo que ha favorecido la presencia de especies especialistas.

Abundancia

Para el JESFB, las especies más abundantes fueron *Habia fuscicauda*, *Psilorhinus morio* y *Ortalis vetula*, con 172, 119 y 37 registros respectivamente. Mientras tanto, en el área SC fueron *Habia fuscicauda*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Psilorhinus morio*, con 147, 71 y 52 registros cada una. El análisis de distribución de las abundancias sugiere que tanto el JESFB ($P=0.9985$) como el área SC ($P=0.1915$) se ajustan a un modelo normal logarítmico, lo que sugiere que ambas condiciones presentan un hábitat en equilibrio y maduro. La fragmentación del hábitat por actividades antrópicas afecta la abundancia de especies. Sin embargo, las áreas con periodos largos de abandono y perturbaciones mínimas se asocian a condiciones de hábitats más estables que permiten la presencia de diferentes especies (Flota-Bañuelos *et al.*, 2018). La prueba de U de Mann Whitney no mostró diferencias significativas ($P=0.9999$) entre la

abundancia de especies en las áreas muestreadas. Lo anterior puede indicar que la dinámica dentro del JESFB tiende a recuperar las características que le permiten funcionar de manera similar al área SC.

Diversidad

El índice de Shannon-Wiener mostró valores altos de diversidad en ambas condiciones ($H' = 3.487$ para el JESFB y $H' = 3.806$ para el área SC). Además, la prueba de U de Mann Whitney no mostró diferencias significativas ($P = 0.053$) en la diversidad avifaunística entre las dos condiciones; por lo que entre ambos sistemas existe un nivel de conservación similar. Este comportamiento puede estar relacionado con características del hábitat en las mismas condiciones, ya que como lo establecen González-Martín *et al.* (2019), la diversidad de las comunidades avifaunísticas es ampliamente favorecida por sitios con mayor composición de especies y complejidad estructural, situación que se presenta en hábitats maduros o con periodos prolongados de sucesión ecológica, tal como las áreas evaluadas en el presente estudio.

Relación entre la estructura vegetal y los parámetros avifaunísticos

El área SC tuvo un registro de 508 individuos pertenecientes a 25 familias, 44 géneros y 52 especies arbóreas. Las familias mejor representadas fueron Fabaceae (10 especies), Sapotaceae (6 especies), Euphorbiaceae y Rubiaceae (4 especies cada una). Las especies con mayor número de registros fueron *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Nectandra salicifolia* (Kunth) Nees. Para el JESFB se obtuvieron un total de 359 registros pertenecientes a 20 familias, 34 géneros y 38 especies. Las familias dominantes para esta condición fueron Fabaceae (6 especies), Sapotaceae (5 especies), Anacardiaceae y Rubiaceae (3 especies cada una), mientras que las especies con mayor número de registros fueron *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Swietenia macrophylla* King y *B. simaruba*. En cuanto a la estructura se puede apreciar que en el JESFB se concentró la mayor altura y área basal, pero obtuvo menor densidad de individuos que el área SC, lo anterior puede ser reflejo del manejo que en su momento se les dio a las plantaciones abandonadas en el JESFB. En el cuadro 1 se muestran los valores estructurales en las condiciones estudiadas.

Cuadro 1.

Parámetros estructurales para dos condiciones de vegetación en el Sitio Experimental “San Felipe Bacalar”

Variable	Condición	
	SC	JESFB
Densidad (Individuos ha ⁻¹)	1,451 ^a	1,026 ^a
Área basal (m ² ha ⁻¹)	24.94 ^a	28.42 ^a
Altura total promedio (m)	8.850 ± 1.57 ^a	10.37 ± 3.16 ^b
Diámetro normal promedio (cm)	12.89 ± 7.26 ^a	16.41 ± 9.15 ^b

± Desviación estándar de la media, SC: área semiconservada, JESFB: Jardín Etnobiológico “San Felipe Bacalar”. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

La tendencia en la riqueza de especies difiere con lo encontrado por Flores y Galindo-González (2004), quienes registraron mayor riqueza de aves en bosques conservados respecto a bosques en recuperación. Las plantaciones forestales abandonadas que se encuentran en el Jardín Etnobiológico “San Felipe Bacalar” presentan atributos de hábitat deseable para la presencia de avifauna similares a una condición que no ha sufrido perturbaciones relevantes en composición ni en estructura vegetal. Lo anterior puede estar prediciendo que el JESFB actualmente presenta características de un ecosistema recuperado con alto grado de madurez y en buen estado de conservación. Referente a las características estructurales, en el JESFB se concentró la mayor altura y área basal, pero obtuvo menor densidad de individuos que el área SC. Lo anterior puede ser efecto del manejo que se aplicó a las plantaciones forestales abandonadas en el JESFB.

conclusión

El historial de intervención forestal en el JESFB tiene fuerte influencia en los atributos de diversidad avifaunística en la zona, los cuales se manifiestan actualmente sin diferencias significativas entre las condiciones estudiadas. El hallazgo indica que las prácticas silvícolas llevadas a cabo en el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones

forestales y de enriquecimiento, después de un periodo de abandono, aceleraron el proceso de recuperación, brindando condiciones y hábitat similar a un ecosistema semiconservado.

Fuente financiadora

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del FORDECYT-PRONACES dentro de la convocatoria 2019-03 Impulso al Establecimiento de una Red Nacional de Jardines Etnobiológicos.

Referencias

- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302–1310.
- Flores, P. R. y Galindo-González, J. (2004). Abundancia y diversidad de aves depredadoras de semillas de *Pinus teocote* Schl. et Cham. en hábitats contrastantes de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 6(2), 47–53.
- Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Mejénes-López, S. M. A., Vázquez-May, L. A., Castillo-Sánchez, L. y López-Coba, E. (2018). Avifauna de áreas agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. *Agroproductividad*, 11(6), 24-30.
- Gallina, T. S. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología.
- González-Martín del Campo, F., Navarrete-Gutiérrez, D. A., Enríquez, P. L. y Gordillo-Pérez, M. G. (2019). Diversidad de aves en sitios con distinto uso de suelo en Nuevo Conhuas, Calakmul, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 35(1), 1-18.
- Otavo, S. y Echeverría, C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 924–935.
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., De Sante, D. F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Representante PSW-GTR-159. Albany, CA: Departamento de Agricultura de EE. UU., Servicio Forestal, Estación de Investigación del Sudoeste del Pacífico. 46 p.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, (1a. ed. digital), 504 p.

Los acahuales poseen una estructura y composición forestal potencial para su aprovechamiento maderable

**Puc-Kauil, Ramiro^{1*};
Ángeles-Pérez, Gregorio²;
Montoya-Reyes, Francisco³;
Plascencia-Escalante, Francisca O.²;
Rader, Alana M.⁴;
Briceño-Méndez, Marcos A.⁵;
Beltrán-Rodríguez, Leonardo⁶;
Sánchez-Gutiérrez, Facundo⁷
y García-Cuevas, Xavier³**

¹ Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Av. Tecnológico, col. El Huasteco, Lázaro Cárdenas, C.P. 7304, Puebla, México.

² Colegio de Postgraduados, km 36.5, carretera México- Texcoco, C.P. 56230, Montecillo, Texcoco, México.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Chetumal, km 25, carretera Chetumal-Bacalar, C.P. 77930, Xul-ha, Quintana Roo, México.

⁴ Departamento de Geografía, Rutgers, Universidad Estatal de Nueva Jersey, Nuevo Brunswick, Nueva Jersey.

⁵ Universidad Tecnológica de Calakmul, carretera estatal Xpujil-Dzibalchén, km 2+260, loc. Xpujil, Calakmul, C.P. 24640, Campeche, México.

⁶ Laboratorio de Etnobotánica Ecológica, Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

⁷ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas, carretera Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia:
ramiro.selvastropicales@gmail.com

Resumen

Los acahuales poseen información relevante sobre su dinamismo en relación con factores antropógenos y para su manejo forestal. El objetivo del estudio fue analizar cómo la edad de abandono y la intensidad de uso de la tierra (IUT) determinan cambios en la composición y diversidad de especies arbóreas, y sobre la estructura de acahuales en una selva madura con diferentes edades de abandono. Se establecieron sitios (500 m²) para medir los árboles ≥ 2.5 cm de Dn. La diversidad se caracterizó con los números de Hill, y la estructura con la densidad y distribución diamétrica de tallos y área basal (AB). La edad y la IUT no influyeron en la composición y diversidad de especies, dado que la composición fue equivalente en todas las edades. La riqueza de especies en la selva madura fue menor que en los acahuales. La densidad decreció con la edad, caso contrario con el AB. Los acahuales albergan un stock importante de especies y una estructura forestal sana, con la cual podrían resarcir el aprovechamiento forestal de las selvas maduras.

Palabras clave

Sucesión secundaria, selva, números de Hill, especies dominantes, densidad.

Introducción

La milpa maya yucateca es una actividad de producción agrícola sustentada bajo el sistema roza-tumba-quema (RTQ) de la vegetación (Moya-García *et al.*, 2003). El RTQ consiste en una alternancia entre

el uso y barbecho (período de descanso) de la tierra (Soto *et al.*, 2011). Durante el barbecho emergen comunidades vegetales conocidas como acahuales (hubchés, en lengua maya), que se refieren a vegetación secundaria en diferentes etapas de sucesión, en función del tiempo de descanso (Soto *et al.*, 2011). Sin embargo, la importancia de los acahuales, desde el punto de vista forestal, ha decaído paulatinamente debido a la duración decreciente del barbecho, considerando a este como el principal obstáculo para la pronta recuperación de la estructura y composición arbórea (Moya-García *et al.*, 2003). Autores como Rozendaal *et al.* (2019) han argumentado que la sucesión secundaria es el proceso ecológico clave para la recuperación gradual de la riqueza arbórea. Por ello, se ha sugerido que a los bosques secundarios se les debe dejar crecer para que funcionen como reservorios potenciales de la biodiversidad, aprovisionamiento de servicios ecosistémicos y maderables.

La península de Yucatán es bastante reconocida como una región históricamente importante en cuanto al manejo de las selvas (Negreros-Castillo y Martínez-Salazar, 2011); sin embargo, los estudios que contribuyan al conocimiento de la estructura de los acahuales para su aprovechamiento sostenible son escasos (Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014; López-Jiménez *et al.*, 2019). Por ello, con este trabajo se pretende demostrar la importancia de la estructura de los acahuales, con la intención de que sean considerados en los programas de manejo forestal para disminuir la presión del aprovechamiento selectivo al que son sometidas las selvas maduras en el sur de Quintana Roo.

Materiales y métodos

Se midieron acahuales con diferentes edades de abandono en los ejidos de Blanca Flor, La Buena Fe, en el Sitio Experimental “San Felipe Bacalar” (SESEFB), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y en rodales remanentes de selvas mayores de 50 años de abandono en el SESEFB; todos pertenecientes al municipio de Bacalar, Quintana Roo, México.

Se establecieron 18 parcelas de muestreo de 500 m² (10 × 50 m), distribuidas en seis clases (tiempo) de abandono: acahual de 5-20 años (Clase-I) y de 25 a 40 año (Clase-II), y una selva madura ~80 años (Clase-III).

Las tierras fueron utilizadas previamente para la agricultura con el sistema RTQ. En las parcelas de muestreo, todos árboles ≥ 2.5 cm de diámetro normal (Dn) fueron medidos, se registró su altura total (m) y nombre común en maya. Adicionalmente, se colectaron muestras botánicas para identificar la identidad taxonómica de los individuos con ayuda de especialistas. El cálculo y análisis de la composición florística, los patrones de diversidad arbórea y la estructura forestal de la vegetación, se realizó con el uso del Software Estadístico R versión 4.1.3 (R Core Team, 2022). El valor del índice de intensidad de uso de la tierra (índice-IUT) se calculó con la fórmula propuesta por Young (1997). Los estimadores de diversidad se basaron en el cálculo de los números de Hill (Jost, 2006).

Con la prueba Kruskal-Wallis se determinaron las diferencias estadísticas en la proporción de la diversidad encontrada entre los rodales. Para identificar diferencias estadísticas en la composición florística, se aplicó la técnica de Procedimiento de Permutación de Respuesta Múltiple no-paramétrica (MRPP, por sus siglas en inglés) (McCune *et al.*, 2002). Con el propósito de evaluar si las edades de abandono y la intensidad de uso de la tierra (como factores) influyeron en la composición arbórea y en los patrones de la diversidad, se aplicó el análisis multivariado de varianzas, basado en matrices de distancias y permutaciones (PERMANOVA) (Oksanen *et al.*, 2013).

La caracterización de la estructura forestal se realizó con los siguientes atributos forestales: distribución de individuos por clase diamétrica, densidad de tallos (número de individuos ha^{-1}) y área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$). El Efecto de la edad y el IUT sobre estos atributos se analizó con un ANOVA. La prueba de Shapiro-Wilks se aplicó a los residuales resultantes del modelo del ANOVA. Para detectar entre qué medias existieron diferencias estadísticas, a los factores que resultaron significativos, se les aplicó la prueba de sumas de rangos múltiples de Duncan, con ajuste de los valores-p para comparaciones múltiples, utilizando el método de Bonferroni (Dinno, 2015).

Resultados y discusión

Composición

El índice de disimilitud de Sorensen mostró que la composición arbórea es equivalente entre los acahuales de las clases I y II, que entre de

las clases-I y II, con respecto a la selva madura Clase-III. De hecho, el MRPP no detectó diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) en los valores de la composición florística entre acahuales y la selva madura, lo cual se explica debido a que la edad de abandono y la intensidad de uso de la tierra no afectan la composición arbórea de los rodales ($p \geq 0.1667$). Los acahuales de la Clase-I están conformados por 78 especies dispuestas en 74 géneros y 33 familias, con 10 especies exclusivas. La Clase-II también concentró 78 especies arbóreas, pero en un menor número de géneros y familias, así como de especies exclusivas ($n=7$). La Clase-III tuvo el menor número de especies con 70 taxa, representada en 64 géneros y 30 familias, con 6 especies exclusivas. En todas las clases la familia Fabaceae fue la mejor representada, seguida de Malvaceae (Clase-I y II) y Sapotaceae (Clase-III). *Coccoloba*, *Piscidia* y *Lysiloma* fueron los géneros con mayor riqueza de especies, seguidos en importancia por *Lonchocarpus* (Clase-I y III) y *Acacia* (Clase-II). La disimilitud de la composición florística decreció a medida que avanzó la edad de abandono, este comportamiento fue influenciado por la disminución de la riqueza de especies. Este hallazgo se debe a la respuesta de las especies durante la recuperación de los ecosistemas tropicales, misma que es gobernada por la interacción de la historia de uso de la tierra y los requerimientos de crecimiento de las mismas especies (Guariguata y Ostertag, 2001).

Patrones de diversidad de especies arbóreas. Los patrones de diversidad arbórea no fueron afectados por la edad de abandono ni por la interacción de la edad e intensidad de uso de la tierra ($p \geq 0.05$). Un hallazgo novedoso es que los acahuales superan en número de especies a la selva madura, lo que sugiere que este estadio sucesional contiene una magnitud de 10.25 % menos de riqueza que los acahuales. Además, la riqueza de los acahuales analizados en este estudio fue mayor, comparado con otros acahuales de Quintana Roo y Campeche originados posterior al uso agrícola de milpa (Schmook, 2010; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014).

Distribución de tallos por clase diamétrica

Los acahuales y la selva madura mostraron una estructura de diámetros en forma de J-invertida; a medida que el diámetro aumentó la densidad de individuos, disminuyó. Específicamente, la densidad de

árboles jóvenes pertenecientes a la clase 5, 10 y 15 cm dominaron en los acahuales ($\sim 5,000$ tallos ha^{-1}) y en la selva madura (~ 2500 tallos ha^{-1}). Las clases más pequeñas (5 y 10 cm) concentraron el 86 % de los tallos presentes en los dos acahuales y 70 % en la selva madura.

Densidad de tallos y área basal

La densidad de tallos y el área basal aumentaron de la Clase-I a la II, seguida de una disminución significativa de la densidad y una ligera disminución del área basal en la selva madura. La edad de abandono, y no la intensidad de uso de la tierra ($p > 0.05$), fue el factor que influyó positivamente sobre el cambio en la densidad de individuos ($p \leq 0.0305$) y del área basal ($p \leq 0.0354$).

La densidad de tallos de la Clase-I ($6\,616$ ind. ha^{-1}) y II ($6\,917$ ind. ha^{-1}) no fueron diferentes estadísticamente ($p \geq 0.05$), pero estas dos clases de edad sí fueron diferentes en sus densidades con el de la Clase-III ($3\,393$ ind. ha^{-1}) ($p \leq 0.008$). Mientras que el área basal promedio de la Clase-I (22 m^2 ha^{-1}) fue significativamente diferente con el de la Clase-II (32.36 m^2 ha^{-1}) y con el de la Clase-III (31.37 m^2 ha^{-1}) ($p \leq 0.05$). No obstante, el área basal entre las clases II y III no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$). La densidad de tallos fue mayor a un menor tiempo de abandono de los rodales. Esta dinámica forestal es consistente con lo reportado en selvas secundarias neotropicales, previamente sometidas al sistema RTQ (Guariguata y Ostertag, 2001; Chazdon *et al.*, 2007; Dupuy *et al.*, 2012).

Conclusión

La caracterización de los acahuales con periodos de barbecho de 5 a 40 años, que fueron sometidos a intensidad baja de RTQ, reveló que poseen un alto dinamismo en el recambio y anidamiento de especies en sus primeras etapas de crecimiento. Lo anterior originó que la edad de abandono no fuera una variable determinante en la variación de la composición y diversidad de especies arbóreas. De este modo, los acahuales son un acervo de especies maderables con diferentes fines de uso.

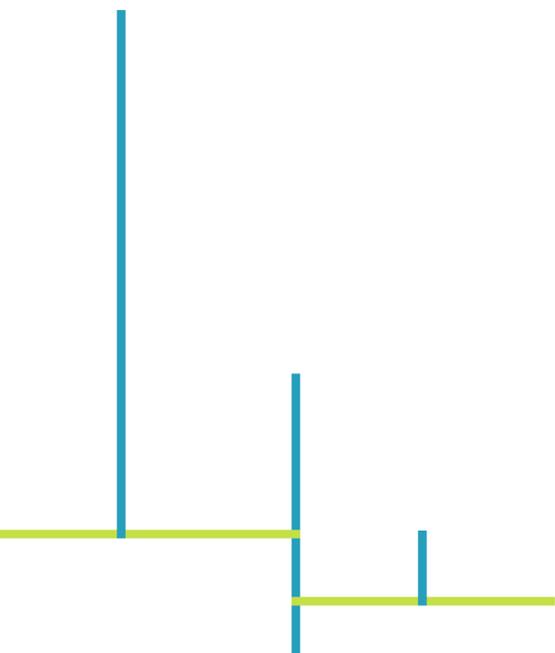
Se recomienda que, en el desarrollo de los planes de manejo, incluyendo las de conservación, se incorporen los parámetros de diversidad por

ser variables indicativas de los criterios de sostenibilidad del manejo forestal en la región de estudio.

Referencias

- Carreón-Santos, R. J. y Valdez-Hernández, J. I. (2014). *Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo*. *Revista Chapingo*, 20. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 119-130.
- Chazdon, R. L., Letcher, S. G., Van Breugel, M., Martínez-Ramos, M., Bongers, F. y Finegan, B. (2007). Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1478), 273-289.
- Dinno, A. (2015). Comparaciones Múltiples por Parejas No Paramétricas en Grupos Independientes usando la Prueba de Dunn. *El diario de Stata*, 15(1), 292-300. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>
- Dupuy, J. M., Hernández-Stefanoni, J. L., Hernández-Juárez, R. A., Tetetla-Rangel, E., López-Martínez, J. O., Leyequién-Abarca, E., Tun-Dzul, F. J. y May-Pat, F. (2012). Patterns and correlates of tropical dry forest structure and composition in a highly replicated chronosequence in Yucatán, México. *Biotropica*, 44, 151-162.
- Guariguata, M. R. y Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *For. Ecol. Manag.*, 148, 185-206.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363-375.
- López-Jiménez, L. N., Durán-García, R. y Dupuy-Rada, J. M. (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 25(1), e2511587.
- McCune, B., Grace, J. B. y Urban, D. L. (2002). *Analysis of ecological communities, MjM software design*.
- Moya-García, X., Caamal, A., Ku-Ku, B., Chan-Xool, E., Armendáriz, I., Flores, J., Moguel, J., Noh-Poot, M., Rosales, M. y Xool-Domínguez, J. (2003). La agricultura campesina de los mayas en Yucatán. *LEISA Revista de Agroecología*, 19, 7-17.
- Negreros-Castillo, P. y 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, 15-27.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. y Wagner, H. (2013). Package 'vegan'. *Community ecology package, version*, 2, 1-295.

- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Rozendaal, D. M., Bongers, F., Aide, T. M., Alvarez-Dávila, E., Ascarrunz, N., Balvanera, P., Becknell, J. M., Bentos, T. V., Brancalion, P. H. y Cabral, G. A. (2019). Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. *Science Advances*, 5, 5-10.
- Schmook, B. (2010). Shifting maize cultivation and secondary vegetation in the Southern Yucatán: successional forest impacts of temporal intensification. *Regional Environmental Change*, 10, 233-246.
- Soto, P. L., Martínez, A. y Quechulpa, S. (2011). *El acahual mejorado un prototipo agroforestal*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 28 p.
- Young, A. (1997). *Agroforestry for soil management*. CAB International Wallingford. United Kingdom, BPCC Wheathons Ltd., Exeter.



Tasas de crecimiento de dos gramíneas templadas establecidas por sobresiembra con bermuda gigante (*Cynodon dactylon* var.), en el valle de Mexicali, Baja California

Carmona-Victoria, Martín¹;
Vázquez-Mendoza, Paulina²;
Sánchez-Gutiérrez, Facundo²
y Hernández-Hernández, Manuel^{2*}

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.

² Facultad Maya de Estudios Agropecuarios,
Universidad Autónoma de Chiapas, carretera
Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá,
Chiapas, México.

*Autor de correspondencia:
manuel.hernandezh@unach.mx

Resumen

Se determinó la tasa de crecimiento de dos gramíneas de invierno (ryegrass anual y avena) en asociación por sobresiembra con bermuda gigante. Los tratamientos: bermuda-ryegrass-avena (BRA), bermuda-ryegrass (BRG) y bermuda-avena (BAV), se distribuyeron aleatoriamente a las unidades experimentales (tres parcelas de 0.48 ha cada una) y se evaluaron los componentes morfológicos con siete cortes tomados cada dos semanas. El ryegrass presentó la TC más alta en el corte tres del tratamiento BRG ($148 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). La TC de la avena fue menor a la del ryegrass, el valor mayor se encontró en el corte dos ($68 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) del tratamiento BAV. La bermuda presentó su mayor TC en el corte siete, en el tratamiento BAV ($152 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). Los valores de los cortes pares fueron siempre más altos, ya que son los cortes de la segunda quincena de edad, después del rebrote.

Palabras clave

Bermuda, ryegrass, Avena, tasa de crecimiento.

Introducción

El uso de pastos de verano o de invierno como monocultivos estacionales en el Valle de Mexicali representa una enorme desventaja para los productores de ganado de carne que utilizan el pastoreo en la etapa previa a la engorda en corral, debido a que ocasiona discontinuidad en la disponibilidad del recurso forrajero, por lo que la investigación debería enfocarse en la búsqueda de la asociación entre

pasturas de invierno y verano (Álvarez *et al.*, 2008). El establecimiento de una pradera continua, por parte de un monocultivo, no existe todavía o aún no se conoce en el Valle de Mexicali; la única forma que tienen los productores del Valle de tener una pradera continua o por lo menos de extender el periodo de producción de forraje verde es sembrar en verano un forraje tropical y en invierno un forraje de clima templado, lo que eleva el costo de producir forraje por las labores de preparación del terreno para una siembra, después de eliminar cualquiera de las dos siembras. El establecimiento de una sobresiembra de una gramínea anual de invierno sobre una pradera de gramínea perenne parece ser la solución de una pradera continua para poder extender la producción de biomasa verde como forraje para el ganado por más días a lo largo del año, aunado a que su establecimiento reduce los costos de sembrar un monocultivo después de otro por las labores de preparación de terreno culturales de la región. Por lo anterior el objetivo del estudio fue determinar la tasa de crecimiento de materia seca de dos gramíneas de invierno, ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) y avena (*Avena sativa*), en asociación por sobresiembra con bermuda gigante (*Cynodon dactylon var.*), en el Valle de Mexicali, Baja California.

Materiales y métodos

Localización y características del sitio experimental

El experimento se realizó en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, México (32° 24' LN y 115° 11' LO). El clima es BW (h') hs (e') muy seco cálido con humedad variable en todas las estaciones del año (García, 2004). La temperatura media anual es de 22 °C. La precipitación media anual es de 65 mm (INEGI, 2010). El suelo es salino-sódico, con más de 16 % de sodio intercambiable y pH de 7.9 a 8.4, textura pesada y con un promedio de 79 % de arcilla compacta. El suelo se le clasifica como 3a y 4a clase para uso agrícola (SARH, 1989), presentando problemas de desarrollo y productivo bajo.

Metodología

Para evaluar la curva de crecimiento de una pradera estacional asociada bermuda gigante-gramínea de verano, establecida por sobresiembra (SS), se utilizaron tres parcelas experimentales de 0.48 ha con

las asociaciones: bermuda-ryegrass anual var. Oregon (BRG), bermuda-avena (BAV), bermuda-ryegrass-avena (BRA). El primer corte para uniformización se realizó 65 días después de la siembra. En la víspera del primer corte, se delimitaron al azar cuatro áreas de muestreo de 18 m² (3 x 6 m) de cada tratamiento. Mediante corte a ras del suelo de tres puntos de 0.1 m², por cada área de muestreo se estimó la cantidad de forraje disponible en cada uno de los tratamientos. En adelante, los muestreos se realizaron cada dos semanas ubicándose aleatoriamente un área de 0.1 m² para cortar al ras del suelo tres muestras del forraje disponible en cada uno de los cuatro sitios seleccionados de cada franja representativa de cada tratamiento. El forraje obtenido en los cortes se identificó y peso, separándose en material muerto y verde. El material verde se separó y se cuantificó la proporción por especie que fueron bermuda, ryegrass, avena y otras variedades. Los componentes morfológicos se secaron a 55 °C por 48 h y, posteriormente, se pesaron. Con los datos de peso seco se calculó la cantidad promedio de MS parcial de cada componente morfológico. La tasa de crecimiento de las diferentes variedades se calculó con los datos de materia seca parcial de cada uno de los tratamientos. La tasa de crecimiento se calculó con la siguiente ecuación matemática: $TC = FC / t$ Donde: FC = forraje cosechado (kg MS ha⁻¹), t = días transcurridos entre un corte y el siguiente (Velasco *et al.*, 2002).

Para el análisis estadístico de las variables de interés se usó un diseño completamente al azar, para su análisis se utilizó el PROC ANOVA del paquete estadístico SAS (2006) bajo el siguiente modelo: $Y_{ij} = \mu + V_i + E_{ij}$, donde: Y_{ij} = variable de respuesta, μ = media general, V_i = efecto de tratamiento (especies) $i = 1 \dots 2$, E_{ij} = error experimental E(b), supuestos. Los errores se $\sim N | (0, \sigma^2)$. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

Resultados y discusión

Tasa de crecimiento de las especies estudiadas

En el primer corte al asociarse con ryegrass y avena la TC de bermuda no fue diferente ($P = 0.4037$) (cuadro 1) a su TC cuando se asoció con

cada una de las gramíneas templadas por separado. Particularmente, tampoco existió ($P = 0.3684$) diferencia en la TC de bermuda al estar asociada con ryegrass o con avena (63 y $58 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). Es posible que los altos valores en la TC de bermuda, para este primer corte, puedan ser atribuidos a un sesgo provocado por la acumulación de residuos de la anterior temporada de crecimiento. En consecuencia, en el segundo corte la TC de bermuda se presentan valores comparativamente menores, por lo menos para los tratamientos que se asociaron con ryegrass o con avena, por separado (5 y $9 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, respectivamente).

La TC de Bermuda en el tratamiento donde se asoció con ryegrass y avena juntos fue significativamente mayor ($40 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) ($P < 0.01$), lo que resultó en una diferencia bastante importante. El pasto bermuda, cuando crece en climas extremos y a latitudes superiores al trópico de cáncer, es altamente influenciado por los cambios estacionales en fotoperiodo y ocurrencia de temperaturas extremas (Huang *et al.*, 2018 y Cui *et al.*, 2021), de tal forma que son los meses de invierno cuando ocurren las tasas de crecimiento mínimas o permanecen en estado de latencia.

Cuadro 1.

Tasas de crecimiento ($\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), durante la estación de corte invierno-primavera, de ryegrass (rg), avena (av) y pasto bermuda (bg) establecidos por sobresiembra en el Valle de Mexicali

Corte		Tratamientos			
		BRA	BRG	BAV	EE
1	BG	63	58	44	21
	RG	79 ^b	127 ^a	2 ^c	15
	AV	21 ^b	0 ^b	67 ^a	13
2	BG	40 ^c	5 ^b	9 ^a	2
	RG	70 ^a	81 ^a	0 ^b	8
	AV	13 ^b	0 ^c	68 ^a	4

Continúa...

3	BG	79	55	81	35
	RG	84 ^b	148 ^a	8 ^c	32
	AV	15 ^b	0 ^b	55 ^a	8
4	BG	40	24	49	12
	RG	86 ^a	94 ^a	1 ^b	16
	AV	7 ^b	0 ^b	50 ^a	8
5	BG	76 ^{ab}	39 ^b	117 ^{ab}	45
	RG	57 ^{ab}	103 ^a	32 ^{ab}	38
	AV	0 ^b	0 ^b	11 ^a	4
6	BG	74 ^b	61 ^b	114 ^a	16
	RG	56 ^a	62 ^a	8 ^b	23
	AV	0	0	0	0
7	BG	99 ^b	67 ^b	152 ^a	24
	RG	1	4	0	3
	AV	0	0	0	0

En los cortes segundo y tercero (cuadro 1), la TC de bermuda se elevó hasta 81 kg MS * ha⁻¹ * d⁻¹, valor que correspondió al tercer corte de la asociación bermuda-avena, pero sin existir (P = 0.6067) diferencias en la TC de bermuda, respecto a la ocurrida en los demás tratamientos. Durante el mes de abril, cuando termina el periodo de latencia de la bermuda y se manifiesta una persistente elevación en su TC, se observaron los mayores valores. La bermuda no presentó valores altos en su TC, pero para el mes de abril podemos decir que se termina su periodo de latencia, obteniendo valores más altos en comparación con los de los cortes anteriores, obteniendo el valor más alto del corte cinco en el tratamiento de bermuda asociado con avena, con un valor de 117 kg MS * ha⁻¹ * d⁻¹, el cual no tuvo diferencia significativa con el resto de los tratamientos del mismo corte (P = 0.9273), debido a la alta variabilidad. Para los cortes seis y siete, la TC de la bermuda fue numéricamente similar a los valores del corte cinco.

Tratamiento: BRA = Bermuda + ryegrass + avena, BRG = Bermuda + ryegrass, BAV = Bermuda + avena. Los valores con la misma literal dentro de la hilera no son diferentes (P > 0.05).

En el primer y segundo corte, la TC de la bermuda donde se asoció solo con avena fue menor en comparación con las tasas de los otros tratamientos. El hecho de que la TC de la bermuda fuera persistentemente mayor en el tratamiento donde se asoció solo con avena es atribuible a que la avena tenía una menor densidad de población en comparación con los otros tratamientos, por lo tanto, no representaba mayor competencia por la luz solar, además de que el ciclo vegetativo de la avena, al ser más corto, permitió que a partir del corte cinco, que fue a la mitad de abril, solo se encontró avena en una mínima cantidad ($11 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$).

La TC de bermuda fue mayor en el tratamiento donde se asoció solo con avena que donde se asoció solo con ryegrass; excepto para el primer corte donde fue mayor la TC de la bermuda, cuando el tratamiento se asoció solo con ryegrass, mas no existió diferencia significativa ($P=0.3684$). Es posible que exista cierto sinergismo proporcionado por el crecimiento de la avena sobre el desarrollo del pasto bermuda (Sánchez, 2008 y Evers, 2005). Para los cortes 2, 4, 6 y 7 si existió diferencia significativa ($P<0.05$) en la TC de bermuda en los tratamientos donde se asoció con avena y ryegrass por separado.

El ryegrass mostró una mayor persistencia y una mejor adaptación al suelo y clima, pues desde el inicio tuvo TC más altas que la avena, esto durante todos los cortes. La TC más alta que mostró el ryegrass fue durante el tercer corte con un valor de $148 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, mayor a la TC señaladas por Sevilla *et al.* (2001) en Argentina, con una variedad de ryegrass que obtuvo un valor más alto, de $55 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. En todos los cortes, la TC del ryegrass fue mayor para el tratamiento donde se asoció con bermuda, en comparación con la asociación bermuda-ryegrass-avena, aunque solo en el primero ($P<0.05$) y tercer ($P<0.05$) cortes esta diferencia fue significativa. En los demás no hubo diferencia significativa, aún en el caso del quinto corte que con valores de 57 y $103 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ para los tratamientos BGRGAV y BAV, respectivamente, no existió diferencia significativa ($P = 0.1105$). A medida que el verano se acercaba, el valor de la TC del ryegrass fue disminuyendo para llegar al séptimo corte con un valor de 1 y $4 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ para el tratamiento de bermuda con ryegrass y avena y de bermuda con solo ryegrass respectivamente. Esta aparición de ryegrass en este tratamiento se

atribuye a que la semilla es pequeña y ligera, logrando volar hasta esa parte del terreno durante la siembra y/o se quedaron restos de esta semilla en la sembradora durante la siembra, ya que primero se sembró el ryegrass y posteriormente la avena.

El valor más alto para la TC de la avena ocurrió en el corte dos ($68 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) en el tratamiento de bermuda con solo avena; esta fue mayor a la TC reportada por Sevilla *et al.* (2001), quienes indican un valor de $35 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ en la región de Buenos Aires, Argentina. El valor de la TC de avena siempre fue mayor en el tratamiento donde se asoció bermuda solo con avena, que donde se asoció la bermuda con ryegrass y avena, siendo en el primer corte $21 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, su valor más alto dentro del tratamiento de bermuda asociada con las otras dos especies, y en el primero y segundo cortes para el tratamiento de bermuda-avena el valor de TC más alto ($P < 0.05$) fue de $67 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Para el quinto corte solo se encontró avena en el tratamiento de bermuda con solo avena y en los posteriores cortes ya no se encontró muestra alguna de avena.

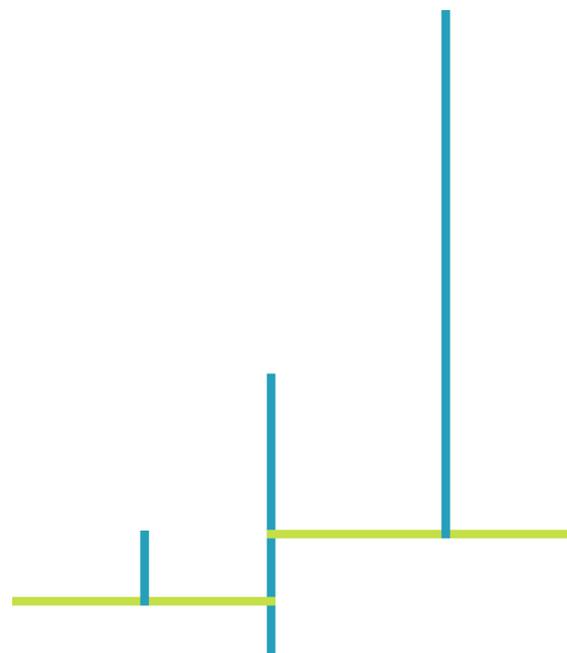
Conclusión

La bermuda presenta su tasa de crecimiento más alta en el tratamiento de bermuda-avena. De las especies de invierno, el ryegrass presentó la mayor TC y rendimiento, ubicándose en el tratamiento de bermuda-ryegrass. La asociación BRA presentó los valores más estables en su TC durante todo el experimento.

Referencias

- Cui, F., Taier, G., Li, M., Dai, X., Hang, N., Zhang, X., Wang, X. y Wang, K. (2021). The genome of the warm-season turfgrass African bermuda-grass (*Cynodon transvaalensis*). *Horticulture Research*, 8(93), 2-16.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Huang, S., Wang, C. y Liang, J. (2018). Genetic resources and genetic transformation in bermudagrass—a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32(1), 1-9.
- INEGI. (2010). *Anuario estadístico del estado de Baja California*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Baja California, pp. 3-7.

- SAS. 2006. *User's Guide: Statistic Analysis System*. SAS. Inst., Carry, N. C.
- Sánchez, A., Faria, M. J. y Araque, C. (2008). Producción de materia seca en una asociación *Cenchrus ciliaris*-*Leucaena leucocephala* al aplazar su utilización durante la época seca. *Zootecnia Tropica*, 26(2), 117-123.
- Sevilla, G., Pasinato, A. y García, J. M. (2001). Curvas de crecimiento de forrajeras irrigadas. Archivos. *Latinoamérica Producción Animal*, 9(2), 91-98.
- Velasco, M., Hernández, A., González, V. A., Pérez, J. y Vaquera, H. (2002). Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. *Revista Fito-tecnia México*, 25(1), 97-06.



Efecto de consorcios microbianos en maíz en tres parcelas de la región Frailesca, Chiapas

Rosabal-Ayan, Lissy¹;
Guevara-Hernández, Francisco^{1*};
Ruiz-Valdiviezo, Víctor M.²;
Raj-Aryal, Deb¹;
La O-Arias, Manuel A.¹
y Velasco-Coutiño, María I.¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH-FCA).

² Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, México.

*Autor de correspondencia:

francisco.guevara@unach.mx

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo básico en la región frailesca que, para mantener su producción, se utilizan fertilizantes químicos de manera indiscriminada; como consecuencia, en la región se encuentran suelos agotados y poco fértiles. El uso de biofertilizantes es una de las alternativas que contribuyen con los procesos de transición hacia prácticas más sustentables. El presente trabajo se desarrolló en tres parcelas de los municipios de Villaflores y Villa Corzo, en Chiapas. Se utilizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, mediante los que se evaluaron los efectos de la aplicación de consorcios microbianos provenientes de diferentes ambientes sobre variables agronómicas del maíz híbrido Pioneer P4082w en el ciclo P-V 2021. Los resultados evidencian que los consorcios mejoran el peso fresco y seco de mazorca, tallo y hojas a los 90 días después de la siembra (DDS).

Palabras clave

Biofertilizantes, microorganismos, *Zea mays* L.

Introducción

El cultivo de maíz es fundamental para el contexto productivo de la región Frailesca. En el 2020, el rendimiento promedio de la región fue de 3.38 t ha⁻¹ superior a la media estatal de 1.90 t ha⁻¹ (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020). A pesar de que los rendimientos superan la media estatal, diversos estudios demuestran que la región ha disminuido la producción y el área cultivada. Esto

se debe principalmente al uso indiscriminado de productos químicos y, como consecuencia, se encuentran suelos degradados, poco productivos, compactados, ácidos con problemas de toxicidad y sin materia orgánica (Martínez *et al.*, 2020). Ante esta situación, la elaboración y uso de biofertilizantes de inóculos edáficos a partir del microbiota del suelo representan una de las opciones como parte de un conjunto de prácticas que faciliten el proceso de transición hacia una agricultura sustentable.

Los consorcios microbianos son una agrupación de microorganismos con diversidad funcional que contribuyen con los procesos sinérgicos entre grupos taxonómicos diferentes (Chaparro, 2012). Como resultado de la interacción entre estos, las poblaciones microbianas se adaptan y resisten a variaciones de factores bióticos y abióticos, y son capaces de funcionar a través de actividades más complejas como reactivar procesos del ciclo de nutrientes (Santos y Parra, 2021). Los biofertilizantes preparados a partir de consorcios microbianos se utilizan por su alta efectividad en mejorar la productividad de los cultivos y su acción positiva en la mejora de la calidad de los suelos (Santos *et al.*, 2018); por ello, se planteó el objetivo de evaluar los efectos de la aplicación de consorcios microbianos sobre variables de crecimiento en el cultivo de maíz en tres parcelas de los municipios de Villaflores y Villa Corzo, en Chiapas.

Materiales y métodos

Localización de la zona de estudio

La investigación se realizó en tres parcelas de maíz cultivadas de manera convencional por productores cooperantes y ubicadas en los municipios de Villaflores y Villa Corzo. Dos parcelas se localizan en la localidad Dr. Domingo Chanona, con coordenadas 16° 20' 18.4" LN y 93° 26' 48.4" LO, a una altitud de 724 m. La tercera parcela se ubica en el kilómetro 7.7 de la carretera Villa Corzo-Villaflores, entre 16° 12' 43.12" LN y 93° 15' 51.36" LO, a 567 msnm. El experimento se desarrolló en el ciclo P-V 2021 con maíz híbrido Pioneer P4082w.

Obtención de los consorcios microbianos

De enero a abril de 2021 se obtuvieron seis inóculos de consorcios microbianos: tres de parcelas de productores (parcela con fertilización química + pollinaza; parcela con fertilización química; parcela de Villa

Corzo) y tres de áreas conservadas (área de protección “La Frailesca”; reserva de biosfera “La Sepultura” y Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC). Se realizó un muestreo de suelos y hojarasca, con la técnica de cinco de oros para coleccionar 25 kg de muestra compuesta, en cada sitio. Para la hojarasca se tomaron muestras de los primeros 10 cm de materia orgánica, y para las de suelo de 5-20 cm. La reproducción y activación de los consorcios se realizó en condiciones anaeróbicas durante 30 días cada una, con materiales de la región bajo las recomendaciones técnicas de Suchini (2012).

Diseño experimental y variables evaluadas

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones: T0-Testigo sin consorcios microbianos; T1-Microorganismos de parcela de Villa Corzo; T2-Microorganismos de parcela con fertilización química; T3-Microorganismos de parcela con fertilización química + pollinaza; T4-Microorganismos de montaña del cerro Nambiyugua; T5-Microorganismos de montaña de La Frailesca; T6-Microorganismos de montaña de La Sepultura. A los tratamientos con microorganismos se les aplicaron 10 ml de los consorcios al 100 %, a los 20, 40 y 60 días después de la siembra (DDS) del maíz, en el pie de la planta. A los 90 DDS se hizo un muestreo destructivo que consistió en seleccionar cinco plantas al azar por parcela útil por unidad experimental. Posterior a la evaluación en peso fresco, las plantas se llevaron a estufas de secado de aire forzado (T 60 °C) por siete días en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, campus V, de la UNACH, en Villaflores. Las variables evaluadas fueron biomasa fresca y seca de la parte aérea (tallo, hoja bandera, hojas totales y mazorca) (Garay y Cruz, 2015).

Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA y la comparación de medias por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) con el Software estadístico R versión 4.1.3

Resultados y discusión

En la parcela 1, los T1 y T2 destacaron en peso fresco y seco de mazorca, mientras que, en peso fresco de hojas, el T4 superó al resto

de los tratamientos. En el caso de peso seco de hojas sobresale el T2 respecto al resto de los tratamientos. En el peso fresco y seco de tallo, el testigo fue superior a todos los tratamientos. En la parcela 2, aunque no hubo diferencias estadísticas en peso fresco de mazorca, tallo y hojas, se aprecia numéricamente que los T6, T3 y T1 superan ligeramente al testigo. En peso seco de mazorca y tallo, los tratamientos donde se aplicaron los consorcios del T6 mostraron resultados superiores estadísticamente. En la parcela 3, el T6 muestra valores estadísticamente superiores en peso fresco y seco de mazorca, tallo y hojas. De manera general, en las tres parcelas se aprecia un beneficio generalizado por el uso de los consorcios procedentes de la montaña y de los consorcios provenientes de las parcelas en el desarrollo de la parte aérea del maíz (cuadros 1 y 2).

Castro *et al.* (2015) mencionan que el uso de inóculos de microorganismos de montaña propicia la colonización en la rizosfera y favorece el crecimiento vegetal de los cultivos. Esto coincide con Malusá *et al.* (2012), quienes exponen que el uso de biofertilizantes, a partir de inóculos edáficos, incrementa el aprovechamiento eficiente de los nutrientes del suelo y, por tanto, la nutrición de las plantas y su productividad, entre otros beneficios. No obstante, también recomiendan continuar las investigaciones para entender mejor las interrelaciones en el sistema suelo-planta-microorganismo.

Cuadro 1.

Peso fresco de mazorca, tallo y hojas de maíz en las tres parcelas, con aplicación de consorcios microbianos

Tratamiento	Parcela 1			Parcela 2			Parcela 3		
	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)
T0	340 ab	463 a	153 ab	306 a	431 a	143 a	290 ab	341 ab	103 ab
T1	358 a	418 ab	130 bc	320 a	389 a	144 a	229 b	263 b	85 b
T2	349 a	411 ab	142 abc	295 a	457 a	142 a	286 ab	330 ab	99 ab
T3	336 ab	430 ab	144 abc	292 a	392 a	130 a	291 ab	313 ab	95 ab

Continúa...

T4	312 ab	389 ab	172 a	283 a	388 a	125 a	286 ab	323 ab	103 ab
T5	339 ab	420 ab	147 ab	299 a	405 a	129 a	243 ab	268 b	78 b
T6	291 b	324 c	111 c	322 a	433 a	131 a	311 a	391 a	117 a
EE	18.5	24.1	11.8	17.4	28.2	8.5	15.5	17.9	5.6

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$). Parcela 1: parcela con fertilización química + pollinaza; parcela 2: parcela con fertilización química; parcela 3: parcela de Villa Corzo. EE: error estándar.

Cuadro 2.

Peso seco de mazorca, tallo y hojas de maíz en las tres parcelas con aplicación de consorcios microbianos

Tratamiento	Parcela 1			Parcela 2			Parcela 3		
	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)	Mazorca (g)	Tallo (g)	Hojas (g)
T0	67.1 ab	93.4 a	34.5 a	129.4 ab	94.2 a	35.7 a	58.9 b	72.5 ab	23.8 a
T1	80.2 a	84.6 a	36.0 a	123.5 ab	79.5 ab	34.0 a	77.0 ab	64.0 b	29.0 a
T2	80.1 a	86.4 a	37.6 a	132.3 ab	90.9 ab	36.8 a	82.3 a	76.9 ab	32.3 a
T3	69.2 ab	89.4 a	35.9 a	122.8 ab	78.6 ab	29.9 a	67.1 ab	69.7 ab	25.4 a
T4	63.8 b	71.6 a	33.2 a	115.0 b	76.0 b	31.1 a	72.4 ab	83.1 ab	29.9 a
T5	72.9 ab	80.2 a	35.4 a	122.4 ab	85.5 ab	37.8 a	62.8 ab	68.6 b	25.2 a
T6	60.3 b	68.6 a	29.7 a	144.9 a	93.2 ab	35.2 a	80.2 a	90.5 a	31.1 a
EE	4.8	8.3	5.8	8.5	5.9	8.8	5.3	3.9	7.6

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$). Parcela 1: parcela con fertilización química + pollinaza; parcela 2: parcela con fertilización química; parcela 3: parcela de Villa Corzo. EE: error estándar.

Conclusión

Los biofertilizantes de inóculos procedentes de la montaña y de las parcelas tuvieron mayores efectos en el peso fresco y seco de mazorca, tallo y hojas en el cultivo de maíz, comparados con el testigo. En la parcela 3, el T6 destaca de manera significativa; con un comportamiento

similar en la parcela 2, pero sin diferencias estadísticas. En la parcela 1 destacan los T1 y T2 en peso fresco y seco de mazorca.

Referencias

- Castro, L., Murillo, M., Lorío, L. U. y Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y Microorganismos de Montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, (39), 21-36.
- Chaparro, J., Sheflin, A., Manter, D. y Vivanco, J. (2012). Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 48(5), 489-499.
- Garay, J. A. y Cruz, J. (2015). *Ecofisiología de maíz en San Luis. Información técnica 188*. Ediciones INTA. Colección Recursos, 164 p.
- Malusá, E., Sas-Paszt, L. y Ciesielska, J. (2012). Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. *The Scientific World Journal*. 12 p. doi:10.1100/2012/491206
- Martínez, F. B., Guevara, F., Aguilar, C. E., Rodríguez, L. A., Reyes, M. B. y La O, M. A. (2020). Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 871-881. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.793>
- Santos, S. y Parra, F. (2021). Current trends in plant growth-promoting microorganisms research for sustainable food security. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.crimi-cr.2020.100016>
- Santos, S., Parra, F., Herrera, A., Valenzuela, B. y Estrada, J. (2018). Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 191-202.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). *Chiapas. Info-grafía agroalimentaria*. <https://www.gob.mx/siap>
- Suchini, J. G. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio*, (104). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 46 p.

Protocolo para la regeneración *in vitro* de plantas de *Brachiaria humidicola* de material colectado en zonas ganaderas de Balancán Tabasco y Catazajá Chiapas

Pérez-Pascual, Daniel*¹;
Jiménez-Guillen, Doribet¹;
Ramos-Jiménez, Sergio¹;
Zúñiga-Aguilar, José Juan¹
y Monroy-Hernández, Rubén¹

¹ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios,
Universidad Autónoma de Chiapas, carretera
Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá,
Chiapas, México.

*Autor de correspondencia:
daniel.pascual@unach.mx

Resumen

La regeneración de pasturas y forrajes *in vitro* de material con características específicas permite obtener en corto tiempo, en condiciones bien controladas, en un espacio reducido un gran número de individuos, a partir de explantes como internudos y yemas. Este es un importante procedimiento para la selección, producción, conservación y desarrollo de nuevos cultivares en forma rápida y más específica a los requerimientos actuales. En este estudio se desarrolló un sistema rápido, fácil y reproducible de regeneración *in vitro* de plantas de *Brachiaria humidicola*, a través de la formación de brotes de material vegetal colectado en zonas ganaderas del municipio de Balancán, Tabasco, y Catazajá, Chiapas.

Palabras clave

Regeneración *in vitro*, *Brachiaria humidicola*, *brachiaria* spp., cultivo *in vitro*.

Introducción

Brachiaria humidicola es un tipo de pastura bien adaptada a las áreas tropicales y cultivada en zonas ganaderas de Tabasco y Chiapas para los sistemas agropastoriles. Esta gramínea es originaria del este y sureste de África tropical (Fisher *et al.*, 1994, y Keller-Grein *et al.*, 1996), representa un total de 105 accesiones, lo cual la hace una pastura de las más variadas y mejoradas del género *Brachiaria* (Renvoize *et al.*, 1998).

La *B. humidicola* fue introducida a la región junto con otras variedades, por ejemplo, la *B. decumbens*, *B. brizantha*, *Panicum maximum* cv. *Monbaza*, *Tanzania* o *B. mutica*, para mejorar la productividad ganadera; sin embargo, solo la *B. humidicola* se ha adaptado muy bien a las condiciones edafoclimáticas de la zona, como sequías prolongadas, inundaciones, suelos con drenaje deficiente o suelos ácidos y pobres. De este material establecido desde hace más 50 años en la región no hay estudios sobre los recursos fitogenéticos presentes y no hay un plan de conservación de germoplasma existente con indicadores productivos elevados. Las técnicas de cultivo de tejido *in vitro* ofrecen una alternativa complementaria en las actividades de conservación de germoplasma, además, es una herramienta poderosa para el desarrollo de nuevos cultivares mediante el mejoramiento biotecnológico.

Se ha reportado el cultivo *in vitro* de *Brachiaria brizantha* (Lenis-Manzano 1998, Cabral *et al.*, 2011, 2015, y Koehler *et al.*, 2022), *B. ruziziensis* (Ishigaki *et al.*, 2009, 2012), híbridos de *Brachiaria* spp. (Rodrigues-Otubo *et al.*, 2000). Los reguladores de crecimiento vegetal (RCV) más empleados son el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), 6-benciladenina (6-BA), kinetina (KIN), zeatina, ácido naftalenacético (ANA) (Sallaud *et al.*, 2003, Matsumoto, 2006, y Cabral *et al.*, 2011) ya sea solos o combinados. Por otra parte, se han utilizado varios tipos de tejidos como explantes; por ejemplo, embriones cigóticos, escutelos, brotes apicales, inflorescencias, anteras y partes basales de las hojas, entre otros (Bellido *et al.*, 2021). Para *B. humidicola* existe nula información sobre el cultivo de tejido *in vitro* que permita la regeneración de este valioso material. En este trabajo se presenta un protocolo rápido y fácil para la introducción, y regeneración *in vitro* de plantas de *Brachiaria humidicola*.

Materiales y métodos

Material vegetal

Explantes de internodos de 3 cm de largo de *B. humidicola*, obtenido en condiciones de invernaderos a partir de colectas de material vegetal en zonas ganaderas de la región de Balancán, Tabasco, y Catazajá, Chiapas.

Obtención de material vegetal

Para la obtención de tejido vegetal (internodos), se utilizó material colectado en tres ubicaciones en el municipio de Balancán, Tabasco

(rancho El Diamante, rancho La Bella Aurora y Hulería) y tres puntos de colecta, en el municipio de Catazajá, Chiapas (Facultad Maya, ejido Catazajá, poblado El Cuyo). Pequeños surcos fueron sembradas en vasos de unicel de un litro (REYMA) en sustrato (cosmopeat® y cosmocel) y tierra, en una relación 1:1, se cortó la parte aérea a una distancia de 5 cm a partir de la base. Las macetas fueron colocadas en un cuarto de crecimiento con fotoperiodo hasta la obtención de renuevo de un tamaño aproximado de 20-30 cm de alto.

Desinfección de material vegetal

Se cortaron explantes de 3 cm (incluye el internudo); posteriormente, se colocaron en frascos de 200 ml con la solución de lavado. Después, se realizó el primer lavado utilizando una mezcla de fungicida/bactericida (1 %/1 %) benomilo (promyl/strepto) 100 (PASSA), agitación por 135 rpm durante 10 minutos; posteriormente, se realizó un segundo lavado empleando una solución de hipoclorito de sodio al 20 %, con una agitación a 135 rpm durante 10 minutos; posteriormente, los explantes se enjuagaron con agua destilada estéril y se colocan en papel absorbente para retirar el exceso de agua.

Regeneración *in vitro* de *Brachiaria humidicola*

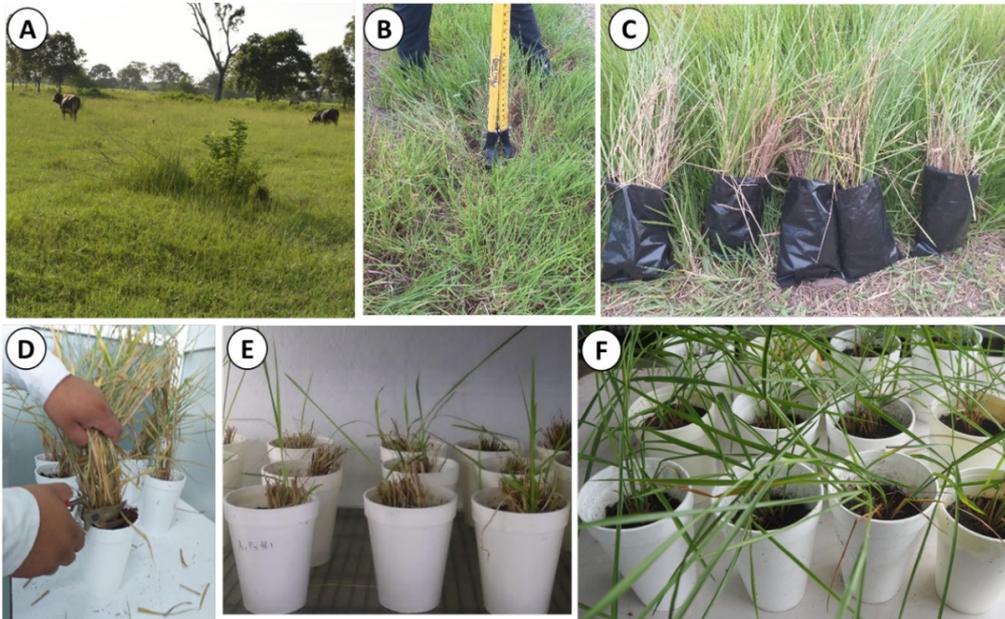
Para ambas especies de gramíneas se utilizó el medio MS (Murashige y Skoog, 1962), a la mitad de su fuerza iónica (MS1/2) suplementado con vitaminas (tiamina 0.004 g/L, L-cisteína 0.0025 g/L, ácido nicotínico 0.001 g/L), myo-inositol 0.1 g/L, sacarosa 30 g/L, 0.001 g/L de 6-benciladenina (sigma-Aldrich), gelrite® 2.3 g/L. El pH fue ajustado a 5.8. Cinco explantes fueron colocados en cada magenta, y se mantuvieron en condición de fotoperiodo hasta la obtención de plántulas a los 30 días.

Aclimatación de plántulas

Plántulas *in vitro* de 50 días de cultivo con raíces bien desarrolladas fueron extraídas del medio nutritivo, se lavaron suavemente con agua y se sumergieron en una solución de benlate al 1 % durante 5 minutos; posteriormente, se trasplantaron a macetas de plástico que contenían sustrato y tierra (1:1). Las plantas se mantuvieron en el cuarto de fotoperiodo de 16/8 h. Durante las primeras 2 semanas las plantas se cubrieron con bolsas de polietileno transparente para mantener la humedad; después, se hicieron pequeños agujeros, a los 25 días se les retiró las bolsas.

Figura 1.

Colecta de material vegetal y siembra en macetas. A: Pastura *Brachiaria humidicola* en condiciones de campo; B y C: colecta de material vegetal con la ayuda de pala coa Hércules; D, E y F: siembra de material colectado a condiciones de invernadero a los 0, 15 y 30 días.



Resultados y discusión

Para garantizar la introducción de material vegetal al cultivo de tejido *in vitro*, fue importante sembrar material vegetativo en macetas para reducir la carga de microorganismos y garantizar la desinfección del tejido vegetal (ver figura 1: A y B). El corte de cinco cm a partir de la base del material sembrado (figura 1: D) puede ser útil para la regeneración de nuevo tejido de forma rápida y pueda ser utilizado a los 30 días (figura 1: E y F).

Para la regeneración *in vitro* fue importante utilizar internodos jóvenes de plantas provenientes de macetas, ya que, al utilizar tejido de material vegetal, colectado en condiciones de libre pastoreo, es difícil evitar la contaminación por diversos microorganismos, lo que no sucede en cultivos de tejido *in vitro*. El protocolo de desinfección se optimizó al utilizar una mezcla de fungicida y bactericida, con una agitación de 135 rpm durante 10 minutos, y la utilización de hipoclorito de sodio al 20 % y etanol al 70 % no es suficiente para la desinfección del tejido; sin embargo, se incrementó el porcentaje de necrosis de los segmentos

nodales. Esto último se debe al efecto fitotóxico que produce el hipoclorito de sodio y el etanol.

Después del proceso de desinfección, los explantes fueron colocados en magentas suplementados con medio nutritivo MS $\frac{1}{2}$ con 6-BA, a una concentración de 0.001 g/L. A los 30 días de cultivo en condiciones de fotoperiodo se observó la regeneración de 12 ± 2 plántulas por internudos (figura 2: D), en el medio sin 6-BA, en la condición testigo (sin RCV) no se observó la regeneración de plántulas (figura 2: C). Se ha reportado la regeneración *in vitro* de brotes de *B. brizantha* con una alta eficiencia en medio MS basal con caseína hidrolizada, suplementado con la combinación de 0.0002 mg/L de 6-BA y 0.003 g/L de 2,4-D (Cabral *et al.*, 2011), un tratamiento diferente al utilizado en este trabajo, donde solo la citocinina 6-BA tiene un efecto positivo sobre la regeneración de brotes en los explantes de *B. humidicola*.

Figura 2.

Regeneración *in vitro* de *Brachiaria humidicola*. A: plantas en macetas de *B. humidicola* como fuente principal de explantes; B: selección de explantes internodos de *B. humidicola* de 3 cm de largo; C: explantes en medio MS $\frac{1}{2}$ sin reguladores de crecimiento vegetal; D: explantes en medio MS $\frac{1}{2}$ en presencia de 6-BA a los 30 días de cultivo, E: desarrollo de plántulas separadas del explante de forma individual a los 40 días.



Las plántulas formadas en los explantes fueron separadas y colocadas en medio MS½ y vitaminas sin RCV (figura 2: E). A los 50 días las plantas pasaron a la etapa de preaclimatación durante 15 días y finalmente fueron transferidas a condiciones de invernadero, teniendo un porcentaje del 90 % de sobrevivencia.

Conclusión

Se desarrollo un protocolo eficiente, sencillo y reproducible para la regeneración *in vitro* de plantas de *Brachaira humidicola*, utilizando como internodos de material vegetativo cultivado en macetas previamente, medio MS½ en presencia de la citocinina 6-BA, este resultado representa el primer reporte de obtención de regenerantes de *B. humidicola* de material *ex vitro* colectado en zonas ganaderas. El protocolo permitirá conservar material vegetal establecido en la región con características sobresalientes que deberán ser seleccionados previamente, así como la obtención de clones o regeneración de variedades mejoradas genéticamente mediante técnicas biotecnológicas.

Referencias

- Bellido, A. M., Canadá, E. D. S., Permingeat, H. R. y Echenique, V. (2021). Genetic Transformation of Apomictic Grasses: Progress and Constraints. *Frontiers in Plant Science*, 12.
- Cabral, G. B., Carneiro, V. T. C., Lacerda, A. L., Do Valle, C. B., Martinelli, A. P. y Dusi, D. M. A. (2011). Somatic Embryogenesis and Organogenesis in Apomictic and Sexual *Brachiaria Brizantha*. *Plant Cell Tiss Org Cult.* (107), 271–282
- Cabral, G. B., Carneiro, V. T., Rossi, M. L., da Silva, J. P., Martinelli, A. P. y Dusi, D. (2015). Plant Regeneration from Embryogenic Callus and Cell Suspensions of *Brachiaria Brizantha*. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 51(3), 369-377.
- Cabral, G. B., Carneiro, V. T., Dusi D. M. y Martinelli, A. P. (2016). Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration of *Brachiaria Brizantha*. *Methods Mol Biol.*, (1359), 395-402. doi: 10.1007/978-1-4939-3061-6_20. PMID: 26619875.
- Fisher, M. J., Rao, I. M., Ayarza, M. A., Lascano, C. E., Sanz, J. I., Thomas, R. J. y Vera, R. R. (1994). Carbon Storage by Introduced Deep-Rooted Grasses in the South American Savannas. *Nature*, 371(6494), 236-238.

- Ishigaki, G., Gondo, T., Suenaga, K. y Akashi R. (2009). Multiple Shoot Formation, Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration from Seed-derived Shoot Apical Meristems in Ruzigrass (*Brachiaria ruziziensis*). *J Jpn Grassl Sci.*, (55), 46-51.
- Ishigaki, G., Gondo, T., Suenaga, K. y Akashi, R. (2012). Fertile Transgenic *Brachiaria ruziziensis* (ruzigrass) Plants by Particle Bombardment of Tetraploidized Callus. *J Plant Physiol*, (169), 546–549.
- Keller-Grein, G., Maass, B. L. y Hanson, J. (1996). Existing Germplasm Collections. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and improvement*, (259), 16.
- Keller-Grein, G. y Maass, B. L., Hanson, J. (1996). Natural Variation in *Brachiaria* and Existing Germplasm Collections. En Miles J. W., Maass B. L., Valle, C. B. y Kumble V. (Eds.). *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Campo Grande, BR. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNP-GC), Cali, Colombia, pp. 16-42.
- Koehler, A. D., Rossi, M. L., Carneiro, V. T. C., Cabral, B. G., Martinelli, A. P. y Dusi M. A. (2022). Anther Development in *Brachiaria brizantha* (syn. *Urochloa brizantha*) and Perspective for Microspore *in vitro* Culture. *Protoplasma*. <https://doi.org/10.1007/s00709-022-01802-w>
- Lenis-Manzano, S. (1998). *Desenvolvimento de um método de transformação genética de Brachiaria spp. por bombardeamento de partículas*. *Dissertação de Mestrado da Universidade de Brasília, Brasília, DF*, p. 131
- Murashige, T. y Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497.
- Renvoize, S. A., Clayton, W. D. y Kabuye C. H. S. (1998). Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. En Miles J. W., Maass B. L. y Do Valle C. B. (Eds.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIATEMBRAPA/CNPGC, pp. 1-17.
- Rodrigues-Otubo, B., De O. Penteado, M. I. y Do Valle, C. B. (2000). Embryo rescue of interspecific hybrids of *Brachiaria* spp. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, (61), 175-182.
- Sallaud, C., Meunard, D., Van Boxtel, J., Gay, C., Bès, M., Brizard, J. P., Larmande, P., Ortega, D., Raynal, M., Portefaix, M., Ouwerkerk, P. B. F., Rueb, S., Delseny, M. y Guiderdoni, E. (2003). Highly efficient production and characterization of T-DNA plants for rice (*Oryza sativa* L.) functional genomics. *Theor Appl Genet*, (106), 1396-1408.

Descripción de los sistemas de producción de *Meleagris gallopavo* en el estado de Campeche

Ciriaco-Campos, Gabriela¹;
Ramos-Caña, Yuridia Gabriela¹;
Rodríguez-López, Lorena¹;
Fraire-Cordero, Silvia²;
Rosales-Martínez, Verónica²;
Portillo-Salgado, Rodrigo²
y Flota-Bañuelos, Carolina^{2*}

¹ Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico. Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

² CONACYT Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, C.P. 24450. Sihochac, Champotón, Campeche, México.

*Autor de correspondencia:
cflota@colpos.mx

Resumen

La producción del guajolote doméstico (*Meleagris gallopavo*) tiene un rol muy importante en los núcleos familiares, cumple las funciones de proveer alimento económico a las familias en los meses finales de cada año. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer los diferentes sistemas de producción del guajolote en tres localidades del estado de Campeche. Para obtener respuestas, se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas a encargados de unidades de producción, donde se consideraron aspectos generales de los productores, así como aspectos económicos y sociales. La información que se obtuvo se concentró en hojas de cálculo de Excel y se utilizó estadística descriptiva para su análisis, lo que permitió conocer que las mujeres son las principales actrices en la unidad productiva; ellas tienen en promedio una edad de 47 años y una escolaridad de primaria. Se pudo identificar que el propósito de la crianza de la parvada es principalmente para consumo familiar y venta, destinando solo a los machos para la venta, con precios de \$800.00 en pie. La alimentación que se proporciona a la parvada es a base de granos (maíz) y productos derivados del mismo (masa y tortillas). Se concluye que el principal motivo de crianza es para consumo propio; también, que cuentan con un método tradicional de crianza donde no se aplica ningún tipo de vacunación, y que utilizan un sistema de alimentación semiestabulada, donde se combina el pastoreo en los patios con la adicción de otros alimentos.

Palabras clave

Unidades de producción, autoconsumo, guajolote.

Introducción

El *Meleagris gallopavo* L. en la península de Yucatán es conocido como pavo de monte o guajolote; es originario del continente americano y perteneciente a la familia Meleagridae; una de sus principales características es que tanto el macho como la hembra presentan la cabeza desnuda y plumaje de color cobrizo. Su domesticación y crianza han permitido mantener la actividad productiva en los traspatios, garantizando la obtención de productos como huevos, carne y plumas, además de que son un recurso de subsistencia (LópezZavala *et al.*, 2008).

Como sistemas de traspatio se reconocen por el tipo de alimentación que se provee a los pavos, basando su dieta en plantas y maíz (Santos-Ricalde y Segura-Correa, 2007). En Campeche, en las comunidades rurales, la crianza y producción de pavos resulta factible, pues favorece la seguridad alimentaria y la economía de las familias quienes cuentan con un sistema de traspatio; es por ello que este trabajo tiene como objetivo obtener información acerca del sistema de producción, en el cual se cría el guajolote nativo (*Meleagris gallopavo*) en algunas comunidades rurales de tres municipios, del estado de Campeche, México.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El trabajo se efectuó en comunidades rurales de los municipios de Hecelchakán, Escárcega y Hopelchén, del estado de Campeche, México. Hecelchakán se ubica en 20° 10' 36" LN y 90° 08' 05" LO; comprende una extensión territorial total de 4 569.64 km², donde predomina un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, y una temperatura media anual de 24 °C; la precipitación pluvial media anual es de 1400 mm (INEGI, 2007). Escárcega se encuentra en 18° 10' 00" y 19° 01' 00" LN y 90° 03' 00" y 91° 02' 00" LO, a 60 msnm; predomina un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 27 °C, y una precipitación pluvial media anual de 1 065 mm (INEGI, 2009). Hopelchén se ubica a 17° 48' 00" y 20° 11' 00" LN y 89° 06' 00" y 90° 09' 00" LO; la superficie del municipio es de

7 956.7 km²; cuenta con un clima cálido, una temperatura promedio anual de 26 °C y una precipitación pluvial media anual de 105 mm (INEGI, 2009).

Para este trabajo se realizó una encuesta compuesta por 25 reactivos, los cuales aportaron información para conocer el sistema de producción de la cría el guajolote nativo (*Meleagris gallopavo*).

Análisis de la información

Los datos obtenidos de las encuestas se organizaron en hojas de cálculo de Excel. Se utilizó estadística descriptiva y se obtuvieron tablas para el estudio de la información.

Resultados y discusión

Perfil del productor

En las tres comunidades se observó que los principales actores en la crianza de pavos son mujeres, con una edad promedio de 45 a 50 años, un grado de escolaridad de sexto grado de primaria en promedio y todas dedicadas a las labores del hogar, lo cual concuerda por lo reportado por Salgado-Portillo *et al.* (2015), ellos mencionan un promedio de edad de 52 años y un nivel de escolaridad de primaria inconclusa en comunidades rurales del norte de Puebla.

La comunidad de Yalnón, en Campeche, se caracteriza por ser una comunidad menonita donde las mujeres hablan el idioma alemán y no tienen un grado de escolaridad. En la localidad de Bolonchén de Rejón, las mujeres se identifican como mayas hablantes de la lengua con el mismo nombre. En División del Norte habitan personas que emigraron del norte del país; la mayoría se identifican de origen náhuatl e indicaron que comprenden el dialecto, pero que lo hablan muy poco.

Por lo regular, quien se encarga de la actividad de crianza de las aves son las amas de casa, con ayuda de los hijos. El propósito de la producción del pavo fue el mismo en las tres localidades, autoconsumo y venta, y el consumo de estos animales se da en los meses de noviembre-diciembre.

Cuadro 1.

Descripción de los responsables de los sistemas de producción.

Variable	Bolonchén	Yalnón	División del Norte
Edad (años)	45	50	51
Escolaridad (años)	6	0	5
Años en la actividad	25	35	24
Ocupación	Hogar	Hogar	Hogar
Lengua indígena	Maya	-----	Náhuatl
Integrantes en la familia	7	6	3
Integrantes dedicados a la actividad	2	2	1
Motivo de crianza de guajolote	Consumo	Consumo	Consumo/venta

Origen e inventario de la parvada

El tamaño promedio de cada parvada es de ocho guajolotes por unidad de producción. El levantamiento de encuestas se llevó a cabo en el mes de julio, por lo que en la mayoría de los hogares solo se encontraban machos y hembras adultas. Como indicaron las encuestadas, la crianza del pavo es un ciclo de un año, y por las fechas no es común encontrar parvadas más jóvenes. La mayor comercialización se da en pavos para obtención de carne. Las pavas por lo regular no se venden ya que les sirve como nodrizas para la recuperación de la parvada; de igual forma, muy difícilmente se venden los huevos de pava ya que les son útiles para encamar y reiniciar el ciclo de producción.

La adquisición de pavas o pavos para semental se da dentro de las mismas localidades y hacen la selección de los animales, según sus necesidades. Se observó que predominan los pavos sobre las pavas, lo que concuerda con los resultados obtenidos por López-Zavala *et al.* (2008), quienes indica que en Oaxaca y Quintana Roo se tienen un promedio tres hembras por cada macho; además refieren que existe nula utilización de vacunas, lo que es un factor negativo debido a que provoca mortandad de los animales.

Cuadro 2.

Origen e inventario de la parvada.

Variable	Bolonchén	Yalnón	División del Norte
Machos (> 8 meses)	2	7	2
Hembras (> 8 meses)	4	4	3
Machos (< 8 meses)	0	0	3
Hembras (< 8 meses)	0	0	2

La alimentación que se da a la parvada concuerda con la reportada por Losada *et al.* (2006), quienes mencionan el uso del maíz como una de las principales fuentes de alimento, y la frecuencia con la que se ofrece la alimentación depende de la edad de la parvada. La alimentación que se proporciona a las parvadas difiere en las tres localidades; en Yalnón se alimenta con maíz quebrado, siendo éste la única fuente de alimento para los pavos; no se registra costo del maíz ya que son productores del grano y reservan una cantidad para la unidad de producción. El mismo caso se da en de Bolonchén, con la diferencia de que complementan la alimentación con masa, la cual la obtiene del maíz que también producen de manera particular. Para la localidad de División del Norte se aprovechan más los desechos vegetales del hogar, así como productos derivados del maíz; aquí, adicional a esto, suministran alimento balanceado y salvadillo. Solo las unidades productivas de Bolonchén y División del Norte combinan el encierro nocturno con el pastoreo diurno.

Cuadro 3.

Tipo de alimentación ofrecida a los guajolotes.

Variable	Bolonchén		Yalnón	División del Norte					
	Masa	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz quebrado	Masa	Alimento	Tortilla	Salvadillo
Cantidad (Kg)	2	0.5	0.5	1.7	3	1 kg	Libre	Libre	Libre
Cuántas veces al día	2	2	1	3	3	3	Libre	Libre	Libre
Costo (pesos/kg)		0	0	6.5	12	0	15	0	12
Pastoreo	Patio			Patio					
Planta que pastorea	Hierba y zacate			Zacate					

Instalación y sanidad

En cuanto al confinamiento, las productoras de las localidades de Bolonchén y División del Norte mantienen un sistema semiestabulado, donde destinan un área específica de sus patios para la construcción de gallineros y cercan un perímetro alrededor de dichos gallineros para el pastoreo de las aves; a diferencia de la localidad de Yalnón, donde se construyen gallineros y los animales se mantiene completamente estabulados. Es muy común que reutilicen llantas, ollas y cubos usados para ser reutilizarlos como comederos o bebederos para la parvada. Los materiales más comunes para la construcción de corrales es la malla ciclónica y madera, y por lo regular los gallineros son a cielo abierto, aunque en algunos casos los techos son de láminas de zinc.

Cuadro 4.

Instalación y sanidad.

Localidad	Tipo de confinamiento	Materiales del corral	Tipo de bebedero	Tipo de comedero
Bolonchén	Semiestabulado		Cubeta	Ollas de peltre
Yalnón	Estabulado	Malla ciclónica	Cubeta	Comederos de plástico
División del Norte	Semiestabulado	Malla ciclónica	Cubeta plástica	Suelo

Comercialización

A pesar de que en las tres localidades se registró la venta de los animales, en División del Norte fue en donde se observaron más unidades de producción destinadas para la comercialización. La venta se da dentro de la misma localidad y mencionaron que la carne se destina para el municipio de Ciudad del Carmen, del mismo estado de Campeche. En cuanto al costo de venta, los precios que se registran para las tres localidades es de \$800.00 pesos por cada ave macho y vivo, y el periodo de venta se da entre los meses desde octubre hasta diciembre.

Conclusión

Las unidades de producción del guajolote local (*Meleagris gallopavo*), en las localidades rurales del estado de Campeche, se caracterizan por

ser unidades pequeñas donde las parvadas difícilmente sobrepasan los 10 animales; el manejo de estas unidades está a cargo de las mujeres amas de casa, quienes ven esta actividad como una acción cotidiana, combinada con la crianza de gallinas. En promedio las mujeres son adultas, pues son ellas quienes cuentan con una amplia experiencia en el manejo y crianza de las parvadas, esto debido a que la han adquirido con el transcurso de los años. Las mujeres jóvenes se involucran en la producción al formar nuevos hogares, lo cual demuestra la gran importancia social que tiene esta actividad al ser transferida a las siguientes generaciones.

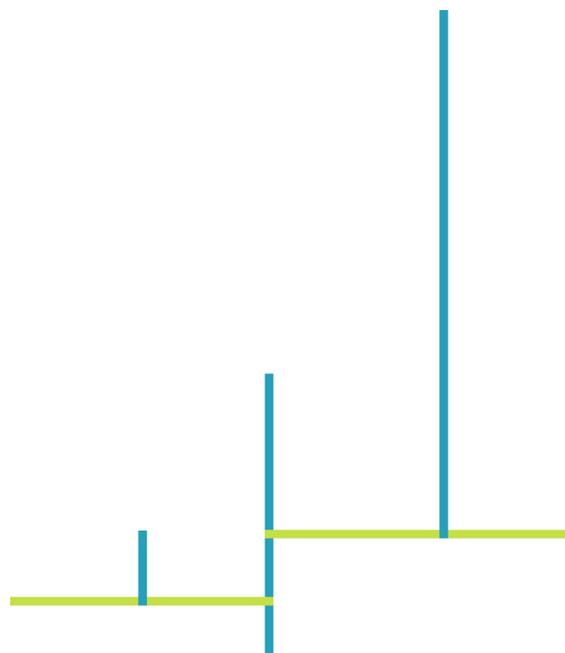
Se identificó que el principal motivo de la crianza es para consumo, además de servir como un ahorro, pues la venta del animal vivo solo se da a fin de año.

Las localidades de estudio se encuentran en puntos geográficos distantes entre ellos, a pesar de esto, se encontró gran similitud en cuanto a manejo, alimentación y sanidad de las parvadas.

Referencias

- LópezZavala, R., CanoCamacho, H., MonterrubioRico, T. C., ChassinNoria, O., AguileraReyes, U. y ZavalaPáramo, M. G. (2008). Características morfológicas y de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) criados en sistema de traspatio en el Estado de Michoacán, *Research for Rural Development*.
- Santos-Ricalde, R. y Segura-Correa, J. (2007). La importancia de la cría de pavos (Meleagricultura) en Yucatán. *Bioagrobiencias*.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Fecha de consulta, 26 de mayo de 2022 http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/04/04007.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de estadística y geografía). (2007). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Fecha de consulta, 25 de mayo de 2022. <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=campeche>
- Losada H., Rivera-J., Cortés A., González R. O. y Herrera J. (2006). Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al sur de la Ciudad de México. *Livestock Research for Rural Development*.

Portillo-Salgado, R., Vázquez-M., I., Enríquez-G., F., Cigarroa-V., F. A. y Herrera-H., J. G. (2015). Características del sistema de producción tradicional del guajolote local (*Meleagris gallopavo*) en comunidades rurales del norte de Puebla, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, (6), 112-125.



Alternativas para el control de plagas y enfermedades en sistemas apícolas en la zona de la montaña, Hopelchén, Campeche

**Noh-Noh, Rocío Guadalupe¹;
Medina-Canul, Aaron Martín¹;
Flota-Bañuelos, Carolina^{2*};
Huchin-Poot, Emy Guadalupe¹;
Rosales-Martínez, Verónica²
y Fraire-Cordero, Silvia²**

¹ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Hopelchén, carretera Federal Campeche-Hopelchén, km 83, C.P. 24600, Hopelchén, Campeche, México.

² CONACYT Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, C.P. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

*Autor de correspondencia:
cflota@colpos.mx

Resumen

Los sistemas de producción apícola en la zona de montaña, en Hopelchén, se enfrentan a diferentes plagas y enfermedades que afectan a las abejas y a la economía de los productores. Para esta investigación se entrevistaron a 40 productores, con el objetivo de conocer las características de sus sistemas de producción, cuáles son las principales plagas y qué métodos de control utilizan para prevenir y combatir estos problemas. De acuerdo con datos recabados, se encontró que en las localidades se tienen dos apiarios con 33.4 colmenas en promedio, a una distancia aproximada de 7 km (de la casa al apiario); el 100 % de los productores acuden a los apiarios en moto, y en camioneta en días de cosecha. Las principales plagas son varroa, ácaros, escarabajos de la miel, hormigas y loque americana, las cuales se combaten principalmente con productos orgánicos o etnobotánicos, como orégano seco, epazote, cebolla, ajo, chaya y limón, que remedian en un 80 %.

Palabras clave

Apicultura, sanidad apícola, prevención, métodos alternativos.

Introducción

En México los principales estados productores de miel son Yucatán, Campeche, Jalisco, Veracruz, Guerrero, Chiapas, Puebla, Quintana Roo, Oaxaca y Michoacán, divididos en tres regiones, siendo el sureste la más importante (Magaña *et al.*, 2016). La península de Yucatán es la región productora más importante, agrupando a 13 300

apicultores, que generan ingresos para las familias rurales de la región e importantes divisas para el país por el concepto *exportación de miel*. En el estado de Campeche, la producción de miel es una de las actividades más importantes, con 6 226 apicultores, quienes en 2018 obtuvieron una producción de más de 8 226 toneladas, colocándose como el segundo productor de miel a nivel nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Durante el proceso de producción de miel, las abejas melíferas (*Apis mellifera*) se enfrentan a diversas enfermedades, parásitos y plagas, que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias, dentro de las cuales destacan el ácaro varroa (*Varroa destructor*), el hongo nosema (*Nosema apis* y *Nosema ceranae*), el escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*) (Martínez y Getzal, 2018), entre otras. Lo anterior repercute negativamente en la población de abejas y en pérdidas económicas para los apicultores, siendo necesario recurrir a estrategias para minimizar o disminuir el impacto de estas plagas y enfermedades. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es describir las alternativas para el control de plagas y enfermedades en sistemas apícolas en la zona de la montaña, de Hopelchén, en Campeche.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El trabajo se efectuó en cuatro localidades del municipio de Hopelchén, del estado de Campeche, México. Los sitios donde se realizaron las encuestas fueron: Chunchintok 19° 21' 34" LN y 89° 34' 51" LO, Ukum 19.4444 LN y -89.7861 LO, Iturbide 24.7247 LN y -99.9001 LO, Dzibalchén 19.459167 LN y -89.731389 LO (INEGI, 2009).

Aplicación de la entrevista

Se entrevistaron a 40 apicultores (10 en cada localidad) con un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas que contenía los siguientes apartados: información general: en este apartado se menciona la localidad, el municipio, la fecha de aplicación, las tres principales actividades, el lugar que ocupa la apicultura en importancia para los ingresos de la familia, la cantidad de apiarios que poseen, la cantidad de colmenas que tienen, la distancia de su casa a

los apiarios, el tipo de acceso a los apiarios, la época del año que no tienen acceso, el medio de transporte y el tipo de tendencia del predio; y otro apartado que reporta datos sobre el manejo de control de plagas y enfermedades que se presentan y verificación del tipo de método que utilizan, como son: método físico, químico y orgánico.

Análisis de la información

Al finalizar, los datos obtenidos fueron capturados en hojas de Excel para un análisis cualitativo descriptivo.

Resultados y discusión

En la comunidad de Dzibalchén, las principales actividades económicas son la apicultura y la agricultura. En la apicultura, los productores tienen sus apiarios en terrenos ejidales, con un promedio de un apiario con 27 colmenas, a una distancia de su casa al apiario de 4 350 m en promedio. El tipo de acceso a los apiarios varían y pueden ser carreteras, terracerías y caminos, que transitan en moto y camioneta.

En Chunchintok se dedican a la apicultura, la agricultura, la ganadería y la carpintería, siendo la apicultura la principal actividad para el 90 % de los entrevistados, teniendo en promedio dos apiarios y 55 colmenas. Los apiarios se encuentran aproximadamente a 9 km de sus casas. La mayoría tiene acceso por terracería, y el medio de transporte en que se mueven es en moto, camioneta y bicicleta.

En Ukum, las actividades económicas son la apicultura, la agricultura, la ganadería de bovinos y la crianza de ovinos, donde el 70 % de los habitantes consideran que la apicultura ocupa el primer lugar en importancia para la economía. Tienen dos apiarios en promedio con 27 colmenas. Los apiarios se ubican a 1 km distancia de sus casas, con acceso por caminos de terracería, el cual transitan en moto. Con relación a la tenencia del predio, 90 % es ejidal y 10 % privado.

En la localidad de Iturbide se dedican a la apicultura y a la agricultura, donde el 90 % de las personas considera a la apicultura como el primer lugar en importancia. El promedio de número de apiarios es de dos, con 25 colmenas. La distancia de sus casas al apiario es de 13.6 km aproximadamente, el tipo de acceso para ir a los apiarios es

por terracería, carreteras y camino; el medio de transporte que utilizan es moto y camioneta. La tenencia del predio es 60 % ejidal y 40 % pequeña propiedad (cuadro 1).

Cuadro 1.

La tenencia del predio ejidal y pequeña propiedad.

Variable	Dzibalchén	Chunchintok	Ukum	Iturbide
Importancia de la apicultura	50 % actividad principal	90 % actividad principal	70 % actividad principal	90 % actividad principal
Promedio de apiarios	1	2	2	2
Promedio de colmenas	27	55	27	25
Distancia al apiario (m)	4 350	9 273	1 025	13 636
Tipo de acceso	Carreteras, terracerías y caminos	Terracería	Terracería	Carreteras, terracerías y caminos
Medio de transporte	Moto y camioneta	Moto, camioneta y bicicleta	Moto	Moto y camioneta

Con relación al control de las plagas y enfermedades, en Dzibalchén la hormiga es una de las principales plagas que se presenta en los apiarios de la localidad ya que daña a las abejas comiéndose las crías, lo que no permite que crezca la población. Aquí, el 40 % de los apicultores las combaten con químicos (timol), el 20 % con métodos físicos (con bastidores o quemando), de igual forma la varroa la combaten el 30 % con métodos químicos (ácido oxálico y ácido sulfúrico) y el 10 % con métodos físicos (trampas). El loque americana lo controlan con el método orgánico (limón), los ácaros con el método físico (aplastando) y orgánico (ajo, neem u orégano), de igual manera se encuentra los escarabajos de la miel y la mayoría de las personas utilizan el método físico para eliminarlos (aplastándolos y con trampas) y solamente uno el método orgánico (ajo).

En Chunchintok, la hormiga la combaten el 30 % con métodos físicos (pileta con agua, botellas) y 60 % con un método químico (aceite con gasolina); la varroa la controlan el 30 % con un método físico (franela), 40 % con un método químico (timol, apivar, Baybarol) y 40 % con el método orgánico (ajo molido, trocitos de limón), el loque americana lo

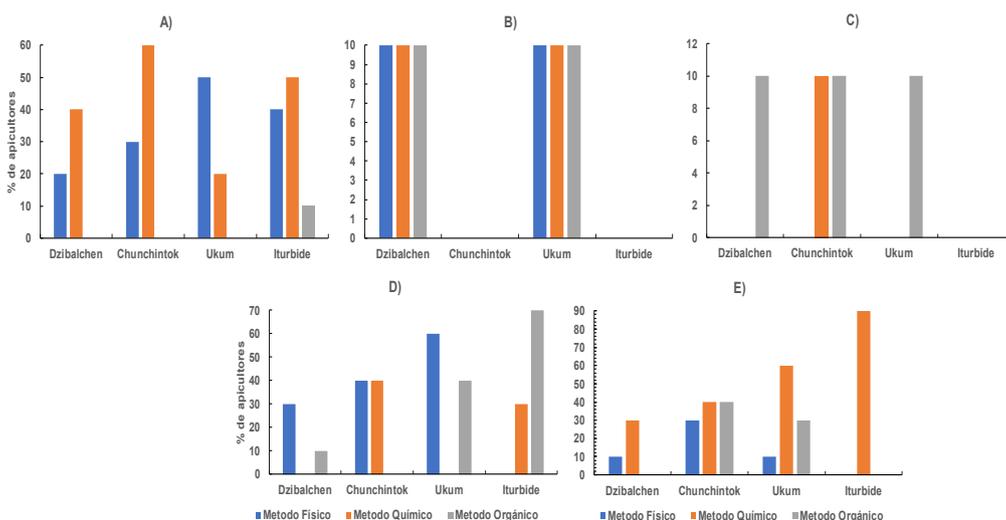
controlan el 10 % con el método químico (terramicina) y 10 % con un método orgánico (sal y limón). De igual manera, el escarabajo lo controlan, el 40 % con un método físico (trampas de velcro) y el 40 % con químicos (timol y varretia).

En Ukum, la hormiga la controlan el 50 % de los apicultores con un método físico (piletas con agua) y 20 % con un método químico (detergente). Para los ácaros varroa, el 10 % de los apicultores emplea un método físico (trampas), el 60 % un método químico (timol) y el 30 % utiliza un método orgánico (sábila, ajo y tabaco). El loque americana lo controlan con un método orgánico (sal), y para combatir ácaros el 10 % emplea un método físico (encerrado de cajas), el 10 % utiliza un químico (Apistán) y el 10 % utiliza un método orgánico (limón con sal). Para controlar el escarabajo el 60 % emplea un método físico (aplastado) y el 40 % un método orgánico (tabaco, sábila, ajo).

Para la comunidad de Iturbide, 40 % de los apicultores utilizan el método físico (pileta con agua), el 50 % utiliza el método químico (aceite quemado) y el 10 % usa el método orgánico (limón). La varroa la controla el 90 % de los apicultores con el método químico (timol, apivar, aceite quemado) y para el escarabajo el 30 % de los apicultores utilizan el método químico (timol) y el 70 % usa el método orgánico (orégano seco, epazote, cebolla, ajo, chaya y limón) (figura 1).

Figura 1.

Plagas en los apiarios de las localidades del municipio de Hopelchén, A) hormiga, B) ácaro, C) loque americana, D) escarabajo de la colmena y E) varroa.



En la zona de montaña, las plagas registradas son iguales a las reportadas por Contreras-Uc *et al.* (2018), siendo la hormiga xulab (*Eciton burchelli*) (87.8 %), la varroa (*Varroa destructor*) (31.6 %) y el escarabajo (*Aethina tumida*) (28.1 %). Para combatir o prevenir las plagas y enfermedades se recurre a métodos alternativos, similares a los que menciona Reyna-Fuentes *et al.* (2021) donde destacan productos derivados de plantas, como aceites esenciales (AE) y ácidos orgánicos (AO) que contienen moléculas bioactivas (terpenos, terpenoides, fenilpropanoides y otros), de plantas de eucalipto, menta, ajo, orégano, laurel, neem, zacate de limón y alcanfor.

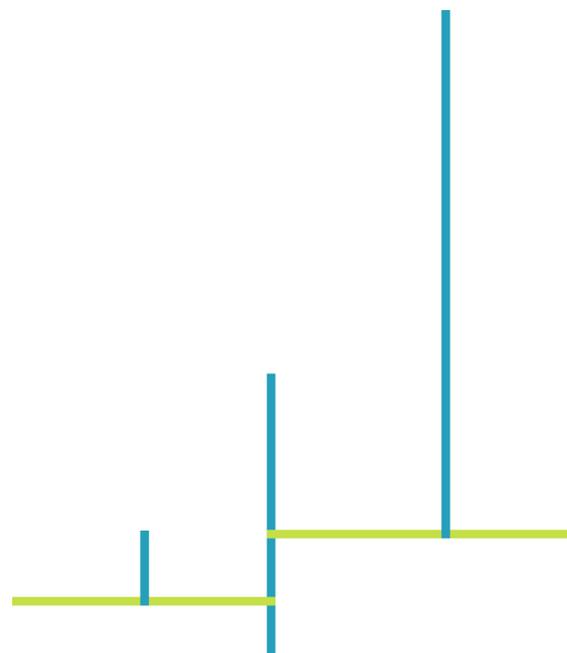
Conclusión

Los productores de la zona de montaña, de Hopelchén, dedican más del 50 % de sus actividades a la apicultura, siendo considerada una fuente principal de obtención de recursos monetarios, teniendo de 1 a 2 apiarios y de 25 a 55 colmenas en promedio. La distancia es de 4 a 13 km al apiario desde sus casas se debe a la amplia disponibilidad de recursos vegetales en el área donde colocan las colmenas. Las plantas y trampas empleadas para combatir o prevenir enfermedades y plagas de las abejas se debe al conocimiento tradicional que les ha funcionado en un 80 %, destacando el uso del orégano seco, epazote, cebolla, ajo, chaya, sábila y limón.

Referencias

- Contreras-Uc, L. C., Magaña-Magaña, M. A. y Sanginés-García, J. R. (2018). Características técnicas y socioeconómicas de la apicultura en comunidades mayas del litoral centro de Yucatán. *Acta universitaria Multidisciplinary Scientific Journal*, 28(1), 77-86. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1390>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Fecha de consulta, 26 de mayo de 2022. http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/04/04007.pdf
- Magaña-Magaña, M., Tavera-Cortés, M., Salazar-Barrientos, L. y Sanginés-García, J. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1103-1115.

- Martínez-Puc, J. F. y Cetzal-Ix, W. (2018). La importancia de los estudios epidemiológicos en las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en la península de Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 5(1), 1-2. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812018000100001&lng=es&tlng=es
- Reyna-Fuentes, J. H., Martínez-González, J. C., Silva-Contreras, A., López-Aguirre, D. y Castillo-Rodríguez, S. P. (2021). Fitoterapia una alternativa de control de plagas y enfermedades de abejas. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 114-123. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200114>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Blog]. (2019). *Deliciosa miel, manjar de Campeche*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/deliciosa-miel-manjar-de-campeche#:~:text=Campeche%20es%20el%202%C2%B0,de%20miel%20a%20nivel%20naciona>



Descripción de los sistemas apícolas en la zona de los Chenes, Hopelchén, Campeche

**Medina-Canul, Aaron Martín¹;
Noh-Noh, Rocío Guadalupe¹;
Flota-Bañuelos, Carolina^{2*};
Rosales-Martínez, Verónica²;
Fraire-Cordero, Silvia²
y Candelaria-Martínez, Bernardino³**

¹ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Hopelchén, carretera Federal Campeche-Hopelchén, km 83, C.P. 24600, Hopelchén, Campeche, México.

² CONACYT-Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, C.P. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

³ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Chiná, calle 11, sin número, entre 22 y 28, Chiná, Campeche, México.

*Autor de correspondencia:
cflota@colpos.mx

Resumen

Los sistemas de producción apícola del sureste mexicano representan el mayor porcentaje de miel a nivel nacional, con una excelente calidad, dadas las condiciones climatológicas en el establecimiento de los apiarios. En Yucatán existe información sobre el manejo y caracterización de los sistemas, sin embargo, Campeche carece de información relevante. Por tanto, el objetivo de este trabajo es describir los sistemas apícolas de la zona de los Chenes, Hopelchén, por ser la zona con mayor productividad. Para ello, se aplicó un cuestionario semiestructurado a 40 apicultores con preguntas abiertas y cerradas, resultando la actividad apícola la principal actividad entre el 50 y 80 % de los entrevistados, con cuatro apiarios y 56 colmenas en promedio. El uso de tecnologías varía por localidad, siendo la alimentación con azúcar y el diagnóstico de varroa los principales en las cuatro localidades, con 100 % de su uso. En los apiarios, del 20 al 70 % de los apicultores ha desmontado, y más del 40 % ha reforestado con plantas como cedro, caoba, neem o roble. La aplicación de herbicida dentro de los apiarios varía desde 20 hasta el 70 % de las localidades.

Palabras clave

Apicultura, características socioeconómicas, nutrición.

Introducción

Dentro de la república mexicana, la península de Yucatán es considerada como la zona de mayor producción de miel en el país. Su producción se da durante los meses de diciembre a junio debido

a la multiflora que existe en dicha región. El estado de Campeche es uno de los principales productores de miel de abeja en México, y en el año 2014 se registró una producción de más de siete mil toneladas de miel, con un valor mayor a 225 millones de pesos, alrededor de 17 millones de dólares. La producción de miel de abeja en el estado de Campeche es una de las actividades de mayor importancia, por los beneficios económicos y sociales que representa esta actividad, ya que dependen directamente de ella cerca de 12 000 familias del sector social rural de este estado. Sin embargo, hay escasa información con relación al manejo y características de la apicultura en las localidades de Campeche. Se sabe que en Yucatán se lleva a cabo la apicultura a pequeña escala con productores con bajo nivel escolar y la escasa participación de los integrantes de la familia en la actividad, con poco manejo administrativo, repercutiendo en la economía del apicultor (Contreras-Uc *et al.*, 2018). A pesar de la importancia de la apicultura en Campeche, es escasa la información sobre el manejo, siendo importante para realizar mejoras y tomar decisiones; por lo tanto, el objetivo es describir el manejo en los sistemas apícolas en la zona de los Chenes en Hopelchén, Campeche.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El trabajo se realizó en el municipio de Hopelchén, ubicado a 17° 48' 00" LN y 90° 09' 00" LO, la superficie del municipio es de 7 956 km², con un clima cálido, una temperatura media anual de 26 °C y precipitación pluvial media anual de 106 mm (INEGI, 2009). Las localidades donde se realizaron las encuestas fueron Ich-Ek, que se localiza en las coordenadas -89.967500 LN y 19.734167 LO y se encuentra a 80 msnm. Xculoc se localiza a -89.827778 LN y 20.188056 LO, y se encuentra a 70 msnm. Bolonchén se localiza a -89.747500 LN y 20.004167 LO, se encuentra a 120 msnm, y Katab, que está a -89.842222 LN y 19.910278 LO, y se encuentra a 110 msnm.

Aplicación de entrevista

Se entrevistaron a 10 personas por cada localidad, para un total de 40 apicultores, mediante un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas, que contenía los siguientes apartados: información

general, del cual se desglosan los siguientes subapartados: Localidad, Municipio y Fecha de aplicación. Las preguntas que se realizaron fueron: ¿Cuáles son las tres principales actividades económicas para los ingresos de la familia? ¿Qué lugar ocupa la apicultura en importancia para los ingresos de la familia? ¿Cuántos apiarios tiene? ¿Cuántas colmenas tiene? ¿Cuál es la distancia de su casa a los apiarios? ¿Cuál es el tipo de acceso? ¿En alguna época del año no tiene acceso? ¿Cuál es el medio de transporte hacia los apiarios? ¿En qué tipo de predio se ubican los apiarios? ¿Cuántos integrantes tiene la familia? ¿Cuáles son las tecnologías que aplica dentro del sistema? ¿Utilizó desmonte para poner sus apiarios? ¿Ha reforestado alguna superficie? ¿Cuál es la extensión? ¿Siembra plantas en los apiarios? ¿Aplica herbicidas en la periferia de los apiarios (50 m alrededor)? A menos de 300 m del apiario ¿existen cultivos en los que se apliquen herbicidas? ¿En cuáles cultivos? ¿Cuáles herbicidas? y ¿Cuáles insecticidas?

Resultados y discusión

En la localidad de Ich-Ek, la apicultura es considerada la actividad principal del 50 % de los entrevistados. En promedio tienen 2.7 apiarios y cada apiario tiene 67 colmenas, aproximadamente; cada apiario se encuentra a una distancia de 6 a 7 km, teniendo acceso por carretera y terracería, y la moto y camioneta son los vehículos utilizados para trasladarse. En Katab, el 60 % mencionó que la apicultura es la principal actividad; tienen 3 apiarios y 29 colmenas en promedio, a una distancia de 5 a 6 km de sus casas y los caminos son de brecha y terracería. En la comunidad de Bolonchén, el 80 % mencionó que la apicultura es su principal fuente de ingreso, teniendo 5 apiarios y 101 colmenas en promedio, a una distancia de 13 a 14 km de su casa. En la localidad de Xculoc, el 60 % de los entrevistados mencionó que la apicultura es la principal fuente de ingreso, teniendo tres apiarios y 33 colmenas en promedio, ubicados a una distancia de 5 a 6 km. Todos los apicultores mencionaron que se trasladan en motocicleta y en época de cosecha en camioneta (cuadro 1). En este sentido, los apicultores de la región del Camino Real, en Campeche, presentan condiciones de vulnerabilidad, debido a que las condiciones socioeconómicas de los apicultores indígenas mayas se encuentran en un nivel bajo, por tanto, se ve

reflejado en las condiciones y la calidad de vida, al tener escasez de los recursos para adquirir los servicios básicos; en cuanto a los bajos ingresos obtenidos por la miel, esto se debe a la falta de dinamismo en la producción, ya que es una actividad complementaria para el ingreso familiar, aunado a las variaciones del precio del producto, la falta de valor agregado, el incremento en los precios y al insumo y manejo inadecuados de los apiarios (Chi-Chan *et al.*, 2022).

Cuadro 1.

Características de los sistemas de producción.

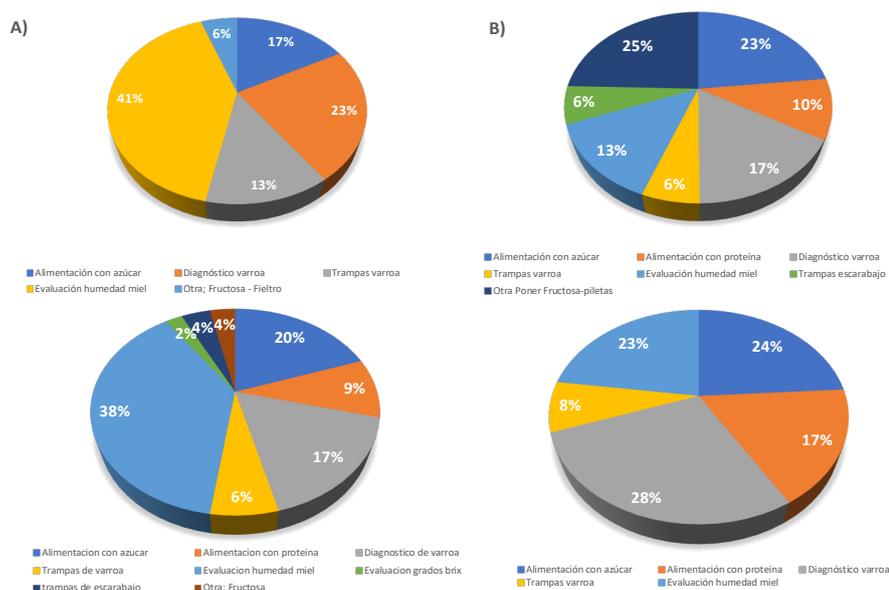
Variables	Localidades			
	Ich-Ek	Katab	Bolonchén	Xculoc
Actividad principal (apicultura)	50 %	60 %	80 %	60 %
Promedio de apiarios	3	3	5	3
Promedio de colmenas	67	29	101	33
Distancia al apiario (m)	6 875	5 800	13 700	5 800
Tipo de acceso	Carretera = 50 % Terracería = 50 %	Brecha = 30 % Terracería = 70 %	Terracería = 10 %	Brecha = 30 % Terracería = 70 %
Medio de transporte	100 % M y C	100 % M y C	100 % M y C	100 % M y C

M se refiere a motocicleta y C a camioneta.

Sobre el uso de tecnologías para alimentación y combate de plagas y enfermedades, en las cuatro localidades alimentan a las abejas con azúcar y hacen diagnósticos de varroa. En Ich-Ek se realizan evaluaciones de humedad en la miel, trampas para varroa, así como el uso de fructosa y fieltro. En Katab, alimentan a las abejas con proteína, ponen trampas de varroa, evalúan la humedad de la miel y ponen trampas contra escarabajos. En Bolonchén alimentan a las abejas con proteína y fructosa, ponen trampas de varroa, evalúan la humedad de la miel y ponen trampas contra escarabajos. Finalmente, en Xculoc alimentan a las abejas con proteína y fructosa, colocan trampas para varroa, evalúan la humedad de la miel, colocan trampas contra escarabajos y ponen piletas con agua contra las hormigas (Figura 1).

Figura 1.

Descripción de las tecnologías empleadas por apicultores de Hopelchén, A) Ich-Ek, B) Xculoc, C) Bolonchén y D) Katab.



En relación con actividades previas, y durante la colocación de los apiarios, en la localidad de Ich-Ek, el 30 % de los apicultores mencionó que desmontaron para poner sus apiarios y 40 % ha reforestado aproximadamente 4 350 m²; quienes no reforestan, mencionan que es por falta de tiempo. Así mismo, el 40 % usa herbicidas para el control de malezas dentro de los apiarios. En Katab, el 20 % desmontó, el 60 % ha reforestado un aproximado de 18 571 m² con diversas plantas y el 70 % usa herbicidas para el control de malezas. De igual forma, en la localidad de Bolonchén, el 70 % eliminó vegetación natural para colocar apiarios, y el 60 % ha reforestado principalmente con cedro, además, el 80 % emplea herbicidas. En la comunidad de Xculoc, el 40 % mencionó que desmontó para la colocación de los apiarios, el 70 % ha reforestado con diferentes especies de plantas, y pocos usan herbicidas (Cuadro 2).

Cuadro 2

Manejo previo y posterior a la colocación de los apiarios.

Actividad	Ich-Ek	Katab	Bolonchén	Xculoc
Desmontó	30 % Sí 40 % No	20 % Sí 40 % No	70 % Sí 20 % No	40 % Sí 50 % No

Continúa...

Ha reforestado	40 % Sí 20 % No	60 % Sí 10 % No	60 % Sí 30 % no	70 % Sí 10 % No
Áreas reforestadas (m ²)	4 350	18 571	10 902	12 566
Siembra de plantas	Cedro, cítricos lippia, caoba moringa y maculis	Ramón, mango, maculis, roble, moringa, chea, neem y cedro	Cedro	Ramón, frutales, moringa, neem lippia, caoba y cítricos
Aplica herbicidas	40 % Sí 30 % No	70 % Sí 10 % No	80 % Sí 20 % No	20 % Sí 70 % No
Herbicidas empleados	Secantes, glifosato y Sansón	Secante y glifosato	Secante, Amina y glifosato	Glifosato, secante y Tardón

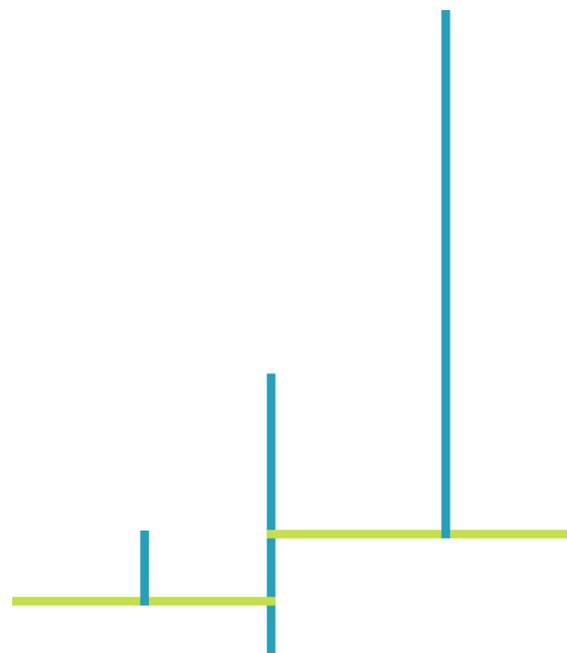
Conclusión

En las localidades de la zona de los Chenes, Hopelchén, la apicultura representa una actividad primordial con más del 50 % de productores que mencionan que es la principal actividad. La mayoría tiene más de tres apiarios con más de 29 colmenas, indicando la relevancia en el aumento anual de colmenas. Así mismo, emplean diversas tecnologías como aspectos de nutrición y sanidad en las abejas y en la miel. Pero, debido a que colindan con áreas agrícolas con manejo intensivo, se ven en la necesidad de colocar los apiarios a más de 6 km de la localidad, con la finalidad de amortiguar el daño en las abejas. Finalmente, debemos concientizar e informar sobre el manejo de herbicidas dentro de los apiarios, debido a que a mediano y largo plazo ocasionará otros daños en los sistemas apícolas.

Referencias

- Chi-Chan, M. T. D. J., Cruz-Doriano, S. y Ortiz-Cel, O. G. (2022). Socioeconomía de los apicultores indígenas mayas de Camino Real Campeche, México. *Revista Panameña de Ciencias Sociales*, (6), 148-171.
- Contreras-Uc, L. C., Magaña-Magaña, M. A. y Sanginés-García, J. R. (2018). Características técnicas y socioeconómicas de la apicultura en comunidades mayas del litoral centro de Yucatán. *Acta universitaria Multidisciplinary Scientific Journal*, 28(1), 77-86. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1390>

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Fecha de consulta, 26 de mayo de 2022. http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/04/04007.pdf
- Nuestro México.com (s.f.). *Ich-Ek-Campeche*. <http://www.nuestro-mexico.com/Campeche/Hopelchen/Ich-Ek/>
- Nuestro México.com (s.f.). *Xculoc. Campeche*. <http://www.nuestro-mexico.com/Campeche/Hopelchen/Areas-de-menos-de-500-habitantes/Xculoc/>
- Nuestro México.com (s.f.). *Katab. Campeche*. <http://www.nuestro-mexico.com/Campeche/Hopelchen/Areas-de-menos-de-500-habitantes/Katab/>
- Nuestro México.com (s.f.). *Bolonchén de Rejón. Campeche*. <http://www.nuestro-mexico.com/Campeche/Hopelchen/Bolonchen-de-Rejon/>



Efecto de la madurez del fruto en la calidad fisiológica de semillas de chile dulce (*Capsicum annuum*)

Basto-Pool, Carolina Isabel^{1*}
y Hernández-Pinto, Carlos David²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Mochochá, km 25, antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mochochá, Yucatán, México.

² Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Conkal, avenida Tecnológico, sin número, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia:
carolinabasto93@gmail.com

Resumen

El chile dulce es cultivado durante todo el año; sin embargo, las semillas sufren de problemas de viabilidad y vigor, ocasionados por factores como el estado de madurez del fruto que modifica e interviene en su capacidad germinativa y emergencia; por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la madurez del fruto sobre la viabilidad y vigor de las semillas de chile dulce. Para ello, se cosecharon frutos verdes (FV), frutos medio maduros (FMM) y frutos maduros (FM); se evaluó el porcentaje y tasa de germinación, el porcentaje y tasa de emergencia y la conductividad eléctrica. En la conductividad eléctrica (CE) los tratamientos a los FMM y FM ($0.03 \mu\text{S mL}^{-1}$) para ambos se obtuvo el menor flujo. En la germinación de FM y FMM se obtuvo el mayor porcentaje con 89 y 88 %, respectivamente, también en la emergencia 86 y 79 %, respectivamente. Por lo cual, cosechar frutos medio maduros permite obtener semillas de calidad con una mayor capacidad germinativa y vigor.

Palabras clave

Capsicum annuum, semillas, viabilidad.

Introducción

En Yucatán, el cultivo de *Capsicum annuum* es de gran importancia socioeconómica, debido a que el chile dulce sobresale por su producción, comercialización e importancia regional y a su utilización en diversos platillos culinarios (Berretta *et al.*, 2010); sin embargo, uno de los principales problemas de la especie es la pérdida de

viabilidad y mala germinación de sus semillas (Garruña-Hernández *et al.*, 2014), atribuido a factores como el estado de madurez del fruto al momento del beneficio de las semillas, procesos de extracción, almacenamiento, entre otros, que modifican la calidad fisiológica y vigor de las semillas (Vidigal *et al.*, 2009). Por lo tanto, el objetivo del trabajo es determinar el efecto de la madurez del fruto sobre la calidad fisiológica y vigor de semillas de chile dulce.

Materiales y métodos

Se estableció una parcela de chile dulce donde se cosecharon frutos verdes (FV), frutos medio maduros (FMM) y frutos maduros (FM), las semillas se extrajeron de manera manual, se lavaron, se seleccionaron y se secaron. Se evaluó el porcentaje y tasa de germinación (TG), porcentaje y tasa de emergencia (TE) y conductividad eléctrica (CE). El porcentaje de germinación se evaluó en cuatro cajas Petri con 25 semillas, considerando cada caja como una repetición; el porcentaje de emergencia se determinó sembrando cinco lotes de 10 semillas por tratamiento.

El diseño experimental fue completamente al azar y los datos en porcentaje fueron transformados con la raíz cuadrada de arcoseno. Con los datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) donde se encontraron diferencias significativas y se realizó una comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$). Los análisis se realizaron en el software Statistica 7.

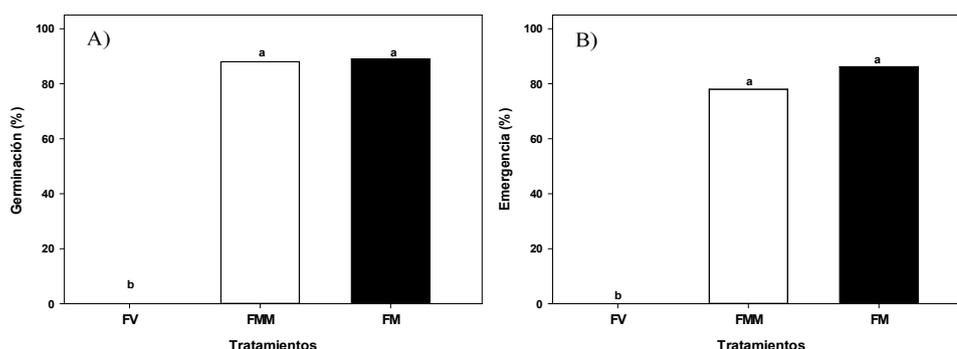
Resultados y discusión

En la conductividad eléctrica los tratamientos FMM y FM ($0.03 \mu\text{S mL}^{-1}$ para ambos) presentaron el menor flujo de electrolitos y solutos en comparación con el tratamiento FV ($0.12 \mu\text{S mL}^{-1}$) (cuadro 1). Los valores bajos de conductividad eléctrica indican membranas celulares estables, con menor flujo de solutos y electrolitos (Vidigal *et al.*, 2009), es decir, son semillas con mayor vigor y capacidad germinativa. En este sentido, en la germinación de los tratamientos FM y FMM se obtuvo el mayor porcentaje con 89 y 88 %, respectivamente, superior al tratamiento de FV, donde las semillas no lograron germinar; así mismo, en la emergencia de plántulas, los FM y FMM presentaron el valor más alto (86 y 79 %, respectivamente). Es evidente que el estado de madurez del fruto influyó de forma significativa sobre la calidad de las

semillas (Figura 1). Al respecto, Carrillo *et al.* (2009) indican que los frutos en un estado inmaduro proporcionan semillas de baja calidad, mientras que los frutos maduros brindan semillas de calidad, es decir, con mayor viabilidad.

Figura 1.

Viabilidad y vigor de semillas de chile dulce. A) Germinación de semillas y B) Emergencia de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) extraídas de frutos verdes (FV), medio maduros (FMM) y maduros (FM).



En las tasas de germinación y emergencia, los tratamientos a FM (31.83 germinados día⁻¹ y 19.74 plántulas día⁻¹) y FMM (30.60 germinados día⁻¹ y 13.68 plántulas día⁻¹) fueron estadísticamente superiores al tratamiento de FV (0.0 para ambas tasas) (cuadro 1). Por su parte, Demir *et al.* (2008) mencionan que las tasas altas se correlacionan con plántulas más grandes y homogéneas.

Cuadro 1.

Efecto del estado de madurez en las variables tasas de germinación, emergencia y conductividad eléctrica.

Tratamientos	TG (germinadas/día)	TE (plántulas/día)	CE
Fruto verde (FV)	0.0 b	0.0 b	0.12 a
Fruto medio maduro (FMM)	30.60 a	13.68 a	0.03 b
Fruto maduro (FM)	31.83 a	19.74 a	0.03 b

TG: Tasa de germinación. TE: Tasa de emergencia, CE: Conductividad eléctrica. Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $P \leq 0.05$).

Conclusión

El estado de madurez del fruto modificó los atributos fisiológicos de las semillas, los frutos con un estado de madurez intermedio proporcionaron semillas más viables y vigorosas, de manera similar a las obtenidas de frutos maduros. La madurez del fruto disminuyó la conductividad eléctrica de las semillas a partir de frutos medio maduros. Por tanto, cosechar frutos medio maduros proporciona semillas con una alta capacidad germinativa, y vigor similar a las semillas de fruto maduros.

Referencias

- Berretta, A., Albín, A., Díaz, R. y Gómez, P. (2010). Recursos fitogenéticos: desafíos y oportunidades. En *Estrategias en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Carrillo, E., Mejía, J., Carballo, A., García, G., Aguilar, V. y Corona, T. (2009). Calidad de semilla en colectas de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) de los valles centrales de Oaxaca, México. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 257-266.
- Demir, I., Ermis, S., Mavi, K. y Matthews, S. (2008). Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, (36), 21-30
- Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., Ayala-Garay, O., Santamaría, J. y Pinzón-López, L. (2014). Acondicionamiento pre-siembra: una opción para incrementar la germinación de semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*, (48), 420-422.
- Vidigal, D. S., Dias, D. C. F. S., Von-Pinho, E. R. V. y Dias, L. A. S. (2009). Sweet pepper seed quality and lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. *Seed Science and Technology*, (37), 192-201.

Determinación del cociente de forma para la estimación de volumen de xochicuahuitl [*Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken], Zongolica, Veracruz

Ixtacua Rosales, Esmeralda¹;
López Ayala, José Luis^{1*};
Vega Alarcón, Abraham¹
y Domínguez Gálvez, Moisés¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, km 4, carretera a la Compañía, sin número, Tepetitlanapa, C.P. 95005, Zongolica, Ver.

*Autor de correspondencia:
jose_luis_ayala_114@zongolica.tecnm.mx

Resumen

El estudio tuvo como finalidad determinar los cocientes para que puedan ser utilizados en la estimación de volumen de arbolado en pie de Xochicuahuatl (*Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken), en la localidad de Yoloxochio, en Zongolica, Veracruz. Para ello, se realizó un censo total de 207 árboles en una superficie de 2 ha, divididos en clases diamétricas de 10 cm, registrando la ubicación, altura total y diámetros a diferentes alturas con un relascopio de Bitterlich. Con la información que se obtuvo, se calcularon el volumen total, el volumen de cilindro, el factor de forma y los cocientes de Schiffel, Johnson, Gieruszinski y Zimmerle. Los mejores cocientes de forma por clase diamétrica fueron Johnson para diámetros mayores de 60 cm, factor de forma para diámetros de 30 a 59.9 cm y del coeficiente mérfico 0.60 (Sánchez, 2012) para diámetros menores de 30 cm, permitiendo con ello al silvicultor estimar adecuadamente el volumen de sus árboles.

Palabras clave

Biometría forestal, factor de forma, *Cordia*, cociente de Schiffel, Veracruz.

Introducción

Cordia alliodora es una especie arbórea nativa de importancia comercial en la región de Zongolica, Veracruz, cuyo mercado principal es la manufacturación y venta de muebles en el centro del estado. La demanda de madera de esta especie ha repercutido en la estimación correcta del volumen comercial del árbol en pie por parte

de los propietarios o ejidatarios. En este sentido, el estudio del factor de forma o coeficiente mórfico permite estimar un volumen más acorde a la forma del fuste del árbol, relacionando el volumen real con el volumen de un cuerpo geométrico de referencia (Cancino, 2012). Para ello, se emplearon los registros de diámetros y alturas con fórmulas convencionales (cónica, cilíndrica, neiloide, paraboloides) para la estimación del volumen, donde, aplicando el coeficiente mórfico se ajusta el valor del volumen calculado. Diferentes autores han desarrollado ecuaciones de cocientes de forma para proporcionar una mejor estimación, tales como Schiffel, Johnson, Zimmerle y Gieruszinski, además del coeficiente mórfico general (García *et al.*, 2016).

Por otra parte, la obtención de los registros de diámetros y alturas pueden ser a través de mediciones directas en árboles derribados, donde la suma de las longitudes de las trozas proporciona la altura total y las mediciones de los diámetros en las caras de dichas trozas; sin embargo, implica un gasto de operación y daños en el entorno del derribo. Una alternativa es emplear técnicas indirectas con instrumentos de precisión como el relascope de Bitterlich o más recientemente Hipsómetros digitales (Cancino, 2012).

Con la finalidad de proporcionar un cociente de forma o adecuado para los *Cordia alliodora*, para la región de Zongolica, Veracruz, se midieron diámetros y alturas con el relascope de Bitterlich, así como la estimación de volumen real y el volumen de cilindro, con ello se probaron los diferentes métodos de cociente de forma, comparándolos con el recomendado por la literatura para la especie.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en octubre de 2020, en una parcela particular de 2 ha, localizada en la comunidad de Yoloxochio, en el municipio de Zongolica, a una altitud de 600 m, en las coordenadas geográficas centrales son 18° 35' 52.92" LN y 96° 51' 10.2" LO. Esta es una zona de clima cálido subhúmedo, con una temperatura media de 26 °C y una precipitación media anual de 600 mm; presenta suelos de tipo Luvisol, Acrisol y Regosol, y una vegetación correspondiente a selva mediana subcaducifolia, con árboles de los géneros *Bursera*,

Terminalia, *Alfaroa*, *Astronium*, *Cedrela* y *Tabebuia*, intercaladas con cafetales y cultivos agrícolas (INEGI, 2009).

Al encontrarse de manera más abundante individuos del género *Cordia alliodora*, se efectuó un censo total de los mismos, registrando su ubicación con GPS Garmin®, obteniendo las variables de altura total (HT) y altura de fuste limpio (HFL) con el clinómetro Suunto, así como de diámetros (D_t , $D_{1.30}$, D_n) con el relascopio de Bitterlich® a 0.30, 1.30, 2.30, 5 m y a cada 2 m de éste hasta donde la altura del árbol lo permitiera, posicionándolo a una distancia horizontal de 20 m. Para el volumen real (V_R) se usó la fórmula de Smalian, además de calcular el volumen del cilindro (V_C) (Trincado *et al.*, 1997, y García *et al.*, 2016). Se realizó una categorización de diámetros a cada 10 cm para una mejor comprensión de los resultados; posteriormente, se calcularon los siguientes cocientes de forma en una hoja de cálculo Excel (García *et al.*, 2016).

Cuadro 1.

Diferentes ecuaciones de cocientes de forma que proporcionan estimación.

Cociente de forma	Ecuación	Notación
Factor de forma general	$f = \frac{V_R}{V_C}$	V_R volumen real
Schiffel	$K_S = \frac{d_{0.5}}{d}$	V_C volumen del cilindro
Johnson	$K_J = \frac{d_{0.5}(h-1.3)}{d}$	$d_{0.5}$ diámetro a la mitad de altura del árbol
Gieruszinski	$K_{GIG} = \frac{(d_{0.5})^2}{d}$	d diámetro a 1.30 m
Zimmerle	$K_Z = \frac{d_5}{d}$	d_5 diámetro a 5 m del suelo

Resultados y discusión

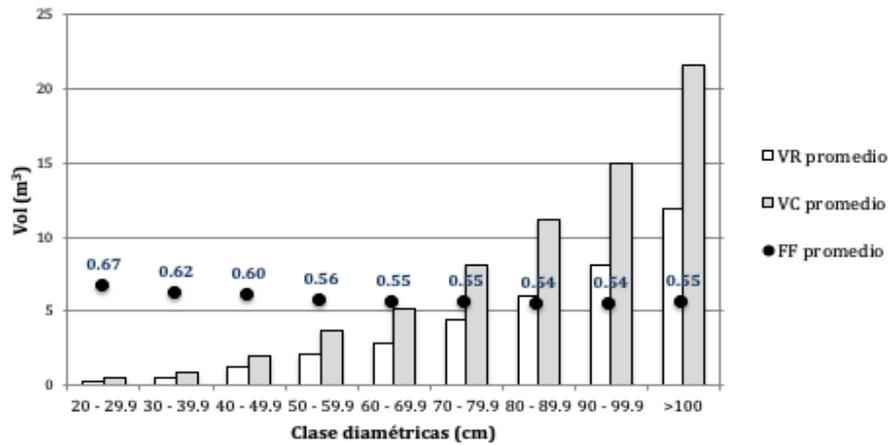
El censo dio un total de 207 árboles de *C. alliodora* registrados, los cuales se distribuyeron en 9 clases diamétricas (C1 = 4; C2 = 8; C3 = 14; C4 = 27; C5 = 23; C6 = 39; C7 = 23; C8 = 32 y C9 = 37). El valor más bajo de diámetro considerado fue de 20 cm, mientras que en la clase 9 fueron árboles con más de 100 cm de diámetro. El promedio general de HT y

HFL fueron de 21.8 m y 14 m, respectivamente, mientras que el V_R fue de 5.55 m^3 y el V_C fue de 10.17 m^3 . El factor de forma promedio fue de 0.54.

Al generar los promedios por clase diamétrica (figura 1), se observó que el factor de forma es variable entre las clases diamétricas, lo que puede sobrestimar o subestimar el volumen al aplicar los valores, principalmente por la relación alométrica de diámetro-altura que supone que: a mayor diámetro y altura la forma del tronco será cónica y en dimensiones menores serán más cilíndricas (Aldana y Lores, 2021).

Figura 1.

Relación del factor de forma con respecto a los volúmenes por clase diamétrica de *C. alliodora* en Zongolica, Veracruz.



Cuadro 2.

Cocientes de forma por clase diamétrica de *C. alliodora*, Zongolica, Veracruz.

Clase diamétrica (cm)	Factor de forma	K_s Schiffel	K_J Johnson	K_{GIG} Gieruszinski	K_z Zimmel	Coefficiente mórfico <i>Cordia</i> (Sánchez, 2012)
C1 = 20 - 29.9	0.67	1.00	0.88	0.26	0.42	0.60
C2 = 30 - 39.9	0.62	0.84	0.72	0.27	0.68	0.60
C3 = 40 - 49.9	0.60	0.87	0.75	0.33	0.84	0.60
C4 = 50 - 59.9	0.56	0.80	0.73	0.36	0.87	0.60
C5 = 60 - 69.9	0.55	0.75	0.64	0.36	0.85	0.60
C6 = 70 - 79.9	0.55	0.70	0.61	0.37	0.87	0.60
C7 = 80 - 89.9	0.54	0.67	0.61	0.38	0.87	0.60
C8 = 90 - 99.9	0.54	0.65	0.62	0.40	0.88	0.60
C9 = >100	0.55	0.62	0.60	0.44	0.82	0.60

En el cuadro 2 se corrobora este efecto, al compararse los cocientes de forma estimados con el obtenido por Sánchez (2012) para esta

especie en Ecuador, indicando que los valores obtenidos con el factor de forma es el más próximo al 0.60 para las clases 2, 3 y 4, porque tienen una forma más cilíndrica, mientras que para las clases 5, 6, 7, 8 y 9 los valores que deberían considerarse son los obtenidos con el cociente de Johnson que considera las formas cónicas (Aldana y Lores, 2021).

Las condiciones ecológicas y de competencia del sitio estimulan que la especie desarrolle, en primera instancia, la altura, lo que da la percepción cilíndrica del fuste al casi no variar el diámetro a lo largo del tronco; por el contrario, cuando el arbolado ha alcanzado el dosel, favorece más el crecimiento secundario (engrosamiento) lo que repercute en diámetros más grandes hacia la base (Imaña y Encinas, 2008).

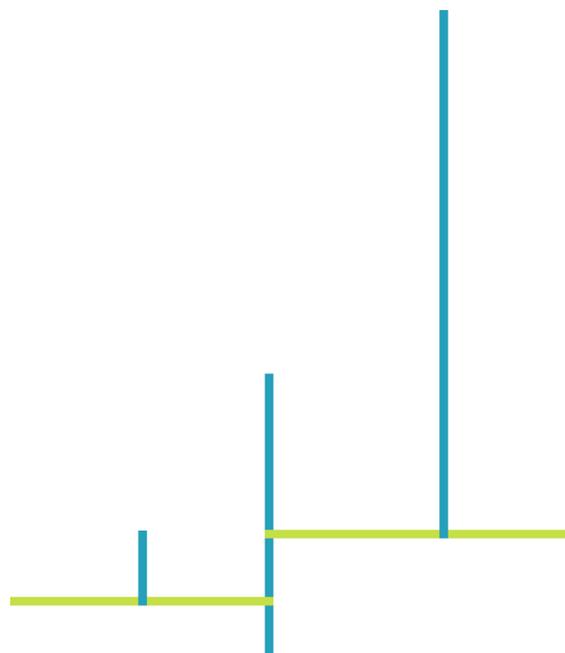
Conclusión

El valor del coeficiente mórfico (0.60), estimado por Sánchez (2012), puede aplicarse para árboles de 20 a 29.9 cm de diámetro; de 30 a 59.9 cm de diámetro de los valores de factor de forma (0.62, 0.60 y 0.56, según clase diamétrica) y para árboles con diámetros mayores de 60 cm los obtenidos con el cociente de Johnson (0.64, 0.61, 0.61, 0.62 y 0.60, según la clase diamétrica). Por tanto, emplear los cocientes de forma para cada clase diamétrica permite estimar el volumen de acuerdo a las dimensiones de diámetro y altura en relación a su madurez y desarrollo, además de ser una herramienta útil y práctica no destructiva para el silvicultor.

Referencias

- Aldana Pereira, E. y Lores Pérez, Y. (2021). Factor y cociente de forma preliminar de *Brachystegia floribunda* Benth. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 124-139.
- Cancino, J. O. (2012). *Dendrometría básica*. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente, 171 p.
- García Espinoza, G. G., García Magaña, J. J., Hernández Ramos, J., Muñoz Flores, H. J., García Cuevas, X. y Hernández Ramos, A. (2016). Precisión de los coeficientes y cocientes de forma en la estimación de volumen de *Pinus montezumae* Lamb. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 19-36.

- Imaña E., J. y Encinas B., O. (2008). *Epidometría forestal*. Universidad de Brasilia-Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, 66 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; Zongolica*. Clave geoestadística 30201.
- Sánchez Sarango, Y. A. (2012). *Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales: chuncho (Cedrelinga cateniformis), laurel (Cordia allidora), sangre de gallina (Otoba sp), ceibo (ceiba samauma) y canelo (Nectandra sp) en la provincia de Orellana* [Tesis de licenciatura]. Escuela de Ingeniería Forestal, 114 p.
- Trincado, G. K., Von Gadow K. y Sandoval, V. (1997). *Estimación de volumen comercial en latifoliadas*. *Bosque*, 39-44.



Efecto de mezclas de sustratos en el crecimiento y desarrollo de plantas de saramuyo (*Annona squamosa* L.) en vivero

Basto-Pool, Carolina Isabel^{1*};
Santamaria-Basulto, Felipe¹
y Zavala-León, Manuel Jesús¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo
Experimental Mochochá, km 25, antigua carretera
Mérida-Motul, C.P. 97454, Mochochá, Yucatán,
México.

*Autor de correspondencia:
carolinabasto93@gmail.com

Resumen

El saramuyo (*Annona squamosa* L.) es un árbol frutal tropical exótico con alto potencial de producción y comercialización; sin embargo, en la producción de plantas en vivero existen factores e insumos limitantes que impiden una mayor producción, entre los cuales destaca el tipo de suelo o sustrato empleado. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro mezclas de sustratos en el crecimiento del saramuyo. Los sustratos empleados fueron: polvo de coco comercial, bagazo de henequén (*Agave fourcroydes* Lem. y hoja de dzidzilché (*Gymnopodium floribundum* Rolfe). Se evaluaron variables de crecimiento de la planta. Las mezclas M1 y M2 registraron la mayor altura (81.38 cm y 78.56 cm), con un diámetro de tallo de 7.15 mm y 6.92 mm, un número de hojas de 31 y 28, respectivamente, y también mayor TCR_{ALT} y TCR_{DIA} . Las mezclas M1 y M2 permitieron las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas, sobresaliendo la accesión 80.

Palabras clave

Anonáceas, accesiones, combinación de sustratos, producción en vivero.

Introducción

El saramuyo (*Annona squamosa* L.) es un frutal tropical perteneciente a la familia de las anonáceas y se distribuye en el sureste de México, principalmente en Yucatán, Campeche y Quintana Roo. De acuerdo con las estadísticas oficiales, Yucatán es el único estado

que registra producción de este frutal, ya que se cultiva a campo abierto con una producción de tipo convencional. Durante 2019, la superficie sembrada fue de 50.5 ha, con una producción de 431.75 toneladas y un rendimiento promedio de 8.90 ton ha⁻¹ (SIAP, 2022). En el establecimiento de plantas en vivero existen factores limitantes que impiden una mayor producción, entre los cuales destaca el tipo de suelo o sustrato empleado, debido a que su selección influye de forma directa sobre el desarrollo del cultivo (Vargas *et al.*, 2020). En este tipo de producción, la mayoría de los cultivos se desarrollan en suelo agrícola o en sustratos alternativos al suelo, mezclando dos o más componentes orgánicos y minerales comerciales (Gruszynski y Kämpf, 2004). La mezcla de sustratos en diferentes proporciones permite obtener características físicas y químicas adecuadas para el desarrollo y producción de plantas en viveros (Gayosso *et al.*, 2018). Al respecto Cituk (2021) recomienda utilizar una proporción de 50 % suelo, 30 % materia orgánica y 20 % de abono orgánico. Sin embargo, es escasa la información respecto a la combinación adecuada de sustratos para la producción de saramuyo en vivero. Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto de cuatro mezclas de sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de saramuyo en vivero.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Mocochoá, Yucatán. El experimento se desarrolló en condiciones de agricultura protegida (invernadero). Se evaluó la mezcla de cuatro sustratos orgánicos con suelo agrícola en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad. Los materiales empleados para la elaboración de las mezclas fueron: 1) polvo de coco comercial, 2) bagazo de henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) y 3) hoja de dzidzilché (*Gymnopodium floribundum* Rolfe). Antes de elaborar las mezclas se desinfectaron con una caldera mediante arrastre de vapor durante 4 horas a 100 °C. Las mezclas de los sustratos (cuadro 1) se elaboraron de acuerdo con los porcentajes sugeridos por Gayosso *et al.* (2018) y Cituk (2021). La mezcla M4 (suelo + bagazo de henequén 2:0.5) se empleó como testigo debido a que es la mezcla con la cual se ha trabajado en la producción de portainjertos (Santamaria y Velasco, 2021).

Cuadro 1.

Descripción de las mezclas de los sustratos evaluados.

Clave	Sustrato (mezcla)	Proporción (v/v)
M1	Suelo + polvo de coco	2:1
M2	Suelo + hojarasca de dzidzilché	2:1
M3	Suelo + bagazo de henequén	2:1
M4	Suelo + bagazo de henequén	2:0.5

Se utilizaron ocho accesiones de saramuyo denominados: 32, 65, 80, 86, 104, 105, 35 y 73. Las semillas se obtuvieron del Banco de Germoplasma de Saramuyo, del Sitio Experimental Uxmal, Yucatán, del INIFAP. Las accesiones se establecieron en un invernadero bajo condiciones de riego. Se empleó un diseño factorial 4 x 8 con dos factores (factor A: mezclas con 4 niveles y factor B: accesiones con 8 niveles) y 4 repeticiones. Las variables agronómicas se midieron a los 90 días después del trasplante (ddt), seleccionando 3 plantas al azar por cada mezcla de sustrato. Las variables de respuesta fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y tasas de crecimiento relativo, con base en la altura y diámetro de tallo. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y donde hubo diferencias se realizó la comparación de medias con el método de Tukey ($P \leq 0.05$). Para el estudio, se utilizó el software estadístico Statistica 7.

Resultados y discusión

Se determinó de forma independiente la mejor combinación de sustrato. En las variables de crecimiento a los 90 ddt, las plantas con la mayor altura se obtuvieron de la mezcla M1 (81.38 cm) y M2 (78.56 cm), que fueron estadísticamente superiores (Tukey $P \leq 0.05$) a las desarrolladas en la mezcla M3, las cuales registraron la menor altura con 69.31 cm. Respecto al espesor del tallo, las plantas con el mayor diámetro se registraron en la mezcla M1 (7.15 mm) y M2 (6.92 mm), estadísticamente superiores a la mezcla M3 (6.08 mm) (cuadro 2). El mayor número de hojas se obtuvo en la mezcla M2 (31.46), superando a las mezclas M3 y M4 que registraron 23 hojas. En este sentido, se puede atribuir que las mezclas poseen los nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento

y desarrollo de las plantas. Al respecto, Triano-Sánchez *et al.* (2016) mencionan que el sistema de producción de plantas en vivero mediante el uso de sustratos orgánicos mejora las condiciones nutricionales.

Cuadro 2.

Efecto de las mezclas de sustratos en las variables de crecimiento en plantas de saramuyo a los 90 ddt.

Mezclas	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Número de hojas
M1	81.38 a	7.15 a	28.92 b
M2	78.56 a	6.92 a	31.46 a
M3	69.31 c	6.08 c	23.21 c
M4	72.19 b	6.41 b	23.04 c

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $P \leq 0.05$).

En las tasas de crecimiento relativo (TCR) con base en la altura (TCR_{ALT}) y diámetro de tallo (TCR_{DIA}) se observó que las plantas desarrolladas en la mezcla M1 superaron estadísticamente a las plantas desarrolladas en la mezcla M3, registrando valores de $4.34 \text{ mm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y $1.95 \text{ mm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$, respectivamente (cuadro 3). Esto es similar a los resultados obtenidos por Andrade (2017) en su estudio, donde menciona que el mayor crecimiento de plantas de *Annona muricata* fueron las sembradas en la combinación de sustratos orgánicos.

Cuadro 3.

Tasa de crecimiento relativo con base en altura (TCR_{ALT}) y diámetro de tallo (TCR_{DIA}) de plantas de saramuyo en diferentes mezclas de sustratos.

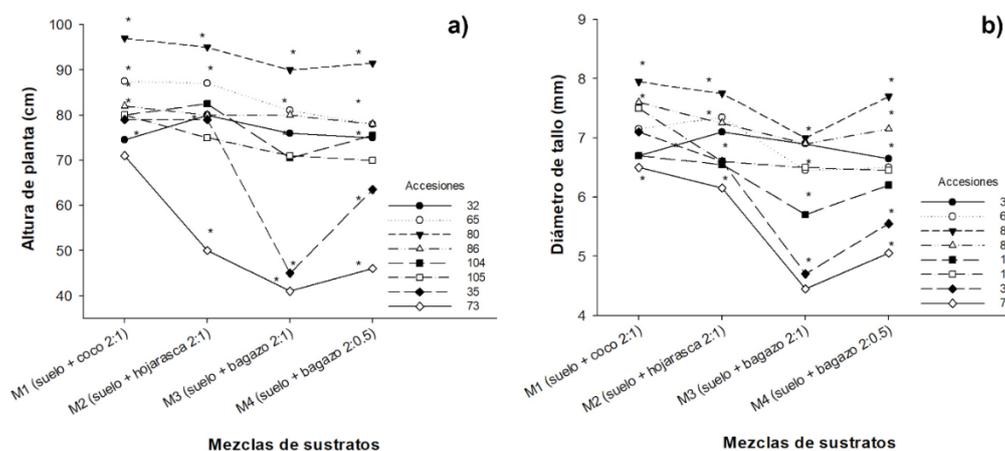
Mezclas	TCR_{ALT} ($\text{mm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	TCR_{DIA} ($\text{mm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$)
M1	4.34 a	1.95 a
M2	4.30 b	1.92 a
M3	4.16 d	1.78 c
M4	4.21 c	1.83 b

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $P \leq 0.05$).

El análisis de la interacción de las mezclas, combinado con las accesiones respecto a las variables, altura de la planta y diámetro de tallo (figura 1) mostró diferencias significativas ($P \leq 0.001$). De acuerdo con los resultados, la accesión 80 en la mezcla M1 registró las mayores medias de altura de planta (97 cm) y diámetro de tallo (8 mm); mientras que en la mezcla M3 registró los menores valores de altura de la planta (90 cm) y diámetro del tallo (7 mm). En contraste, la accesión 73 obtuvo la menor altura de planta (70 cm) y diámetro de tallo (6.50 mm) con cualquiera de las mezclas evaluadas. Estos resultados indican que el tipo de sustrato y la mezcla en las proporciones adecuadas influyen de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas de saramuyo en vivero.

Figura 1.

Interacción de las mezclas de sustratos y las accesiones de saramuyo a) Medias de altura de la planta, b) Medias de diámetro de tallo (*) Indica estadísticas significativas (Tukey $P \leq 0.05$).



Conclusión

Las mezclas de sustratos presentaron efectos diferentes en el crecimiento del saramuyo, las mezclas M1 y M2 permitieron mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, incrementando la altura y el diámetro de tallo, así como las TCR. La interacción de mezclas con las accesiones indicó que las mezclas M1 y M2 propiciaron las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas, sobresaliendo la accesión 80; por lo que la mezcla M1 y M2 son una alternativa a utilizar como sustratos en la producción de plantas de saramuyo en vivero.

Referencias

- Andrade-Roblero, J. O. (2017). *Vivero en el cultivo de guanábana Annona muricata L. con tres sustratos de siembra* [Tesis de licenciatura]. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Cituk-Chan, D. E. (2021). *Manual de propagación y producción de saramuyo (Annona squamosa L.)*. Tecnológico Nacional de México.
- Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A. y Garruña, R. (2018). Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Agrociencia*, 52(4), 639-652.
- Gruszynski, C. y Kampf, A. N. (2004). Residues of *Aleurites fordii* (euphorbiaceae) as a component for plant substrates. *Acta Horticulturae*, 171-176.
- Santamaria-Basulto, F. y Velasco-García, A. (2021). Doce años de actividad del banco de germoplasma de saramuyo (*Annona squamosa L.*) del campo experimental Mocochoá. *IX Congreso de la Sociedad Mexicana de Anonáceas*. Chapingo, Texcoco, México.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] (2022, 17 de junio). *Anuario Estadístico de la Producción por Cultivo/variedad*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Triano-Sánchez, A., Palma-López, D. J., Salgado-García, S., Lagunes-Espinoza, L. C. y Córdova Ávalos, V. (2016). Nutrición orgánica en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Tabasco, México. *Agroproductividad*, 9(12).
- Vargas, H., Santa, F. y Lizárraga, A. (2020). Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de portainjerto de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en vivero. *Manglar*, 17(2), 127-133.

Hongos fitopatógenos con potencial bioherbicida para el control de la maleza acuática *Salvinia natans*

Morales-Rodríguez, Ana¹;
Antonio-Fuentes, Itzel¹;
Avalos-de Dios, Citlally¹;
Baizabal-Bocanegra, Carlos¹;
Gómez-Cornelio, Sergio^{1*}
y De la Rosa-García, Susana²

¹ Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica del Centro, carretera Villahermosa-Teapa, km 22.5, Tumbulushal, C.P. 86290, Centro, Tabasco, México.

² Laboratorio de Microbiología. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, carretera Villahermosa-Cárdenas, km 0.5, sin número, ranchería Emiliano Zapata, C.P. 86150, Villahermosa, Tabasco, México.

*Autor de correspondencia:
sagomezcornelio@gmail.com

Resumen

El crecimiento incontrolable de las malezas acuáticas tiene fuertes impactos ambientales debido a su limitado y complicado control en los cuerpos de agua, impactando la flora y fauna que habitan en estos ambientes. Por todo lo anterior, se propuso como una alternativa de control biológico de la maleza acuática *Salvinia natans*, el uso de sobrenadante libre de células (SLC) productos de la fermentación de hongos. Los hongos fitopatógenos fueron aislados de frutos con lesiones típicas foliares, se evaluó el SLC con potencial tóxico para la planta y con capacidad de generar un estrés biótico que minimice el crecimiento de la maleza; para esto se evaluó el potencial de estos agentes como control biológico para la maleza específica, teniendo como resultado el potencial de control de un hongo fitopatógeno entre un 75 % y 88 %. Por tanto, los SLC pueden ser aplicados al control de malezas en cultivos agrícolas, disminuyendo el uso de los pesticidas químicos.

Palabras clave

Sobrenadante libre de células, metabolitos secundarios, control biológico.

Introducción

El creciente desarrollo de las especies acuáticas en los ecosistemas implica impactos ambientales que evidencian la relevancia de su control. En el caso de *Salvinia molesta*, esta interviene en la disminución de la fauna bentónica, lo que reduce el flujo y la turbulencia del agua y modifica la estructura y el funcionamiento del ecosistema, favoreciendo

la colonización de otros invasores no nativos sobre los macrófitos nativos, lo que conduce a condiciones ambientales anóxicas que afectan gravemente a las comunidades acuáticas (Motitsoe *et al.*, 2020).

El control de las malezas acuáticas resulta ser complicado por los diversos usos de los cuerpos de agua y la presencia de plantas y animales que habitan en el ecosistema. La aplicación de técnicas o métodos no biológicos para el control de macrófitos puede incurrir en acciones desfavorables para las especies que no resultan ser objeto de control, tales como peces nativos y organismos que presentan relaciones específicas con las malezas, así como características fisicoquímicas del agua (Cuda *et al.*, 2004).

Por lo anterior, el control biológico es una alternativa eficiente y ecológica; así también, sustituir los productos dañinos para el ambiente y para los organismos vivos. Es por ello que el control biológico se puede definir como el proceso controlador, en donde se utilizan organismos vivos capaces de reducir el vigor, la capacidad reproductiva o la densidad de las malezas acuáticas, lo cual hace referencia a que existan diversos agentes que logran causar un estrés biótico suficiente para el control y la baja posibilidad de nuevas generaciones de maleza. Una de las características que distingue al control biológico de los antes mencionados es la utilización de patógenos de plantas, entre ellos el uso de hongos fitopatógenos como las especies *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Nigrospora*, entre otros (Cuda *et al.*, 2004). Aunque para el control de estas plagas se han aplicado diversos mecanismos químicos y manuales, los resultados son poco exitosos, ya que no hay un método efectivo y a largo plazo en la reducción de biomasa.

Materiales y métodos

Recolección de plantas

Se ubicaron tres tipos de plantas con lesiones foliares típicas por hongos; la primera corresponde a una planta herbácea *Carica papaya*, la segunda se trata del frutal *Citrus limón* y, por último, la macrófita acuática *Salvinia natans*.

Aislamiento e inoculación del hongo

Se cortaron los tejidos sintomáticos de hojas en trozos pequeños, estos fueron desinfectados superficialmente con lavados continuos de

etanol al 70 % durante 40 s; posteriormente, con sodio al 1 % hipoclorito de sodio y se colocaron en placas de Petri con PDA a 25 °C, sin luz, durante 3-4 días; una vez aislados se obtuvieron cultivos puros (Mestizo, 2012).

Identificación de especies de fitopatógenos

La primera identificación se realizó macroscópicamente, observando las características morfológicas de las colonias en el medio de cultivo donde se inocularon (PDA), las cuales son: forma, textura, color y producción de pigmentos (Garces, 2003). La identificación microscópica se realizó con una preparación en fresco, tomando un segmento de agar con crecimiento del hongo, depositando el fragmento extraído en un portaobjetos, en el cual se había depositado previamente una gota de ácido láctico.

Producción de compuestos por fermentación líquida

Para la obtención de compuestos se realizó una fermentación líquida, utilizando los microorganismos previamente aislados; para esto se añadieron discos del medio de cultivo PDA donde se encontraban los hongos aislados (cultivo puro) al medio de cultivo PDB (Castro de Souza *et al.*, 2017) y se llevó a un agitador orbital donde se mantuvo por 7 días a temperatura ambiente.

Extracción de compuestos contenidos en los sobrenadantes libres de células

Una vez finalizada la fermentación, se separó la biomasa y el medio fermentado por filtración al vacío a través de papel filtro, para evaluar el crecimiento de la biomasa fúngica por el peso seco del micelio (Moreira *et al.*, 2018). El cultivo se centrifugó a 4500 rpm durante 5 minutos.

Pruebas de patogenicidad de los hongos

Las macrófitas acuáticas fueron recolectadas en la Laguna del Conocimiento, de la Universidad Politécnica del Centro, y se colocaron en contenedores de plástico con capacidad de 400 a 800 mL, durante 5 días en condiciones ambientales. Una vez obtenidos los sobrenadantes libres de células (SLC) se procedió a realizar las pruebas de patogenicidad en *Salvinia natans* extraídas de la laguna. La aspersión del SLC se realizó de forma manual con el método de aspersión.

Todas las muestras foliares de las plantas se sometieron a la metodología de Horsfall-Barrat, delimitando la viabilidad o patogenicidad de los SLC obtenidos de las cepas del género *Nigrospora* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. y *Nodulisporium* sp., como bioherbicidas de la maleza acuática *Salvinia natans*. Este método permitió evaluar la severidad de la lesión provocada en las plantas, las cuales se realizaron inspecciones del daño a los 3, 7, 10, 14 y 17 días, después de la inoculación.

Pruebas de fitotoxicidad

La evaluación de la fitotoxicidad se llevó a cabo a través de un ensayo de germinación y crecimiento con semillas de pepino (*Cucumis sativus*). Las semillas fueron colocadas en cajas de Petri cuadradas con SLC al 50 y 100 %. En cada caja se aplicaron 5 mL del sobrenadante correspondiente, por aspersion manual, para favorecer la germinación.

Resultado y discusión

Para determinar el efecto tóxico de los compuestos de los hongos contenidos en el SLC sobre las *S. natans*, se evaluó visualmente la apariencia de las macrófitas, con base en el método de Horsfall y Barrett (1945) y se realizaron observaciones a los 3, 7, 10, 14 y 17 días después de la aplicación de los compuestos en las plantas.

Debido a que se visualizó que los efectos provocados por la acción de los compuestos fueron lesiones foliares de cerca del 30 %, se observó que las plantas resistieron en una proporción mayor al 70 % a la aplicación del compuesto, presentando necrosis solo en una parte del tejido foliar. En tal caso, de las 5 cepas de hongos fitopatógenos aislados, solo tres de ellas (*Nigrospora* sp., *Colletotrichum* 14, *Nodulisporium* sp.) presentaron un puntaje de severidad mayor a 3 en alguna de sus concentraciones (más del 6 % de lesión foliar), donde la máxima fitopatogenicidad observada fue del 75-88 % para el compuesto producido por el hongo identificado por *Nodulisporium* sp., a la concentración del 100 % de SLC.

La evaluación en el daño foliar de las plantas acuáticas no fue posible en su totalidad, debido a que un gran porcentaje de las plantas de la laguna donde se recolectaron, presentaban crecimiento tardío, lo cual

pudo deberse a la falta de nutrimentos y/o exposición a sustancias químicas. Además, también es posible atribuir el mal desempeño de los hongos a los mecanismos de biocontrol, ya que dependen básicamente de la antibiosis, la competencia por micronutrientes como el hierro, el micoparasitismo, la producción de enzimas hidrolíticas, la inducción de resistencia sistémica en las plantas hospederas y la competencia de la rizosfera (Tariq *et al.*, 2020).

Prueba de toxicidad

Sobre las pruebas de toxicidad, el porcentaje de germinación fue mayor en las placas a las que se le asperjó una concentración de SLC del 50 %. En cambio, se observó variación en cuanto a los SLC de los hongos a una concentración del 100 %.

Los resultados del bioensayo de fitotoxicidad nos indican que pueden ser efectivos solo contra la maleza, sin afectar los rendimientos de los cultivos o la germinación de las plantas, ya que los extractos no producen efectos inhibidores de la germinación.

Conclusión

Las pruebas de evaluación tóxica de los SLC obtenidos de los hongos *Nodulisporium* sp. mostraron resultados relevantes, en comparación de los restantes, ya que se generó un porcentaje de marchitamiento de la planta de entre el 75 y 88 %, con capacidad de control biológico sobre la maleza *S. natans*; dicho porcentaje fue evaluado hasta el día 17 del experimental. De igual forma se encontró que los tratamientos asperjados herbicidas sintéticos como el 2-4-D, es capaz de enfermar y destruir a la planta en una proporción mayor al 90 %.

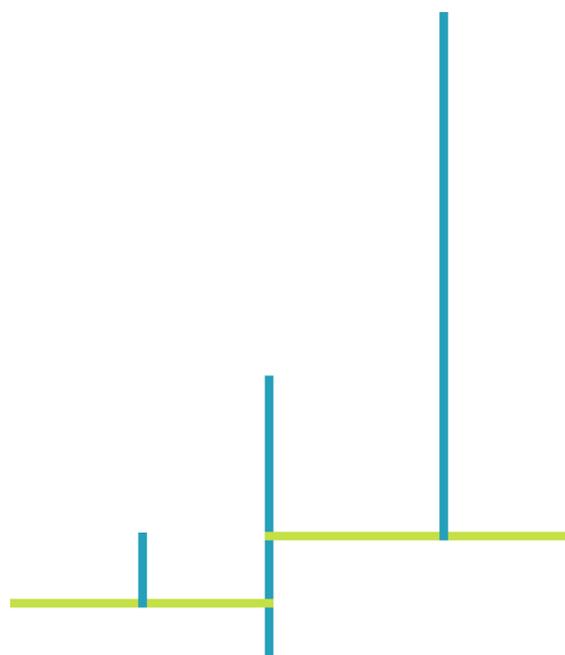
Es de destacar que las muestras de *Salvinia*, aisladas al exterior del laboratorio de la institución, lograron un nivel de adaptación adecuado, para seguidamente ser asperjadas por el sobrenadante de los hongos. Una vez realizadas las pruebas de patogenicidad, fue necesario confirmar la fitotoxicidad con el fin de asegurar que la aspersion de estos hongos, en un ambiente *in situ*, no afecte el área verde que rodea el espacio que ocupa la maleza; por lo que dicho ensayo nos indica que los fitopatógenos en estudio pueden no causar daño excesivo en otras plantas. Esto significa que la aspersion de los hongos no afecta

el rendimiento de cultivo o la germinación de la planta, ya que, en nuestra prueba, la mayoría de las semillas sometidas al proceso de germinación tuvieron un brote exitoso para demostrar la no toxicidad en la germinación de semillas.

Con todo lo anterior, y realizando una optimización de la obtención de compuestos expresados por *Nodulisporium* sp., esto podría ser aplicado en el control de malezas de cultivos agrícolas, disminuyendo notablemente el impacto actual de los herbicidas químicos.

Referencias

- Castro de Souza, A. R., Bortoluzzi-Baldoni, D.Lima, J. Porto, V. Marcuz, C. Machado, C. Camargo Ferraz, R., Kuhn, R. C., Jacques, R. J., Guedes, J. y Mazutti, M. A.. (2017). Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. *Brazilian journal of microbiology*, (48), 101-108.
- Cuda, J., Buckingham, G. y Medal, J. (2004). *Control biológico de malezas en sistemas acuáticos y en áreas pantanosas en los Estados Unidos*.
- Garcés de Granada, E., Correa de Restrepo, M., Coba de Gutiérrez, B., Orozco de Amézquita, M., Zapata, A. C., Anacona Chingana, A. y Sabogal, S. P. (2003). *Morfología y clasificación de los hongos*.
- Moreira, C. D., Scapini, T., Muller, S., Amroginski, J., Golunski, S., Pandolfi, L.... y Treichel, H. (2018). *Production of compounds by phytopathogenic fungi for biological control of aquatic macrophytes*. *Bioresource Technology Reports*, (3), 22-26.
- Motitsoe, N., Coetzee, J., Hill, J. y Hill, M. (2020). Biological Control of *Salvinia molesta* (D. S. Mitchell) Drives Aquatic Ecosystem Recovery. *Diversity*, 12(5), 204 p.



Pérdida de vegetación natural por actividades agropecuarias en la sub-región de los Ríos, Tabasco, México

Ramírez-García, Alex Ricardo^{1,5*};
Zavala-Cruz, Joel¹;
Rincón-Ramírez, Joaquín Alberto¹;
Guerrero-Peña, Armando¹;
García-López, Eustolia¹;
Sánchez-Hernández, Rufo²;
Castillo-Acosta, Ofelia³;
Alfaro-Sánchez, Gloria⁴
y Ortiz-Pérez, Mario Arturo⁴

¹ Colegio de Postgraduados, campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, sin número, km 3, C.P. 86500. Cárdenas, Tabasco, México.

² División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, carretera Villahermosa-Teapa, km 25+2, ranchería La Huasteca, 2a. sección, C.P. 86298, Villahermosa, Tabasco, México.

³ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, carretera Villahermosa-Cárdenas, km 0.5, sin número, entronque a Bosques de Saloya, C.P. 86150, Villahermosa, Tabasco, México.

⁴ Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

⁵ Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, carretera Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 28980, Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia:
alex.ramirez@unach.mx

Resumen

La pérdida de vegetación natural, por distintos usos de la tierra, genera cambios en el paisaje, lo que puede ocasionar daños ambientales; por ello, es importante conocer el estado en que se encuentra la vegetación natural. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la pérdida de vegetación natural por actividades agropecuarias en la Región de los Ríos, en el estado de Tabasco, México. Con fotografías aéreas e imágenes satelitales LANSAT 5 y 8; se realizó una clasificación supervisada de las imágenes de satélite, utilizando el software QGIS 3.8.3. Como resultado, se obtuvo que en 1947 el área agrícola y los pastizales ocuparon una superficie de 14.1 % y prevalecía la vegetación natural con el 82.3 %. Los usos agrícolas, los pastizales y otros usos antrópicos incrementaron su superficie, en detrimento de la vegetación natural, mayormente selvas altas y medianas, siguiendo una tendencia similar a la destrucción del 63.4 % de las selvas del estado Tabasco entre 1940 y 2006.

Palabras clave

Imágenes satelitales, QGIS, fotografías aéreas, vegetación hidrófita, usos de suelo.

Introducción

La deforestación es la sustitución de la vegetación natural por otros usos de la tierra, y los patrones de uso de la tierra están cambiando rápidamente en todo el mundo en relación con el crecimiento de la población humana y la expansión de las tierras agrícolas (Mekasha *et al.*,

2020). Las actividades antrópicas han conllevado a la pérdida de hábitat, biodiversidad, bienes y servicios ambientales y a la capacidad productiva de los ecosistemas (López-Vázquez *et al.*, 2015, y Aburas *et al.*, 2019). El estudio de las actividades de deforestación contribuye a investigar los efectos de los cambios actuales y futuros, para tomar decisiones que ayuden a la planificación del territorio (Mohammady, 2021). Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la pérdida de vegetación natural por las actividades agropecuarias en la sub-región de los Ríos, en Tabasco, México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la sub-región de los Ríos (RR), conformada por los municipios de Balancán, Emiliano Zapata y Tenosique, ubicada al este del estado de Tabasco, en una superficie de 6 234.2 km², entre las coordenadas UTM: 1907911.5 y 1988414.0 LN y 713308.9 y 624082.4 LE. Se utilizaron fotografías aéreas de 1947 que fueron georreferenciadas y fotointerpretadas para generar una capa vectorial de usos del suelo y vegetación (Chuvieco, 2002). Se adquirieron imágenes satelitales LANDSAT 5 de 1984 y 2000 y LANDSAT 8 de 2019. Se hizo una clasificación supervisada de las imágenes de satélite utilizando Plugin Clasificación Semiautomática (SCP, por sus siglas en inglés) (Obodaia *et al.*, 2019). Las clases de uso del suelo y vegetación cartografiadas fueron: cultivo temporal (CT), cultivo anual (CA), cultivo permanente (CP), plantaciones forestales (PF), pastizal (P), selva alta perennifolia (SAP), selva mediana subperennifolia y subcaducifolia (SMSP), selva baja inundable (SBI), sabana (S), vegetación secundaria (VS), vegetación hidrófita (VH), asentamiento humano (AH), suelo desnudo (SD) y cuerpos de agua (Ca).

La precisión de los mapas clasificados de 1947, 1984 y 2000, se obtuvo mediante revisión de cartografía y estudios de uso del suelo y vegetación regionales. Para evaluar la precisión del mapa de 2019, se seleccionaron 644 puntos de usos del suelo y vegetación y se verificaron en la RR y, posteriormente, se elaboraron matrices de confusión y los índices de Kappa (Zadbagher *et al.*, 2018).

Resultados y discusión

Los mapas de uso del suelo y vegetación de 1947, 1984, 2000 y 2019 presentaron una precisión con índices de Kappa de 0.72, 0.69, 0.73 y

0.68, respectivamente, evidenciando una buena clasificación (Satya *et al.*, 2020). En 1947, el área agrícola y los pastizales ocuparon una superficie mínima (14.1 %) en la RR donde prevalecía la vegetación natural en el 82.3 %, en su mayoría selvas altas y medianas (cuadro 1). En 1984 los usos agropecuarios ocuparon la mayor superficie de la RR (54.3 %), con mayor cobertura de pastizales, seguida de cultivos, inclusive en tierras con pendientes abruptas y suelos delgados no aptos para la agricultura (Isaac-Márquez *et al.*, 2008); sobresalió el incremento de cultivos anuales debido al auge de la caña de azúcar, impulsada por el ingenio Azsuremex S.A. de C.V. (García-Ortega, 2013), donde la superficie de selvas se redujo al 12.9 % y la de vegetación secundaria creció y otros usos, como los asentamientos humanos y el suelo desnudo, aumentaron su área (Cuadro 1).

En el 2000, los usos agropecuarios ocuparon el 52.7 % de la RR, con predominio de pastizales sobre los cultivos; las plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus*) se establecieron en superficies pequeñas (Trujillo-Ubaldo *et al.*, 2018); las selvas se mantuvieron en un 13 %, y la vegetación secundaria e hidrófita incrementaron ligeramente, y los asentamientos humanos, suelo desnudo y cuerpos de agua, continuaron creciendo (11.7 %) (cuadro 1). En 2019, los usos agropecuarios alcanzaron la mayor superficie en la RR (60.5 %), aumentaron las áreas de cultivos temporales, cultivos permanentes, pastizales y plantaciones forestales; el cultivo permanente (palma de aceite) se expandió notablemente sobre pastizales, con apoyo del Programa Federal “Alianza para el Campo” (SIAP, 2018); la superficie de las selvas disminuyó al 10 %, la vegetación secundaria se mantuvo estable y la vegetación hidrófita decreció; los asentamientos humanos y suelos desnudos continuaron creciendo y los cuerpos de agua perdieron superficie (cuadro 1). En la RR, en el periodo 1947-2019, los usos agrícolas, los pastizales y otros usos antrópicos incrementaron su superficie, en detrimento de la vegetación natural, mayormente selvas altas y medianas, siguiendo una tendencia similar a la destrucción del 63.4 % de las selvas del estado de Tabasco entre 1940 y 2006 (Zavala-Cruz y Castillo-Acosta, 2007), en sincronía con la deforestación del 8.3 % de los bosques y selvas de México entre 1976 y 2007 (Rosete-Vergés *et al.*, 2014).

Cuadro 1.

Superficies de usos del suelo y tipos de vegetación en el periodo 1947-2019 en la sub región de los ríos de Tabasco, México.

Coberturas	1947 km²	1947 %	1984 km²	1984 %	2000 km²	2000 %	2019 km²	2019 %
CT	140.8	2.6	358.1	6.6	300.6	5.5	864.2	15.8
CA	-	-	548.9	10.1	884.2	16.2	357.3	6.5
CP	-	-	-	-	-	-	94.7	1.7
PF	-	-	-	-	6.3	0.1	241.4	4.4
P	6 280.4	11.5	2 051.4	37.6	1 689.8	30.9	1 753.6	32.1
SAP	1 782.9	32.7	338.3	6.2	314.5	5.8	275	5.0
SMSP	1 296.3	23.7	94.6	1.7	70.6	1.3	131.7	2.4
SBI	280.5	5.1	272.8	5.0	323.5	5.9	141	2.6
S	310.2	5.7	-	-	-	-	-	-
VS	473.8	8.7	1 044.1	19.1	823.4	15.1	812	14.9
VH	348.6	6.4	382.4	7.0	402.7	7.4	263.9	4.8
AH	3.2	0.1	41.1	0.8	51.3	0.9	64	1.2
SD	3.9	0.1	56.5	1.0	262.9	4.8	291.8	5.3
Ca	191.6	3.5	271.8	5.0	330.1	6.0	169.3	3.1
Total	5459.9	100	5 459.9	100	5459.9	100	5 459.9	100

Conclusión

La clasificación de usos del suelo y vegetación en la RR, en el periodo 1947-2019, evidenció el incremento sostenido de áreas de pastizales y cultivos, además de plantaciones forestales y zonas urbanas; en conjunto, se expandieron del 14.2 al 67.2 %. El crecimiento de estas actividades humanas no consideró los factores ambientales, toda vez que desplazaron superficies de vegetación de selvas altas y medianas, sabanas e hidrófitas, las cuales disminuyeron del 82.3 al 29.7 %, en sincronía con la deforestación acelerada de las selvas y otros tipos de vegetación en las últimas décadas, en Tabasco y en México en general.

Referencias

Aburas, M. M., Ahamad, M. S. y Omar, N. Q. (2019). Spatio-temporal simulation and prediction of land-use change using conventional and machine learning models: a review. *Environ Monit Assess*, (191), 205 p.

- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental* (3a. ed.). Ediciones Ariel.
- García-Ortega, M. (2013). Migraciones laborales, derechos humanos y cooperación internacional: Cortadores de caña centroamericanos en la frontera México-Belice. *Trace*, (63), 7-23.
- Isaac-Márquez, R., Bernardus, J., Amarella, E., Ochoa-Gaona, S., Hernández, S. y Sandoval, J. L. (2008). Programas gubernamentales y respuestas campesinas en el uso del suelo: el caso de la zona oriente de Tabasco, México. *Región y Sociedad*, 20(43), 99-129.
- López-Vázquez, V. H., Balderas-Plata, M. A., Chávez-Mejía, M. C., Juan-Pérez J. I. y Gutiérrez-Cedillo J. G. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Ciencia ergo-sum*, 22(2), 136-144.
- Mekasha, S.T., Suryabagavan, K.V. y Gebrehiwot, M. (2020). Geo-spatial approach for land-use and land-cover changes and deforestation mapping: a case study of Ankasha Guagusa, Northwestern, Ethiopia. *Trop. Eco.*, (61), 550-569.
- Mohammady, M. (2021). Land use change optimization using a new ensemble model in Ramian County, Iran. *Environ Earth Sci.*, (80), 780 p.
- Obodaia, J. Adjei, A. K. Odaia, N. S. y Lumor, M. (2019). Land use/land cover dynamics using landsat data in a gold mining basin-the Ankobra, Ghana. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, (13), 247-256.
- Rosete-Vergés, F. A., Pérez-Damián, J. L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E. N., Salinas-Chávez, E. y Remond-Noa, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y bosques*, 20(1), 21-35.
- Satya, A., Shashi, M. y Deva, P. (2020). Future land use land cover scenario simulation using open-source GIS for the city of Warangal, Telangana. India. *Appl Geomat.*, (12), 281-290.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018). *Informe final. La palma de aceite en el estado de Tabasco.*
- Trujillo-Ubaldo, E., Álvarez-López, P. S., Valdovinos-Chávez, V. R., Benítez-Molina, G. y Rodríguez-Gonzales, L. O. (2018). Turnos forestales en plantaciones maderables de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, en Balancán, Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, (9), 27-46.
- Zavala-Cruz, J. y Castillo-Acosta, O. (2007). Cambios de uso de la tierra en el estado de Tabasco. En Palma-López y Triano-Sánchez (Eds.). *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, II* (2a. reimp.). Colegio de Postgraduados ISPROTAB, 180 p.

Comportamiento del carbono almacenado en un bosque de pino (*Pinus oocarpa* Schiede) en villaflores, Chiapas

Fernández-Zúñiga, Karla Susana^{1*};
Velázquez-Sanabria, Carlos Alberto¹;
Raj-Aryal, Deb²
y La O-Arias, Manuel Alejandro²

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Villaflores, Chiapas, México.

² CONACYT-UNACH, Facultad de Ciencias Agronómicas, Villaflores, Chiapas, México.

*Autor para correspondencia:
kf578711@gmail.com

Resumen

Comprender el comportamiento del carbono almacenado a través del tiempo en un bosque de pino que contribuye con la mitigación del cambio climático, con el objetivo de analizar el comportamiento del carbono almacenado en un bosque de pino, en los componentes de arbolado, hojarasca, fermento, suelo y material leñoso caído, a través de diferentes años. Se compilaron los inventarios forestales de los años 2010, 2014, 2017, 2018 y 2020 y se realizó el inventario forestal de 2021, con la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) (2010). Los datos se analizaron estadísticamente con diseños longitudinales, encontrándose un incremento en los componentes desde 2010 hasta 2018, y una posterior disminución del 22 % con respecto al total de las variables evaluadas. Se concluye que el comportamiento del carbono almacenado dependerá de la edad de los árboles, las condiciones atmosféricas y la presencia de perturbaciones.

Palabras clave

Captura de carbono, ecosistemas forestales, inventario forestal, perturbaciones.

Introducción

La Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMCC) define al *cambio climático* como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural

del clima”, que es ocasionado principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero (Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2002). México, en 2020, emitió 804 MtCO₂e de gases de efecto invernadero (GEI), el 17.66 % fueron generados por agricultura, ganadería, usos y cambios de uso de suelo y silvicultura (Cárdenas *et al.*, 2021).

El cambio climático puede ocasionar reducción de cubierta forestal, cambio de composición de especies, interrupción de servicios ecosistémicos y reducción de precipitaciones (Seymour y Busch, 2016), lo que los vuelve ecosistemas vulnerables a perturbaciones (Velázquez, 2015). La relación existente entre el cambio climático y los bosques es que los árboles absorben CO₂ atmosférico y lo convierten en carbono que almacenan en forma de biomasa, lo que contribuye considerablemente a mitigar los GEI y, por ende, al cambio climático (Comisión Nacional Forestal, 2010).

Es importante monitorear el comportamiento del carbono almacenado en estos ecosistemas, pues tienen cambios constantes en su stock de carbono, y el monitoreo puede ayudar a plantear estrategias ante situaciones futuras que puedan afectar dichos ecosistemas.

El objetivo fue analizar el comportamiento del carbono almacenado en un bosque de pino, en los componentes de arbolado, hojarasca, fermento, suelo y material leñoso caído, a través de diferentes años.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en un conglomerado establecido en 2010, en el cerro Nambiyugua, en Villaflores, Chiapas; con sus sitios establecidos en las coordenadas geográficas del cuadro 1.

Cuadro 1.

Ubicación geográfica de los sitios de muestreo.

Sitios	Ubicación geográfica		Altitud (m)
	Latitud Norte	Longitud Oeste	
1	16° 16' 43.80	93° 19' 2.80	1010
2	16° 16' 45.23	93° 19' 2.92	1020
3	16° 16' 43.12	93° 19' 1.43	1003
4	16° 16' 43.11	93° 19' 4.16	1004

Las variables a evaluar fueron: carbono en biomasa viva, en raíces, en hojarasca, en fermento, en material leñoso caído, en suelo y carbono total de los componentes. Para ello, se utilizó la metodología del INFyS (2010), en donde se midió el arbolado ≥ 7.5 cm en una superficie de 400 m², se les midió el diámetro normal (DAP) con una cinta diamétrica, y la altura con un clinómetro. Se realizó un muestreo de la hojarasca y del fermento, se cuantificaron las piezas leñosas existentes en las intersecciones, establecidas por el INFyS, y se obtuvieron muestras de suelo a profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm. Se compilaron los datos de los inventarios forestales existentes por año, en el sitio de estudio (2010, 2014, 2017, 2018, 2020 y 2021). El carbono en biomasa viva y en raíces se obtuvo mediante ecuaciones alométricas publicadas (Návar, 2009, Ayala, 1998, y Vargas-Larreta *et al.*, 2017, para biomasa viva, y Cairns *et al.*, 1997 y Mokany, 2006, para raíces). El carbono en hojarasca, fermento, y suelo, se obtuvo mediante el método de Walkley-Black (1934) con uso de la NOM-021-RECNAT-2000 y un espectrofotómetro; y, el carbono, en material leñoso caído, se calculó con las cargas de combustible y las ecuaciones de Van Wagner (1982) y se convirtió a carbono con el factor de conversión 0.45. Los datos de almacenamiento y tasa de captura de carbono de los cuatro sitios de muestreo se analizaron estadísticamente con diseños longitudinales.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el análisis de los componentes se encuentran en el cuadro 2. Se observó un incremento gradual en el contenido de carbono de cada uno de los componentes en lo que respecta a los años de 2010 a 2018. El carbono en material leñoso caído presentó una disminución del 52 % entre los años 2010 y 2014; sin embargo, se incrementó más del doble, comparado con el valor inicial para el año 2018. El carbono en fermento presentó una ligera disminución del 8.2 % entre los años 2017 y 2018. Por otro lado, entre los años 2018 y 2020 ocurrió una disminución del 21.8 % en cuanto al contenido de carbono total (figura 1), presentando su mayor disminución en el componente fermento (-62 %) y la menor disminución en el componente suelo (-7 %), dicha disminución se atribuye a la presencia de un incendio forestal ocurrido en abril de 2019. Cabe mencionar que mientras el carbono almacenado en los componentes de biomasa aérea, raíces, fermento, material leñoso caído y suelo, continuó su disminución en el

año 2021, y el componente de hojarasca presentó un incremento del 18 % comparado con la cantidad obtenida en el año 2020. La explicación a la disminución del contenido de carbono de los componentes se encuentra en que los incendios forestales modifican la estructura, composición y servicios ecosistémicos de la vegetación presente y una degradación de suelo (Anchaluisa y Suárez, 2013). Además, el nivel de degradación va a depender de la topografía del lugar, intensidad del proceso de erosión, tasa de regeneración de la cubierta vegetal post-incendio, intensidad y duración del fuego Caon *et al.* (2014).

Cuadro 2.

Contenido de carbono almacenado (Mg C ha^{-1}) en los diferentes componentes evaluados a través de los años. Entre paréntesis se encuentran sus respectivas desviaciones estándar.

C en Componentes	Mg C ha^{-1} año ⁻¹					
	2010	2014	2017	2018	2020	2021
C Biomasa aérea	35.61 (6.05)	52.92 (11.92)	80.07 (21.39)	81.65 (22.94)	50.99 (21.69)	43.97 (20.79)
C Raíces	11.76 (1.94)	16.98 (3.68)	25.72 (6.75)	26.06 (7.24)	16.40 (6.84)	14.29 (6.54)
C Hojarasca	3.69 (0.45)	3.97 (0.48)	4.44 (0.54)	5.20 (0.74)	4.22 (0.81)	4.98 (0.82)
C Fermento	2.76 (0.74)	4.45 (1.19)	5.19 (1.33)	4.76 (1.20)	1.79 (1.50)	1.01 (1.73)
C MLC	0.71 (0.29)	0.37 (0.27)	1.86 (1.20)	3.97 (2.54)	2.38 (2.40)	1.69 (2.23)
C Suelo 0-15 cm	76.88 (5.88)	95.75 (13.10)	125.37 (22.96)	131.47 (25.15)	122.07 (23.62)	113.76 (22.8)
C Total	131.41 (1.56)	174.44 (25.72)	242.65 (48.15)	253.11 (52.58)	197.85 (47.57)	178.90 (44.7)

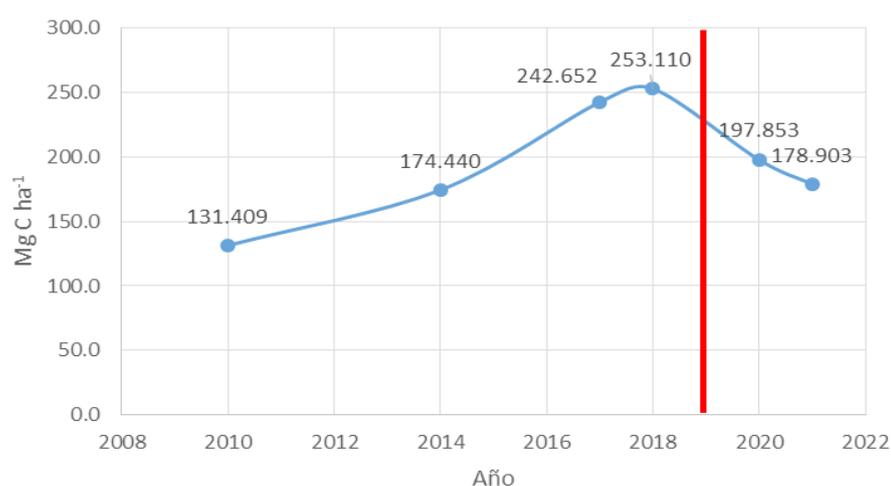
MLC: Material leñoso caído.

En cuanto a las cantidades de carbono encontradas en los componentes, Aryal *et al.* (2018) registraron $46.71 \text{ Mg C ha}^{-1}$ en biomasa aérea, mientras que Velázquez (2015) registró $92.37 \text{ Mg C ha}^{-1}$. En componente de raíces, Ruíz (2017) presentó valores de 10.97 , 15.05 y $22.28 \text{ t C ha}^{-1}$, en los años 2010, 2014 y 2017 respectivamente. López (2022) registró valores entre 3.6 y 4.8 t C ha^{-1} del componente de hojarasca, datos de 0.48 a 1.04 t C ha^{-1} del componente de material leñoso caído y cantidades de 61.92

y 48.10 t C ha⁻¹ en promedio de suelos a tres diferentes profundidades. Para el componente de fermento, Flores-Garnica *et al.* (2018) presentaron valores de 5.88 y 1.39 Mg C ha⁻¹ y Acosta *et al.* (2008) obtuvieron un contenido de carbono total de 448.22 t C ha⁻¹.

Figura 1.

Comportamiento del carbono total promedio almacenado en los diferentes componentes de un bosque pino (*Pinus oocarpa* Schiede) (Mg C ha⁻¹). La línea roja representa el año del incendio (2019).



Conclusión

El comportamiento del carbono almacenado en un bosque de pino fue notoriamente afectado por una perturbación entre los años 2018 y 2020 (incendio forestal), que continuó afectando hasta el año 2021. Además de eso, el carbono almacenado dependió de la edad de los árboles y de las condiciones atmosféricas; la topografía y los procesos metabólicos también influyeron en el comportamiento que se presentó en los sitios de muestreo, y en el carbono total de los componentes evaluados.

Referencias

- Acosta, M. M., Carrillo, A. F. y Díaz, L. M. (2008). Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *Terra Latinoamericana*, (27), 105-114.
- Aryal, D. R., Gómez C., H. C., García N., J. Ruíz, O. de J., Molina P., L. F., Jiménez T., J. A., Venegas-Venegas, J. A., Pinto R., R., Ley de Coss, A. y Guevara-Hernández, F. (2018). Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 150-180.

- Ayala, R. A. (2001). *Ecuaciones para estimar biomasa de pinos y encinos en la meseta central de Chiapas* [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales., 70 p.
- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H. y Baumgardner, G. A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1), 1-11.
- Caon, L. Vallejo, V. R., Ritsema, C. J. y Geissen, V. (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Review*, (139), 47-58.
- Cárdenas, G. J., Li N., J. J. y Serrano, C. (2021). México. Emisiones de gases de efecto invernadero y acciones de mitigación y adaptación. *BBVA Research*, 20 p.
- Comisión Nacional Forestal. (2010). *Cambio Climático y REDD. Análisis sobre su aplicación en el Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales*. Guadalajara, Jalisco.
- Flores-Garnica, J., Wong-González, J. C. y Paz-Pellat, F. (2018). Camas de combustibles forestales y carbono en México. *Madera y bosques*, (24), e2401893.
- Inventario Nacional Forestal y de Suelos. (2010). *Manual y procedimientos para el muestreo de campo*. Comisión Nacional Forestal.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC. <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversitysp.pdf>
- López C., S. C. (2022). *Tesis. Almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales de coníferas-latifoliadas post-quema prescrita en la región Frailesca, Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas, 54 p.
- Mokany, K., Raison, J. R. y Prokushkin S. A. (2006). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, (12), 84-96.
- Návar, J. (2009). Allometric equations and expansion factors for tropical dry forest trees of Eastern Sinaloa, Mexico. *Trop Subtrop Agroecosyst*, (10), 45-52.
- Ruíz, C. R. (2017). *Tesis. Almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales de Pino (Pinus oocarpa Schiede) en el municipio de Villaflores, Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas, 76 p.
- Seymour, F. y Busch, J. (2016). *Why forests? Why now? The science, economics, and politics of tropical forests and climate change*. Center for Global Development.
- Vargas-Larreta, B., López-Sánchez, C. A., Corral-Rivas, J. J., López-Martínez, J. O., Aguirre-Calderón, C. G. y Álvarez-González, J. G. (2017). Allometrics equations for estimating biomass and carbon stocks in the temperate forests of North-Western Mexico. *Forests*, 8(8), 2-20.
- Velázquez S., C. A. (2015). *Efecto de las actividades agropecuarias y forestales en el almacenamiento de carbono en ecosistemas de Villaflores, Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas, 75 p.

Características del sistema bovino de doble propósito de dos comunidades de Champotón, Campeche

Medina Keb, Azucena Guadalupe¹;
Cauich-Cauich, Issac Ismael²;
Pantí González, Daniel Alberto¹;
Victoria-Chan, Eloy³;
Pérez-Sánchez, Edwin⁴
y Fraire-Cordero, Silvia^{5*}

¹ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Hopelchén, carretera Federal Campeche-Hopelchén, km 83, C.P. 24600, Hopelchén, Campeche, México.

² Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico. Colegio de Postgraduados, campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

³ PRONATURA, Yucatán

⁴ Proyecto BioPaSOS-CATIE, Campeche

⁵ CONACYT-Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, C.P. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

*Autor de correspondencia:
frairec@colpos.mx

Resumen

La ganadería bovina de doble propósito es importante en el estado de Campeche, pero se desconocen las condiciones tecnológicas y socioeconómicas bajo las cuales se produce leche y carne. El objetivo de este trabajo es describir las características del sistema bovino de doble propósito de las comunidades de Yohaltún y Felipe Carrillo Puerto, en Champotón, Campeche. Se aplicaron 25 entrevistas a productores y se tomaron en cuenta las características de tipo social, tecnológico y comercial del sistema de producción. El análisis de los datos fue descriptivo. Los sistemas productivos de bovinos de doble propósito presentes en las comunidades de Champotón, Campeche están limitados en su desarrollo por múltiples factores, principalmente la disponibilidad de mano de obra e infraestructura, de manejo general del sistema y comercialización. Sin embargo, la producción de leche y carne representa una fuente importante de ingresos, permitiendo un equilibrio dentro del sistema productivo de los productores de estas comunidades.

Palabras clave

Sistema productivo, producción de leche, trópico húmedo, ganadería.

Introducción

La ganadería bovina de doble propósito es una de las actividades socioeconómicas más importantes en las áreas tropicales de México; tiene como objetivo producir leche y carne para la venta, esta última a partir de becerros destetados y vacas de desecho

(Granados-Lorenzo *et al.*, 2018). La venta de leche genera fondos para la operación diaria y el becerro representa la utilidad monetaria del sistema para que el productor resuelva necesidades de la economía familiar o capitalice la unidad de producción (Suárez *et al.*, 2012). En el estado de Campeche, para el año 2021, se reportaron 674 094 cabezas de ganado bovino para la producción de leche y carne (SIAP, 2022a), reconociéndose al municipio de Champotón como uno de los de mayor aporte, con 6 485 litros de leche y 1 968 toneladas de carne, según datos preliminares de julio 2022 (SIAP, 2022b). Sin embargo, se desconocen las condiciones tecnológicas y socioeconómicas bajo las cuales se produce leche y carne bovina. Siendo que aun, cuando los productores pertenecen a un mismo estado o región, estos no desarrollen su actividad en igualdad de condiciones sociales, económicas y tecnológicas (Vilaboa *et al.*, 2009).

Po lo anterior, resulta necesario describir y conocer las características de las unidades de producción del sistema bovino de doble propósito de las comunidades de Yohaltún y Felipe Carrillo Puerto, del municipio de Champotón, en Campeche, usando variables sociales, tecnológicas y comerciales, con la finalidad de que sea utilizada por los propios productores en la mejora de sus unidades de producción y por actores clave de diferentes instituciones (gubernamentales, educativas, etc.) que permitan incrementar el uso de innovaciones tecnológicas que incidan en una mayor eficiencia y productividad.

Materiales y métodos

La investigación se efectuó en el mes de mayo de 2022, en las comunidades de Yohaltún y Felipe Carrillo Puerto, del municipio de Champotón, Campeche, México, ubicadas geográficamente entre los 19° 00' 42" y 19° 05' 35" LN 90° 18' 53" y 90° 31' 21" LO respectivamente, a una altura promedio de 55 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004) y precipitaciones anuales totales de 1000 a 1500 mm.

El estudio consistió en la realización de 25 entrevistas a productores ganaderos de bovinos de doble propósito e identificados como cooperantes en las actividades del proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS), del estado

de Campeche, implementado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Se consideró a cada unidad de producción pecuaria una unidad representada por cada productor ganadero. Se tomaron en cuenta características de los sistemas de producción en aspectos sociales, tecnológicos y comercialización. Los datos obtenidos se registraron en una hoja de cálculo de Excel, y para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva por medio de frecuencias con el programa SAS® (2002).

Resultados y discusión

Los productores cuentan con una edad promedio de 50 años, escolaridad a nivel secundaria, el 44 %, y primaria el 28 %. La experiencia en el ramo pecuario es menor a 20 años (en el 48 %), seguido por aquellos con experiencia mayor a 30 años (el 28 %). Siendo una población relativamente joven susceptible para adoptar nuevos cambios. La tenencia de la tierra es 72 % ejidal.

Las razas de bovinos predominantes en este tipo de sistema son suizo-europeo y americano (37 %), por su especialización en la producción de leche, seguido por Brahman (24 %), Beefmaster (16 %) y sus cruzas (10 %). Además de encontrarse otras en menor proporción como Charolais, Simmental y Brangus rojo (12 %). Las principales características de la elección de estas razas son por su adaptación climática y la productividad de leche o carne, esta última generalmente utilizada en machos de línea paterna (ej.: Beefmaster y Charolais). El 77 % de los bovinos se encuentran en pastoreo todo el tiempo y la alimentación está basada en pastos nativos, mejorados y de corte en el 51% y complementada con silo (12 %), granos de maíz (10 %) y sales minerales (18 %); siendo que el 37 % de los productores utiliza el silo como una estrategia alimenticia en la época de estiaje y ocasionalmente bloques multinutricionales (1 %). Al respecto, Shamsuddin *et al.* (2006) mencionan que el costo por alimentación puede disminuir 10 % cuando aumenta la superficie de pastoreo y se alimenta con pastos, haciendo el sistema más rentable.

El plan de mejora genético está basado en cruzamientos por fenología (32 %), sin contar con registros productivos de ningún aspecto, por lo que el productor toma decisiones del manejo del sistema sin criterios

claros que pudieran orientarle a mejorar su sistema productivo. El tipo de empadre en el hato es en menor medida por medio de inseminación artificial (IA, 4 %) y el 96 % emplea monta natural (con relaciones de 1♂·23♀); no existe separación de los sementales de las hembras, por lo que no se cuenta con un manejo reproductivo adecuado, y solo el 6% de ellos utiliza alguna biotecnología reproductiva (IA, sincronización de estros o efecto macho). No se realiza diagnóstico de gestación y aluden como limitantes los costos del especialista para la detección (56 %) y no contar con tiempo para la misma (44 %); sin embargo, el 44 % de ellos considera que el 70 % del total de sus hembras paren cada año. Aspectos como los anteriores son de importancia puesto que muestran que no existen programas para mejorar la eficiencia reproductiva, ya que la detección temprana de infertilidades o no gestaciones podrían potencializar que el productor pudiera implementar diferentes estrategias de manejo, así, incrementar el número de partos, la producción de leche y carne en el sistema; no obstante, la falta de registros y aspectos de manejo hacen que la eficiencia del sistema sea cuestionable.

El producto principal es la leche cruda. El 4 % de los productores cuenta con una sala de ordeño rústica y con ordeñadora mecánica, y el resto realiza la ordeña de forma manual y a campo abierto en corral de encierro, realizando una única ordeña al día apoyada con la presencia de becerro al pie. No se cuenta con buenas prácticas de ordeño en el 90 % de los hatos, por lo que la calidad de la leche es incierta, puesto que no se realiza ninguna prueba de diagnóstico. Venden el 100 % del producto (leche) a queserías de las áreas aledañas a las comunidades, debido a la falta de centros de acopio y apoyo en el mejoramiento de la producción y calidad de la leche. El precio promedio de venta es de \$7.16/l, con volúmenes diarios de 150-300 l. Respecto a la producción de becerros, el volumen de venta al año es de 20, a un precio de \$49/kg con peso promedio de 214 kg. En general consideran que el problema para comercializar sus productos es el bajo precio (96 %) y la falta de un mercado estable (4 %). El 88 % de ellos no se encuentra organizado, por lo que es difícil acceder a nichos de mercado que pudieran ofertarles mayores precios, por lo que hay que incentivar la cultura organizacional.

Otras limitantes mencionadas, que consideran que afectan la producción, es la presencia de instalaciones inadecuadas, la falta de registros

productivos y la comercialización del producto (56 %), la mano de obra (52 %), la asesoría técnica (44 %), el manejo del hato (20 %), y aspectos relacionados al ambiente como: inestabilidad de las lluvias, sequías prolongadas (52 %) e incremento de temperaturas (48 %); siendo todos estos factores importantes que pueden amenazar la continuidad de la ganadería y de las unidades de producción en esta zona de Campeche y del país (Gibon, 2005 y Shamsuddin *et al.*, 2006); no obstante, también indican que el 67 % de sus ingresos familiares es cubierto a través de esta actividad de la cual no han pensado en cambiar. Por tanto, el sistema productivo de bovinos tiene doble propósito, a pesar de sus limitantes, y sigue siendo una base para la economía familiar.

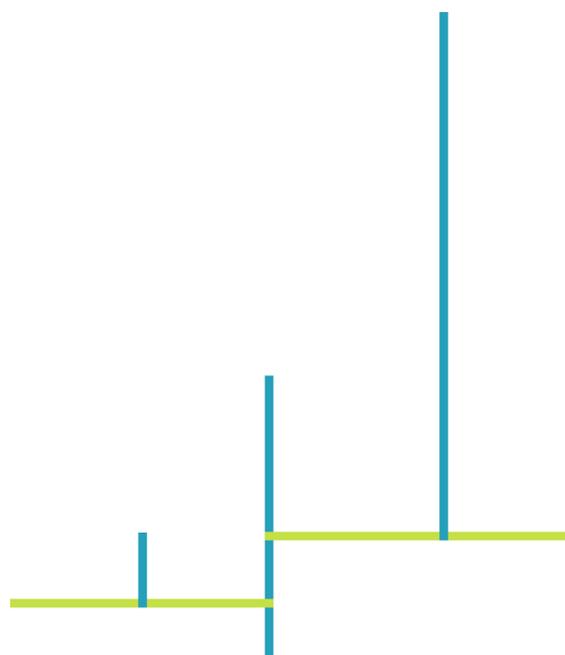
Conclusión

Los sistemas productivos de bovinos de doble propósito presentes en las comunidades de Champotón, Campeche están limitados en su desarrollo por múltiples factores, principalmente la disponibilidad de mano de obra e infraestructura, de manejo general del sistema y comercialización. La producción de leche y carne representa una fuente importante de ingresos permitiendo un equilibrio dentro del sistema productivo de los productores de estas comunidades.

Referencias

- García E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana)* (5a. ed.). Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de Chiapas, 90 p.
- Granados-Rivera L. D., Quiroz-Valiente J., Maldonado-Jáquez J. A., Granados-Zurita L., Díaz-Rivera P. y Oliva-Hernández, J. (2018). Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta Universitaria*, 28(6), 47-57.
- Gibon A. (2005). Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livestock Production Science*, 96, 11-31.
- Osorio, M. M y Segura, J. C. (2005). Factores que surgen de la curvatura de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Técnica pecuaria en México*, 43(1), 127-137.

- SAS Institute (Business Analytics software). (2002). SAS/STAT ® 9.9 user's guide. SAS Institute Cary, North Carolina.
- Shamsuddin M., Goodger W.J., Hossein M., Azizunnesa S., Bennett T. y Nordlund, K. A. (2006). Survey to identify economic opportunities for smallholder dairy farms in Bangladesh. *Tropical Animal Health and Production*, (38), 131-140.
- SIAP. (2022a). Bovinos leche y carne 2012-2021. *Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Población ganadera*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/744951/Inventario_2021_bovinos_carne_y_leche.pdf
- SIAP. (2022b). *Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Avance de la producción pecuaria*. https://nube.siap.gob.mx/avance_pecuario/
- Suárez H., Aranda G. y Palma, J. M. (2012). Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema bovino de doble propósito. *Avances en investigación agropecuaria*, 16(3), 83-91.
- Vilaboa, A. J., Díaz, R. P., Ruiz, O. R., Platas, D. E., González, R. S. y Juárez, F. (2009). Socioeconomical and technological characterization of agroecosystems with dualpurpose cattle in the Papaloapan region, Veracruz, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (10), 53-62.



Beneficios de los sistemas silvopastoriles del valle de Yohaltún, Champotón, Campeche

Cauich-Cauich, Issac Ismael¹;
Fraire-Cordero, Silvia^{2*};
Santillán-Fernández, Alberto²;
Rosales-Martínez, Verónica²;
Flota-Bañuelos, Carolina²
y Solorio-Sánchez, Francisco Javier³

¹ Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico. Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, México

² CONACYT-Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, C.P. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche, México.

³ Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán.

*Autor de correspondencia:
frairec@colpos.mx.

Resumen

Los sistemas silvopastoriles cumplen un rol importante en la productividad de las fincas ganaderas ya que proveen múltiples beneficios. El objetivo fue conocer los beneficios que proveen los sistemas silvopastoriles a los productores del Valle de Yohaltún, Champotón, Campeche, como medio para incentivar, difundir su implementación y migrar hacia una ganadería sustentable en el estado. Se aplicaron 25 entrevistas a productores ganaderos con sistemas silvopastoriles dispersados por la región del Valle de Yohaltún y se tomaron en cuenta características en aspectos sociales y del sistema de producción silvopastoril. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva. Se encontró que los sistemas silvopastoriles del Valle de Yohaltún ofrecen múltiples beneficios, al mejorar aspectos ambientales, de bienestar animal, de productividad y económicos, por lo que representan una opción viable en la transición hacia una ganadería sustentable en el estado de Campeche, por lo que es necesario incentivarlos y difundirlos.

Palabras clave

Agroforestería, agrosilvopastoril, ganadería sustentable, ganadería.

Introducción

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son sistemas que integran el manejo de árboles, pasto y animales en la producción ganadera, conocido como una opción de producción pecuaria en suelos poco favorables para el establecimiento de cultivos agrícolas

(Chávez-Espinoza *et al.*, 2022). Entre sus principales beneficios están la reducción de los procesos de degradación del suelo, mitigar el efecto del cambio climático y mejorar la productividad del sistema de producción (Moreno *et al.*, 2021). Por estos y otros beneficios, los SSP pueden ser una opción para mejorar los sistemas de producción ganadera que se practican en la actualidad en el estado de Campeche, ya que estos enfrentan serios problemas de sustentabilidad atribuidos a factores poblacionales, cambios en el uso del suelo y la prevalencia de sistemas extensivos, basados en monocultivos de pasturas con baja productividad (Alayón-Gamboa *et al.*, 2016). Por lo anterior, es necesario conocer los beneficios que proveen los sistemas silvopastoriles a los productores del Valle de Yohaltún, Champotón, Campeche, como medio para incentivar, difundir su implementación y migrar hacia una ganadería sustentable en el estado.

Materiales y métodos

La investigación se efectuó en el mes de mayo de 2022, en el municipio de Champotón, Campeche, México, en la región conocida como el Valle de Yohaltún ubicada geográficamente entre los 19° 00' 42" y 19° 05' 35" LN y 90° 18' 53" y 90° 31' 21" LO, a una altura promedio de 55 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004) y precipitación anual total de 1000 a 1500 mm. Se realizaron recorridos de campo por diversos predios ganaderos de las comunidades de Yohaltún y Felipe Carrillo Puerto pertenecientes al Valle de Yohaltún.

El estudio consistió en la aplicación de 25 entrevistas a productores ganaderos con sistemas silvopastoriles dispersados por la región del valle e identificados como cooperantes en las actividades del proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) del estado de Campeche, implementado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Se consideró a cada unidad de producción pecuaria una unidad experimental representada por cada productor ganadero. Se tomaron en cuenta características de los sistemas de producción en aspectos sociales (edad, escolaridad y experiencia) y del sistema de producción silvopastoril (superficie, tiempo de implementación, arreglo del sistema, aumento de la superficie, beneficios, oportunidad brindada,

productos extras, entre otros). La información obtenida se registró en hojas de cálculo de Excel, y para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva con el programa SAS/STAT (2002).

Resultados y discusión

La edad promedio de los productores entrevistados es de 50 años, el 72 % cuenta con escolaridad básica, el 20 % con media superior y el 8 % sin escolaridad. La experiencia promedio en la actividad agropecuaria es de 30 años, observando un interés de las nuevas generaciones por practicar esta actividad y conservar los recursos genéticos propios de la región.

La cadena productiva es de bovinos para producción de becerro al destete, con 80 cabezas en promedio en el hato, con incidencia de razas suizo-europeo y americano (37 %), Brahman (25 %), Beefmaster (16 %) y otras (22 %). Respecto al SSP, los predios cuentan con una superficie promedio de 3.6 ha, con un tiempo de establecimiento de ocho años, en los cuales predominan en el 100 % árboles dispersos en el potrero, en combinación con un diseño de cercas vivas en 76 %, y 16 % con bancos de proteína, siendo estos últimos de gran interés en su implementación, debido a que constituyen una opción para el mejoramiento de los sistemas ganaderos por la calidad y cantidad de proteína (hasta un 24 %) para el caso de *Leucaena leucocephala*, además del aporte de forraje comestible que permite obtener producciones aceptables de carne y leche (Bacab-Pérez y Solorio-Sánchez, 2011). Al respecto, se encontró que productores que no cuentan con bancos de proteína, para cumplir la demanda alimenticia del ganado suplementan con ensilado de maíz (68 %), grano de maíz (56 %) y alimento comercial (32 %), aumentando así los costos de producción, por lo que los sistemas silvopastoriles con arreglo en banco de proteína contribuyen a la reducción del uso de alimento suplementario y, por lo tanto, en la disminución de los costos de producción.

El 100 % de los productores ganaderos dijo obtener beneficios de los SSP en un tiempo de 17 meses, aproximadamente, de ellos, el 56 % mencionó como principal la disponibilidad de alimento en época de estiaje, 52 % como aumentó en la cantidad y calidad del alimento obtenido, 49 % aumento de la productividad de carne y el 48 % señaló algún beneficio ambiental, ya que estos mitigan el efecto del cambio climático a través

de varios mecanismos como el incremento de los depósitos de carbono en el suelo y la vegetación, menor emisión de metano gracias a la mayor eficiencia en el rumen del ganado, mejores parámetros reproductivos del hato, menores pérdidas de nitrógeno hacia la atmósfera por rápido y eficiente reciclaje de excretas y nutrientes (Murgueitio *et al.*, 2013). Algunos otros beneficios mencionados fueron que aumentan el bienestar animal (28 %) con relación a la disponibilidad de sombra y agua, mejoran la fertilidad del suelo (40 %), obtienen recursos maderables (12 %) y productos extras como postes (80 %) y leña (50 %). Aunado a lo anterior, el 92 % de los productores están interesados en aumentar la superficie de SSP para que su producción sea más rentable y sostenible. No obstante, el 8 % indicó no tener interés ya que consideran que la superficie destinada es adecuada al número de animales en su hato.

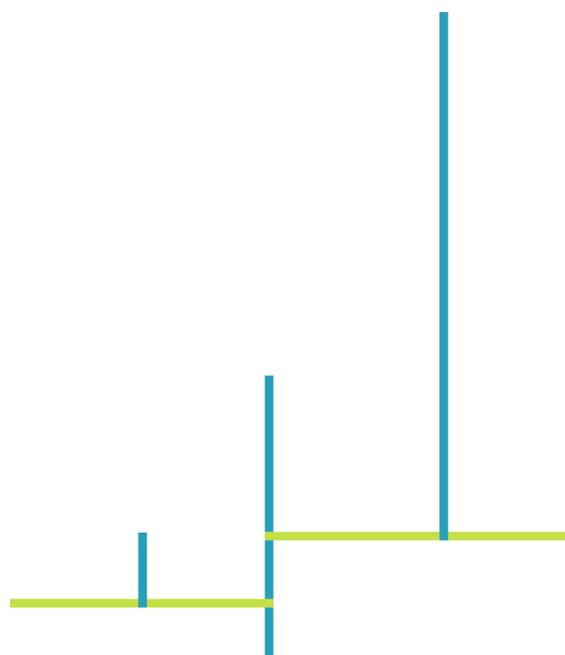
El 80 % mencionó que los SSP les brindan la oportunidad de aumentar su hato ganadero por la disponibilidad y calidad de forraje, ya que como señala González (2013), los SSP tienen una capacidad de carga animal de hasta 2.6 veces más que los sistemas convencionales, teniendo una rentabilidad económica superior a la línea base. Para obtener éxito en los SSP, el 96 % considera que es mejor trabajar con especies vegetales adaptadas a la región, ya que se asegura su desarrollo al introducir especies mejoradas en donde la mortalidad suele ser alta. Para lograr el bienestar familiar a través de los SSP, los productores consideran que el aspecto más importante es el económico, seguido del nutricional, la salud y, por último, el educativo; por lo tanto, todos estiman que al contar con SSP se mejora la economía familiar pues representa un ahorro el hecho de no comprar alimento para el ganado, ya que cuentan con alimento disponible para el autoabasto familiar y mejoran las características del sistema productivo al comercializar a los animales en tiempos más cortos y con mejores ganancias de peso diario (0.95 kg d^{-1}).

Conclusión

Los sistemas silvopastoriles del Valle de Yohaltún ofrecen múltiples beneficios, al mejorar aspectos ambientales, de bienestar animal, de productividad y económicos, por lo que representan una opción viable en la transición hacia una ganadería sustentable en el estado de Campeche.

Referencias

- Alayón-Gamboa, J. A., Jiménez-Ferrer, G., Toral, J. y Villanueva-López, G. (2016). Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agroproductividad*, (9), 10-15.
- Bacab-Pérez, H. M. y Solorio-Sánchez, F. J. (2011). Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 271-278.
- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H. y Montañez-Valdez, O. D. (2022). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), e2246.
- García E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana)* (5a. ed.). Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México. México, 90 p.
- González, J. M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 35-50.
- Moreno, L., Díaz, M. F. y Burkart, S. (2021). Políticas públicas y sistemas silvopastoriles en Latinoamérica: Un estudio comparado. *Políticas en Síntesis*, (58), Centro Internacional de Agricultura Tropical, 8 p.
- Murgueitio R. E., Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C. y Rivera, J. E. (2013). Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, (26), 313-316.
- SAS Institute (Business Analytics software). (2002). SAS/STAT ® 9.9 user's guide. SAS Institute Cary, North Carolina.



Influencia del lixiviado de residuos de plátano en el crecimiento de la planta

**Soberanes-García, Neftalí¹;
Manzano-Fajardo, Thelma¹
y Gómez-Cornelio, Sergio^{1*}**

¹ Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica del Centro, carretera Villahermosa-Teapa, km 22.5. Tumbulushal, C.P. 86290, Centro, Tabasco.

*Autor de correspondencia:
sagomezcornelio@gmail.com

Resumen

El uso desmedido de fertilizantes ha desencadenado una problemática de contaminación en el suelo, incidiendo en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, donde trascienden sus efectos en la inocuidad de los cultivos y seguridad alimentaria. Si bien, los fertilizantes mejoran el rendimiento de los cultivos, brindando los nutrimentos necesarios, es imprescindible optar por prácticas sustentables, por ejemplo, la reutilización de residuos agrícolas.

En este trabajo se evalúa, a través de bioensayos de germinación de tomate, el potencial fertilizante del lixiviado de raquis de plátano, para conocer su efecto ecotoxicológico mediante ensayos de citotoxicidad en *A. salina*. Los resultados obtenidos dan indicios de utilizar el lixiviado de raquis de plátano como potencial fertilizante de cultivos agrícolas, ya que sus efectos en la planta o en el ambiente no son tóxicos. Esto da un panorama para seguir evaluando y caracterizando el lixiviado para implementarlo como fertilizante.

Palabra clave

Biofertilizante, bioensayos, fitotoxicidad.

Introducción

La agricultura hoy día demanda el uso de los fertilizantes que aportan elementos esenciales a los cultivos durante su desarrollo, mejorando así el rendimiento de los cultivos agrícolas (García y Navarro, 2014). Estos se distinguen principalmente en dos tipos: inorgánicos

y orgánicos; siendo los inorgánicos los principales causantes de la contaminación en suelos (Khan *et al.*, 2018).

La creciente demanda de cultivos agroalimentarios permite que prevalezcan prácticas inmoderadas en la agricultura sobre el uso de agroquímicos, originando la contaminación del suelo, afectando así sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Esto no solo interfiere en el deterioro del suelo (Srivastav, 2020) como la acumulación de metales como Hg, Cd, Pb, Cu, Cr y As, sino que amenaza a la seguridad e inocuidad de los cultivos, desencadenando un problema para la salud humana y animal (Savci, 2012).

De acuerdo con lo descrito por Ortiz (2010), los biofertilizantes líquidos destacan por su capacidad de ser una fuente prometedora de nutrimentos que promueven el crecimiento vegetal. Por su parte, los fertilizantes orgánicos se caracterizan por la reutilización de diferentes desechos agrícolas o de la ganadería los cuales podrían proporcionar los nutrimentos esenciales a los cultivos agrícolas (Rashmi *et al.*, 2020).

El objetivo principal de este trabajo es la obtención de un biofertilizante a partir de residuos orgánicos de plátano, aprovechando los residuos que genera la producción de este cultivo en el estado de Tabasco, considerado como uno de los más representativos, además de poseer altos contenidos de nutrimentos (Blanco *et al.*, 2013). Con la propuesta de utilizar estos residuos como un biofertilizante se pretenden implementar alternativas más rentables al uso de fertilizantes convencionales, y que, a su vez, se fomenten prácticas agrícolas sustentables; por tanto, sería una opción para minimizar el impacto negativo que se han ocasionado.

Materiales y métodos

Se recolectaron los pseudo tallos de las plantas de plátano de fincas en el municipio de Teapa, Tabasco, y se dividieron en fragmentos de aproximadamente 10 cm, depositándolos en contenedores cerrados. El lixiviado se obtuvo de la descomposición de la materia, para lo cual se colocaron 5 kg en contenedores que se mantuvieron cerrados para prevenir la pérdida de lixiviado. Semanalmente se realizó la circulación de los residuos líquidos producidos por el raquis, para que la humedad se distribuyera homogéneamente. Se colectó el lixiviado a los 10, 20 y 30 días para ensayos posteriores.

Bioensayo de germinación de semillas

Se realizó esta prueba para determinar la presencia y el porcentaje de fitotoxicidad de lixiviado en la etapa de germinación. Además de compararlo con un fertilizante comercial (Gro-Green), se prepararon placas con los lixiviados obtenidos de los diferentes días de obtención, y como control se empleó agua. El ensayo se realizó con semillas de tomate, las cuales se sembraron en cajas Petri con el lixiviado en concentraciones del 100 %, 75 %, 50 % y 25 % y un testigo con agua.

En las cajas Petri se colocó una superficie de algodón y se adicionaron aproximadamente 3 ml, hasta que el algodón retuviera humedad, después se colocaron 10 semillas de tomate; los ensayos se realizaron por triplicado. Después de la preparación en las cajas Petri, estas se mantuvieron en un fotoperiodo de 12/12. Transcurrido el tiempo estimado de germinación (10 días), se calculó el porcentaje de germinación relativa (PGR), crecimiento de la radícula (CRR) e índice de germinación (IG) con las siguientes fórmulas:

$$PGR = \frac{\text{Número de semillas germinadas en el extracto}}{\text{Número de semillas germinadas}} \times 100$$

$$CRR = \frac{\text{Elongación de radícula en el extracto}}{\text{longación de radícula}} \times 100$$

$$IG = \frac{(PGR)(CRR)}{100}$$

Bioensayo de toxicidad en *Artemia salina*

Los ensayos de toxicidad empleando *A. salina* permite el análisis preliminar de sustancias con actividad biológica. El ensayo de letalidad se basa en la posibilidad que tiene el residuo de plátano para causar la muerte de las larvas; posteriormente, se realiza la determinación del valor de la concentración letal media (DL_{50}) de los compuestos en medio salino. La peculiaridad que poseen estos organismos, que son modelos para evaluar la toxicidad, es la sensibilidad que presentan ante los compuestos químicos y las alteraciones que estos pueden causar. Obtenido el sobrenadante libre de células, se prepararon los extractos en concentraciones del 10 % al 100 %, con un factor de dilución del 10 con una salinidad del 35 %.

Pruebas de DL_{50} en placas de pozos

En cada pozo de la placa se agregaron 2 ml de extracto del día 10 y 30 en diluciones del 10 % al 100 %, con un factor de dilución de 10; posteriormente, se agregaron 20 individuos de artemias vivas por pozo (estas pruebas se hicieron por triplicado) con la finalidad de evaluar la toxicidad del lixiviado a las 24 horas. Para calcular el valor de DL_{50} se empleó la siguiente fórmula, de acuerdo con la norma NMX-AA-087-SCFI-2010:

$$DL_{50} = \frac{\text{población inicial} - \text{población final}}{\text{población inicial}}$$

Resultados y discusión

De acuerdo con Blanco *et al.* (2013) los lixiviados obtenidos a partir de raquis de plátano, pseudo tallo de plátano y laminas foliares se caracterizan por contener macro y micronutrientes (como el hierro y el fósforo), sin mencionar que son una fuente rica de aminoácidos libres, es decir, los biofertilizantes a base de estos compuestos son precursores de la reproducción celular, afectando directamente la producción de polen y de flores, aumentando en gran medida la cosecha de los cultivos en los que son empleados.

El índice de germinación se determinó de acuerdo con lo establecido por Huerta *et al.* (2015) quien describe que una germinación menor al 50 % colocaría al compuesto obtenido del lixiviado como fitotóxico; si está entre 50 y 80 % la fitotoxicidad es moderada, y si su valor es superior a 80 % el producto no presenta fitotoxicidad. Para lo cual se evaluaron diferentes concentraciones de lixiviado obtenido en los días 10 y 30 a diferentes concentraciones de 100 %, 75 %, 50 % y 25 %. A partir de los datos obtenidos se visualizó que el lixiviado obtenido en el día 10, a una concentración del 100 %, se presentó un mayor número de semillas germinadas en comparación con los resultados registrados con el lixiviado del día 30, por lo que se deduce que estos valores hacen referencia a la posible presencia de nutrientes crudos contenidos en el lixiviado inmaduro.

Por otro lado, si bien se propone la obtención del lixiviado, se debe ser capaz de determinar la posible toxicidad de este al ser empleado, así como la concentración letal por lo cual se realizaron las pruebas de germinación propuesta por Huerta *et al.* (2015) y los ensayos en *A. salina*, como lo mencionan González *et al.* (2003), al obtener los resultados de ambos ensayos por medio de un análisis ANOVA y el método de DL_{50} , como lo determina la norma NMX-AA-087-SCFI-2010; así, se encontró que el índice de toxicidad del lixiviado es de <1.33 , lo que indica que el lixiviado de residuo de plátano se encuentra bajo la denominación de “ligeramente tóxico”, según Saldaña *et al.* (2015), por lo que al ser aplicado en los cultivos agrícolas, podría tener menos probabilidades de inhibir el crecimiento de las plantas o semillas, daños a la comunidades de diferentes grupos de organismos que se encuentran en el suelo. Por tanto, la bioacumulación de este en los mantos acuíferos no representa una amenaza para el ecosistema, pues la reintegración del lixiviado al entorno ocurre en un plazo corto de tiempo debido a la naturaleza degradativa del producto (Blanco *et al.*, 2013).

Ahora bien, después de demostrar la capacidad de crecimiento de las plantas y la baja toxicidad de los lixiviados, es necesario realizar la determinación de los microorganismos responsables de la fermentación de este producto. Se debe tomar en consideración que si bien, el enfoque principal del proyecto no es determinar u obtener los metabolitos que estos microorganismos puedan expresar, sino el proceso y la rapidez con la que estos puedan hacer biodisponibles los nutrientes contenidos en los residuos orgánicos, por lo cual, al determinar la prevalencia de ciertas cepas en los residuos se optimizaría el medio con base en las demandas de nutrientes que estas tengan, además de optimizar las condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y la exposición a la luz solar para obtener un producto de mejor calidad que induzca un mayor crecimiento de la planta.

Conclusión

Emplear residuos orgánicos para la producción de lixiviado representa una alternativa atractiva para la agricultura, debido a que es posible que los productos obtenidos a partir de estos provean a los cultivos de los nutrientes necesarios para obtener una mayor producción de los cultivos

agrícolas; además de que se disminuirá en gran medida la contaminación y demanda de fertilizantes químicos que se acumulan en la tierra, se filtran en los cuerpos de agua y a largo plazo representan problemáticas para los ecosistemas, pues generan alteraciones en el pH del suelo y el agua, haciéndolos más ácidos, y disminuyendo la viabilidad de las tierras debido a la infertilidad que provoca el uso indiscriminado de estos compuestos.

Con los datos obtenidos, se podría inferir que con metodologías se encontrarían productos amigables al ambiente, obteniendo respuestas a las problemáticas a las que nos enfrentamos en la actualidad, como lo son la obtención de recursos primarios, los cuales son la base principal de todo lo que producimos y consumimos; por lo cual, mejorar dichos procesos de obtención representa una mejora al futuro de una sociedad consciente de lo que produce, consume y al impacto al medioambiente que esto representa.

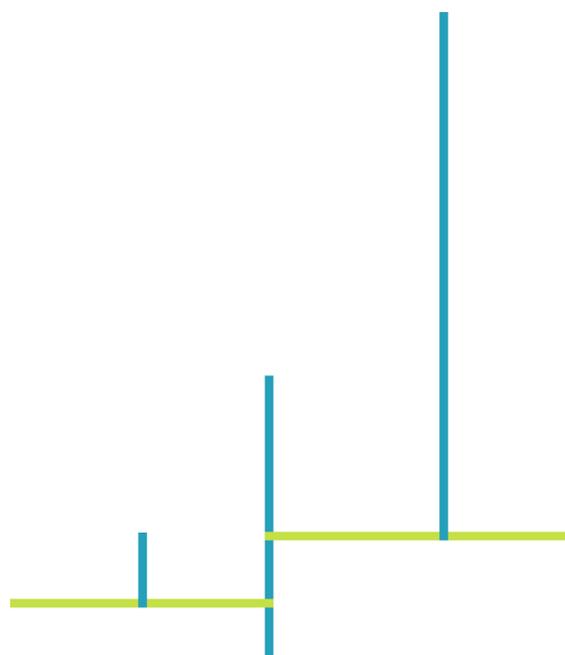
Agradecimientos

A Abdiel Yair Baeza Flores y Gissell Alejandra González Cruz por su apoyo en el laboratorio.

Referencias

- Blanco, G., Linares, B., Hernández, J., Maselli, A., Rincón, A., Ortega, R., ... y Morillo, J. (2013). Caracterización química de lixiviados de pseudotallos y láminas foliares de plátano 'Hartón' en el estado Yaracuy. *Agronomía Tropical*, 63(3-4), 121-134.
- García, G. N. y Navarro García, S. (2014). *Fertilizantes: química y acción*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- González, A. M., Presa, M. F. y Lurá, M. C. (2003). Ensayo de toxicidad a *Artemia salina*: puesta a punto y aplicación a micotoxinas. *Revista Fabicib*, (7), 117-122.
- Huerta Muñoz, E., Cruz Hernández, J., Aguirre Álvarez, L., Caballero Mata, R. y Pérez Hidalgo, L. F. (2015). Organic fertilizer toxicity estimated by a lettuce germination bioassay. *Terra Latinoamericana*, 33(2), 179-185.
- Khan, M. N., Mobin, M., Abbas, Z. K. y Alamri, S. A. (2018). Fertilizers and their contaminants in soils, surface and groundwater. *Encyclopedia of the Anthropocene*, (5), 225-240.
- Ortiz Bastidas, M. F. (2010). *Evaluación de la actividad de los lixiviados de raquis de banano (musa aaa), platano (musa aab) y banano orito (musa aa) sobre el agente causal de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) (Bachelor's thesis)*.

- Rashmi, I., Roy, T., Kartika, K. S., Pal, R., Coumar, V., Kala, S. y Shinoji, K. C. (2020). Organic and inorganic fertilizer contaminants in agriculture: impact on soil and water resources. En *Contaminants in agriculture* (pp. 3-41). Springer, Cham.
- Saldaña, P., Lerdo, T. A., Gómez, M. A. y López, R. (2002). La importancia de incluir análisis de toxicidad en descargas industriales y municipales que afectan a los cuerpos receptores. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, 1-11.
- Savci, S. (2012). An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(1), 73.
- Srivastav, A. L. (2020). Chemical fertilizers and pesticides: Role in ground-water contamination. En *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (pp. 143-159). Butterworth-Heinemann.



Software para medir el índice de mortalidad de las especies de pescado, producidas en la empresa El Pucté del Usumacinta

**Elías-Rivera, Custodio^{1*};
Martínez-Valdés, Martín Gerardo¹;
Escoffie-Moreno, Guadalupe de Jesús¹
y Valenzuela-Aguirrez, Jesús Aurelio¹**

¹ Universidad Tecnológica del Usumacinta, libramiento glorieta Emiliano Zapata-Tenosique, sin número, colonia Las Lomas, Emiliano Zapata, Tabasco, C. P. 86980. Teléfono: 9141026449.

*Autor de correspondencia:
elias300481@hotmail.com

Resumen

El software desarrollado en este trabajo permite capturar y almacenar, en una base de datos, la información referente a la mortalidad diaria de las diferentes especies de peces, producidas en la empresa El Pucté del Usumacinta. Con dicha información, el sistema puede generar consultas de mortalidad por semanas, mes y año. La recolección se realiza por estanque, donde cada uno alberga un tipo de pez. El sistema fue creado bajo la plataforma Visual Studio.Net, utilizando, para el diseño de las interfaces, la plantilla Windows Form, como lenguaje de programación C Sharp y el gestor de base de datos SQL Server.

Palabras clave

Base de datos, captura, consultas.

Introducción

El Pucté del Usumacinta S.A. de C.V. es una empresa privada dedicada a la producción de crías y engorda de mojarra tilapia y mojarra nativas del sureste de México, así como a la venta de alimento balanceado, insumos, materiales, equipos y servicios para la pesca y acuicultura. Cuenta con un predio de 71 hectáreas, localizadas en el km 1 de la carretera Chablé-Boca de San Jerónimo, Villa Chablé, en el municipio de Emiliano Zapata, en Tabasco, y con oficinas en las ciudades de Villahermosa y Emiliano Zapata. En el predio se encuentran 59 estanques, algunos destinados a la reproducción y otros a la engorda. Diariamente se registran, en formatos impresos, la mortalidad, oxigenación y consumo de alimento de cada estanque,

para, posteriormente, ingresarlos en formatos diseñados en Excel. Este mecanismo representa un grave problema para la empresa, debido a que la información que se genera a diario es demasiada y consume tiempo al almacenarla en la hoja de cálculo.

Además, por cada semana, se genera un formato, lo cual origina que el manejo de la información se torne deficiente y exista un problema de integridad en los datos.

La mortalidad y el consumo de alimento por estanque representan parámetros muy importantes para la empresa, porque inciden directamente en los costos de producción, esto originó que la organización optara por implementar un software que permitiera automatizar el proceso de captura de la mortalidad y el consumo de alimento, y que, además, brindara la posibilidad de realizar consultas específicas, principalmente por semana, mes y año.

En la investigación, se tuvo como objetivo el desarrollo de un software para registrar la mortalidad de peces y el consumo de alimento en las diferentes etapas por estanque, al utilizar como lenguaje de programación C#, la plataforma .Net para el desarrollo y el motor de base de datos SQL Server para almacenar y administrar la información.

Metodología

El proceso de desarrollo se basó en 5 etapas:

1. Análisis y especificación de requerimientos. En esta etapa se aplicaron técnicas de recolección de requisitos, como entrevista, prototipo y observación, con el fin de obtener la funcionalidad total del sistema; la más utilizada fue la entrevista, la cual se trató de una “conversación dirigida con un propósito específico que utiliza un formato de preguntas y respuestas” (E. Kendall y E. Kendall, 2005).
2. Diseño de la arquitectura. Se creó la base de datos, así como la arquitectura de clases del sistema.
3. Codificación para la programación de la lógica de negocio. Se utilizó el lenguaje C Sharp bajo el paradigma de la programación orientada a objetos, debido a que “proporciona un mecanismo para construir componentes de software reutilizables que posteriormente pueden ser interconectados entre sí y formar grandes proyectos de software” (Joyanes, 1996).

4. Pruebas que consistieron en verificar que el software realizara toda la funcionalidad especificada en la etapa de análisis y especificación de requerimientos. Las pruebas tienen dos objetivos: “demostrar al desarrollador y al cliente que el software satisface todos sus requerimientos, y descubrir defectos en el software en que el comportamiento de éste es incorrecto, no deseable o no cumple su especificación” (Sommerville, 2015).
5. Implantación con base de datos. Se alojó en un equipo con sistema operativo Windows Server R2, lo que facilita su acceso vía internet; la interfaz de usuario se instaló en un equipo portátil.

Resultados y discusión

Con respecto al análisis, especificaciones y requerimientos, se consideró un sistema para el registro de alimento y mortalidad diaria de los peces, el cual se desarrolló por semana, mes y año, con el diseño de diagramas de actividad, secuencia, componentes y objetos. En cuanto al diseño de la arquitectura, la base de datos fue nombrada *El Pucté*, y contiene una tabla denominada *Registro*; está conformada por los campos: Id de registro, fecha, día, estanque, especie, mortalidad, tipo de alimento, cantidad de alimento, marca, temperatura y oxígeno (Cuadro 1).

Cuadro 1.

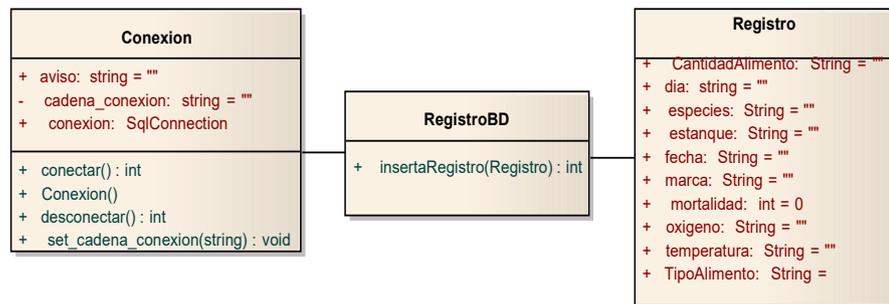
Tabla de registro.

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir val...
▶	IdRegistro	int	<input type="checkbox"/>
	Fecha	date	<input checked="" type="checkbox"/>
	Dia	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Estanque	varchar(5)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Especie	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Mortalidad	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	TipoAlimento	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CantidadAlimento	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	Marca	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Temperatura	float	<input checked="" type="checkbox"/>
	Oxigeno	float	<input checked="" type="checkbox"/>

La clase *Conexión* permite conectarse y desconectarse de la base de datos desde el sistema. La clase *RegistroBD*, mediante su método *Inserta Registro*, permite guardar en la base de datos la información capturada por el usuario. En la clase *Registro* se definen los atributos

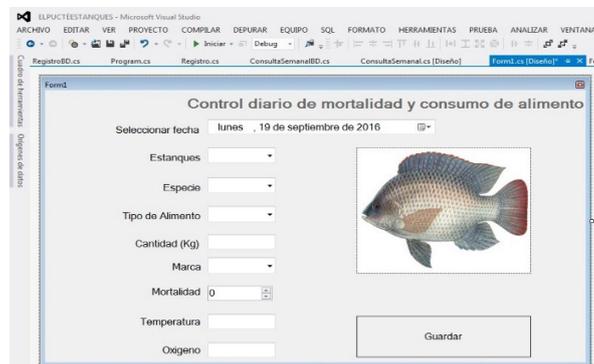
que se guardarán en la base de datos. La clase *Consultar* permite acceder a la base de datos y realizar las consultas ya sea por semana, mes y año, utilizando los métodos *ConsultaMortalidadSemanal*, *ConsultaMortalidadMensual* y *ConsultaMortalidadAnual*. En la codificación la interfaz de usuario se diseñó con la familia de componente Windows Forms de la plataforma Visual Studio .Net 2012 (figura 1).

Figura 1.
Arquitectura del sistema.



En las pruebas, como primer punto, se comprobó que los datos se almacenarán en la base de datos de forma correcta; enseguida, se realizaron consultas por semana, mes y año. Se inició con la captura de toda la información (contenida en formatos impresos) correspondiente a la mortalidad de dos años consecutivos (Figura 2).

Figura 2.
Diseño de la interfaz de usuario.



Los resultados satisfactorios se corroboraron al cotejar los cálculos realizados manualmente con los que arroja el sistema, sobre la mortalidad (por estanque) por día y semana, al desglosar la mortalidad (por estanque) de cada semana y mes (Figura 3).

Figura 3.
Consulta de mortalidad mensual.

The screenshot shows a web interface for consulting monthly mortality. At the top left is a calendar for April 2015. In the center, the date '2015-4-4' is selected. To the right is a 'Semanas' table with columns 'Inicio' and 'Fin'. Below these is a 'Consulta de mortalidad' table with columns: 'Estanque', 'Alimento', 'Semana1', 'Semana2', 'Semana3', 'Semana4', 'Semana5', and 'Total'. A 'Consultar' button is located to the right of the table.

Estanque	Alimento	Semana1	Semana2	Semana3	Semana4	Semana5	Total
R1		0	0	1	1	0	2
R2		0	0	2	0	0	2
R3		1	0	0	0	0	1
R4		0	0	1	0	0	1
R5		0	2	0	0	0	2
E1		0	1	0	0	0	1
E2		0	0	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0	0
E4		0	0	0	0	0	0
E5		0	0	0	0	0	0
ES		0	0	0	0	0	0

conclusión

El software desarrollado traerá beneficios a la empresa El Pucté del Usu-macinta, de Emiliano Zapata, Tabasco, debido a que automatiza el registro de la mortalidad diaria (por estanque) de cada una de las especies que produce. Con esta información almacenada en la base de datos, el sistema puede generar consultas en las cuales se muestra el índice de mortalidad (por estanque) semanal, mensual y anual; lo cual representa una fuente de información muy importante para la empresa; porque, analizando los resultados de las consultas se puede determinar el estanque con mayor índice de mortalidad en una semana, mes y año.

Se propone la implementación de gráficas para representar de otra forma los resultados de las consultas, así como el desarrollo de análisis estadístico para brindar información que ayude a la empresa en la toma de decisiones con respecto a la cría de las diferentes especies.

Referencias

- E. Kendall, K. y E. Kendall, J. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson Educación.
- Joyanes, L. (1996). *Programación orientada a objetos*. McGraw-Hill.
- Microsoft. (2007, noviembre). *Cómo: Crear una aplicación de formularios Windows Forms en C#*. [https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/360kwx3z\(v=vs.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/360kwx3z(v=vs.90).aspx)
- Silberschatz, A., Korth, H. F. y Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. McGraw-Hill-Interamericana de España, S. A. U.
- Sommerville, I. (2015). *Ingeniería del software*. Pearson Educación, S.A.

Sustratos alternativos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero

Basto-Pool, Carolina Isabel^{1*}

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Mocochoá, km 25, antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mocochoá, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia:
carolinabasto93@gmail.com

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de cuatro mezclas de sustratos en el crecimiento y desarrollo de tomate en invernadero. Se evaluó el tomate híbrido “Pony express” en tres tratamientos: T1: suelo agrícola + bagazo de henequén, T2: suelo agrícola + hojas de dzidzilché, T3: suelo agrícola + escorias de carbón vegetal y como testigo: suelo agrícola. Se determinó la altura, diámetro, tasa de crecimiento relativo de la altura y diámetro del tallo, número de frutos y rendimiento de las plantas. El T1 registró la mayor altura (175.5 cm), diámetro del tallo (14.70 mm), TCR_{ALT} y TCR_{DIAM} (2.46 y 1.37 $mm\ cm^{-1}\ día^{-1}$); asimismo, se presentó mayor rendimiento y número de frutos por planta con 20.71 $kg\ planta^{-1}$ y 123.31, respectivamente superior al testigo. El T1 permitió un mejor crecimiento y rendimiento, por lo cual la mezcla de suelo agrícola + bagazo de henequén es una opción viable en la producción de tomate.

Palabras clave

Rendimiento, desarrollo, *Solanum lycopersicum*.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas en México; sin embargo, existen diversos factores que determinan e influyen en la producción, entre los cuales sobresale el tipo de suelo o sustrato (Ortega-Martínez *et al.*, 2010). Los sustratos son empleados para mejorar las composiciones de un suelo en particular, ocasionando una mejoría en las

condiciones físico-químicas, permitiendo optimizar la producción de los cultivos y la reducción de costos. Los sustratos más utilizados en la producción de tomate son: la turba, fibra de coco, el suelo agrícola y la mezcla de ambos. Sin embargo, han ocasionado la explotación intensiva de los recursos por la obtención de sustratos, originando problemas como: la erosión y el deterioro de los recursos naturales, además de incrementar los costos del sustrato por la extracción y el traslado (Acosta *et al.*, 2008). En este sentido, es necesaria la búsqueda de sustratos de fácil disponibilidad, económicos y con menor impacto ambiental que permitan obtener un adecuado crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento y la producción de tomate en diferentes mezclas de sustratos orgánicos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Conkal, en el municipio de Conkal, Yucatán. Se utilizaron tres sustratos orgánicos regionales: bagazo de henequén (*Agave fourcroydes* Lem.), hojas de dzidzilché (*Gimnapodium floribundum* Rolfe) y escorias de carbón vegetal, como tratamiento testigo se empleó el suelo agrícola. Las mezclas de sustratos se elaboraron con base en el volumen y de acuerdo con los porcentajes sugeridos por Cabrera (1999) y Gayosso *et al.* (2018). Como resultado de las mezclas se originaron los siguientes tratamientos: T1: suelo agrícola (80 %) + bagazo de henequén (20 %), T2: suelo agrícola (50 %) + hojas de dzidzilché (50 %), T3: suelo agrícola (80 %) + escorias de carbón vegetal (20 %) y como testigo: suelo agrícola (100 %). Se utilizó el tomate híbrido “Pony express”. El cultivo se estableció en una estructura protegida bajo condiciones de riego en un diseño completamente al azar. Las variables agronómicas de respuesta fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, tasa de crecimiento relativo con base en la altura (TCR_{ALT}) y diámetro de tallo (TCR_{DIAM}), rendimiento y número de frutos.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), donde hubo diferencias significativas y se realizó una comparación de medias con el método Tukey ($P \leq 0.05$). Se utilizó el software estadístico Statistica 7 (Statsoft, Tulsa, Ok, USA).

Resultados y discusión

En las variables de crecimiento, las plantas con el mayor diámetro de tallo fueron del tratamiento T1 (14.70 mm) estadísticamente superior (Tukey $P \leq 0.05$) al testigo que obtuvo el valor más bajo 10.88 mm. En la altura de la planta y TCR_{ALT} no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En cuanto a la TCR_{DIAM} el tratamiento T1 y T2 registraron el mayor valor (2.67 y 2.53 $mm\ cm^{-1}\ día^{-1}$, cada una, y estadísticamente superiores (Tukey $P \leq 0.05$) al tratamiento testigo (2.37 $mm\ cm^{-1}\ día^{-1}$) (cuadro 1). Los resultados indican que los sustratos contienen los nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas. Resultados similares a los obtenidos por Ortega-Martínez *et al.* (2010) quienes obtuvieron plantas con mayor altura y diámetro de tallo, empleando sustratos orgánicos.

Cuadro 1.

Efecto del sustrato en las variables de crecimiento.

Tratamiento	Diámetro (mm)	Altura (cm)	TCR_{DIAM} ($mm\ cm^{-1}\ día^{-1}$)	TCR_{ALT} ($cm\ cm^{-1}\ día^{-1}$)
T1	14.70 a	175.5 a	2.67 a	5.14 a
T2	12.91 a	166.2 a	2.53 ab	5.08 a
T3	13.49 ab	159.5 a	2.57 ab	5.03 a
Testigo	10.88 b	155.6 a	2.37 b	5.02 a

TCR_{DIAM} : Tasa de crecimiento relativo con base en el diámetro del tallo; TCR_{ALT} : Tasa de crecimiento relativo con base en la altura del tallo. Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), prueba de Tukey.

En las variables de rendimiento y número de frutos, la comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) separó, como mejor tratamiento, al T1 registrando 20.71 $kg\ planta^{-1}$ y 123.31, estadísticamente superior en 51 %, con respecto al tratamiento testigo con 10.16 $kg\ planta^{-1}$ y 71.38 respectivamente (cuadro 2). Al respecto, Ortega-Martínez *et al.* (2010) obtuvieron mayor rendimiento en la producción de tomate empleando la mezcla de aserrín-composta.

Cuadro 2.

Efecto del sustrato en las variables de rendimiento.

Tratamiento	Rendimiento (kg planta ⁻¹)	Número de frutos
T1	20.71 a	123.31 a
T2	11.97 b	78.74 ab
T3	15.15 ab	102.94 ab
Testigo	10.16 b	71.38 b

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), prueba de Tukey.

Conclusión

Los sustratos evaluados tuvieron efectos significativos en el crecimiento de tomate. El tratamiento T1 incrementó la altura y diámetro de las plantas, así como el número de frutos y el rendimiento del tomate. Así, el tratamiento T1 es una alternativa a utilizar como sustrato en la producción de tomate.

Referencias

- Acosta, C. M., S. Gallardo, N. Kämpf, y Carvallo, F. (2008). Materiales regionales utilizados en Latinoamérica para la preparación de sustratos. *Investigación Agropecuaria*, 5(2), 93-106.
- Cabrera, I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en macetas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 5-11.
- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada, M. A. y Garruña, R. (2018). Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Agrociencia*, 52(4), 639-652.
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Salcido-Ramos, B. A. y Manzo-Ramos, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *RaXimhai*, 6(3), 339-346.

Diagnóstico del comportamiento de la producción de hule en el municipio de Tezonapa, Veracruz

Castillo-Martínez, Susana Isabel^{1*};
Dimas-García, Carlos Humberto¹;
García-Martínez, Hilario¹;
Virgen-Rivera, Guadalupe¹
y Quevedo-Rodríguez, Juan Pablo¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, km 4,
carretera a la compañía, sin número, Tepetitlanapa,
Zongolica, Veracruz, C.P. 95005.

* Autor de contacto:
susana_castillo@zongolica.tecnm.mx

Resumen

Los cultivos de hule (*Hevea brasiliensis*) son un recurso forestal que aporta como materia prima el látex (importante para diferentes industrias). A pesar de ser un cultivo nativo de América, en México únicamente se cultivan 62 mil 351 toneladas anuales. Veracruz ocupa el primer lugar de producción en México, y el municipio de Tezonapa ocupa el sexto lugar. Esta investigación tuvo por objetivo diagnosticar el comportamiento de la producción de hule en el municipio de Tezonapa, Veracruz, y sus variables socioeconómicas. Se empleó una metodología descriptivo-analítica, aplicando el modelo econométrico de descomposición de la producción para identificar cambios en la producción de los municipios huleros del estado de Veracruz, registrados en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Además, se aplicó una encuesta validada a 296 productores, por muestreo aleatorio simple, con el 95 % de confianza para analizar las características de las unidades de producción del municipio de Tezonapa. Los resultados reflejan una tendencia negativa de crecimiento en la producción de hule para los municipios de Hidalgotitlán y Moloacán, y tendencia positiva para los municipios de Uxpanapa (10.20), Las Choapas (9.46) y Tezonapa en la sexta posición (0.40). En Tezonapa, los productores poseen una superficie promedio de 2.61 ha, y la localidad de Limonestitla cuenta con el mejor rendimiento (225.5 kg ha⁻¹). Se puede concluir que existe alta heterogeneidad en los sistemas de producción y falta de paquetes tecnológicos para estandarizar los mismos.

Palabras clave

Tendencias de producción, modelos econométricos, *Hevea brasiliensis*.

Introducción

La importancia de la producción de hule natural se debe a que a nivel mundial el 82 % del látex se destina a la industria llantera y automotriz (Saenz, 2018). El árbol de caucho es de origen sudamericano, y México cuenta con las características necesarias para realizar plantaciones de hule. Pero, debido a factores económicos, es un producto marginado y los productores han dejado de cultivarlo (Sterling-Cuellar y Rodríguez-León, 2012).

El SIAP (2018) en México indicó, en 2016, una producción de hule de 62.4 mil t, y el principal estado productor es Veracruz, cubriendo el 57.6 % de la producción nacional. Al respecto, González (2019) analizó los logros de los servicios de asistencia técnica para la producción de hule, determinando que la falta de esta es causante de que el 56 % de los productores obtengan rendimientos bajos. Ramos *et al.* (2018) analizaron la factibilidad de exportar hule a Alemania; sin embargo, a pesar de ser factible, señalan necesario determinar el comportamiento de la oferta, la demanda y el precio de consumo.

Tezonapa, perteneciente a Veracruz, cuenta con plantaciones de hule, pero los productores están optando por talar las plantaciones debido a los precios bajos y oscilantes (\$12.00 a \$15.00 el kg), lo que no les genera utilidad (Hernández, 2021). Es por ello que el objetivo de la investigación fue diagnosticar el comportamiento de la producción de hule en el municipio de Tezonapa, Veracruz.

Materiales y métodos

El estudio se aplicó en la región montañosa de Veracruz, específicamente en el municipio de Tezonapa, por su producción de hule. Fue realizado en dos etapas:

I. se obtuvo información histórica de la producción de hule del periodo 2003 al 2019. Se aplicó un modelo econométrico para analizar las tendencias de producción (Contreras-Castillo, 1999) de hule en el estado de Veracruz, que fue la variable endógena que permitió conocer el comportamiento y la magnitud de las variables explicativas, otorgando su característica productiva (Flores, 2019). Las variables analizadas en esta etapa

fueron superficie, cosecha, siembra y rendimiento; estas se normalizaron usando promedios máximos y mínimos para, posteriormente, aplicar la distribución t-student. Basado en la interacción entre la superficie y el rendimiento del cultivo, el modelo emplea la siguiente fórmula:

$$P_T = A_0Y_0 + Y_0(A_t - A_0) + A_0(Y_t - Y_0) + (A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$$

Dónde:

P_T = Cambios de producción en el periodo de análisis

A_0Y_0 = Producción del periodo base

$Y_0(A_t - A_0)$ = Cuantificación de la contribución por superficie

$A_0(Y_t - Y_0)$ = Cuantificación de la contribución por hectárea

$(A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$ = Cuantificación del efecto combinado de superficie y hectárea

II. Recolección de datos en el campo a través de la aplicación de un cuestionario con cuatro apartados a una muestra de 296 productores por muestreo aleatorio simple con 95 % de confianza. El paquete computacional de análisis estadístico utilizado fue RStudio 1.1.463 para analizar las variables socioeconómicas referentes al productor y variables técnicas, específicas de la plantación.

Resultados y discusión

Veracruz cuenta con 11 municipios productores de hule. Los de mayor producción son Uxpanapa (10.20), Las Choapas (9.46) y Agua Dulce (6.58); Tezonapa se encuentra en sexto lugar (Cuadro 1). Por otro lado, los municipios de Hidalgotitlán y Moloacán tuvieron un cambio negativo en la producción (Cuadro 1), esto se debe a que los jóvenes ya no están interesados en cultivar el campo y lo dejan a los más adultos de la casa, personas que cuidan y cosechan sus plantaciones, aunque no reciban lo justo por su trabajo (Lederach, 2019).

Tezonapa tiene 13 localidades productoras de hule, con una media arriba de los 50 años de edad (Cuadro 2), es decir, los productores están cercanos a la tercera edad. Se observa la media general de educación de los productores 5.54 ± 3.06 años, este dato indica que concluyeron la educación básica; Manzanares es, la localidad con más bajo nivel educativo (3.63 ± 3.25), y Puente Chilapa, la localidad con más alto nivel educativo

(secundaria). Al respecto, Larqué *et al.* (2009) y Zarazúa *et al.* (2012) señalan que la apropiación de tecnología agrícola se basa en la edad y el nivel de escolaridad, a mayor nivel de escolaridad, mejores prácticas agronómicas y mayor rendimiento del cultivo.

Cuadro 1.

Cambios en la cosecha de los municipios de Veracruz 2003-2019.

Veracruz	Superficie del periodo base (Ao) - 2003	Superficie del periodo final (At) - 2019	Rendimiento del periodo base (Yo) - 2003	Rendimiento del periodo final (Yt) - 2019	Cambios en la producción (PT)
Tezonapa	0.46	0.73	0.09	0.55	0.40
Las Choapas	-0.57	2.28	1.32	4.16	9.46
Hidalgotitlán	-0.68	2.24	-0.38	-0.74	-1.65
Jesús Carranza	0.05	3.00	-0.44	1.44	4.33
Minatitlán	-0.87	1.98	-0.79	1.20	2.38
Moloacán	1.46	-0.17	-0.53	1.56	-0.26
Playa Vicente	0.48	0.24	1.51	1.61	0.38
José Azueta (2005)	-1.56	0.02	-1.34	1.78	0.03
Agua Dulce	0.14	4.14	-0.18	1.59	6.58
Uxpanapa	-0.52	2.47	-0.86	4.14	10.20
Santiago Sochiapan (2010)	1.55	0.09	-0.03	1.68	0.15

Cuadro 2.

Variables sociales de los productores de hule de Tezonapa.

Localidades	Variables sociales	
	Edad	Escolaridad
Almilinga	63.17± 16.57 ^a	5.5± 3.45 ^a
El Cedro	61.72± 16.11 ^b	5.67± 1.41 ^b
El Palmar	54.55± 18.12 ^c	6.41± 2.66 ^c
Ixtacapa El Chico	65.6± 18.26 ^d	4.8± 2.68 ^d
Ixtacapa El Grande	52.39± 8.88 ^e	4.5± 2.95 ^e
Josefinas	65.76± 15.75 ^f	5.76± 2.99 ^f

Continúa...

Las Limas	59.66± 11.87 ^g	6.29± 2.49 ^g
Limonestitla	60.10± 12.40 ^h	5.4± 1.89 ^h
Manzanares	65.37± 13.29 ⁱ	3.63± 3.25 ⁱ
Puente Chilapa	59.33±14.53 ^j	7.00± 1.95 ^j
Rancho Nuevo	63.66± 13.48 ^k	4.68± 2.91 ^k
San Agustín	61.31± 14.72 ^l	6.45±3.93 ^l
Xocuapa	64.00± 19.05 ^m	5± 2.44 ^m

Los valores representan la media ± la desviación estándar. Medias con diferente letra en la misma columna significan una diferencia significativa (P<0.05).

Cuadro 3.

Variables socioproductivas de los productores huleros en Tezonapa.

Variables socio productivas			
Localidades	Superficie (Ha)	Densidad (árboles ha ⁻¹)	Rendimiento (kg)
Almilinga	3.44± 1.79 ^a	1891± 1005.01 ^a	189.4± 79.76 ^a
El Cedro	1.89± 0.87 ^b	1065± 506.26 ^b	116.00± 64.24 ^b
El Palmar	1.82± 0.98 ^b	999.5± 582.79 ^c	139.9± 90.47 ^c
Ixtacapa El Chico	1.8± 1.09 ^b	1000± 608.52 ^d	102± 47.12 ^d
Ixtacapa El Grande	1.78± 0.88 ^b	987.8± 487.71 ^e	111.39± 66.35 ^e
Josefinas	3.00± 1.82 ^c	1665± 1037.85 ^f	165± 98.76 ^f
Las Limas	2.39± 1.38 ^d	1371± 860.82 ^g	152± 86.73 ^g
Limonestitla	3.60± 2.22 ^e	2000± 1233.89 ^h	225.5± 139.87 ^h
Manzanares	2.53± 1.35 ^d	1382± 747.08 ⁱ	124.1± 59.03 ⁱ
Puente Chilapa	4.00± 3.57 ^f	2222± 1982.02 ^j	215.8± 150.18 ^j
Rancho Nuevo	2.63± 2.14 ^d	1516± 1212.62 ^k	136.1± 121.66 ^k
San Agustín	3.00± 2.47 ^c	1669.4± 1371.71 ^l	174.2± 169.54 ^l
Xocuapa	1.17± 0.41 ^g	833.7± 464.70 ^m	75.83± 42.47 ^m

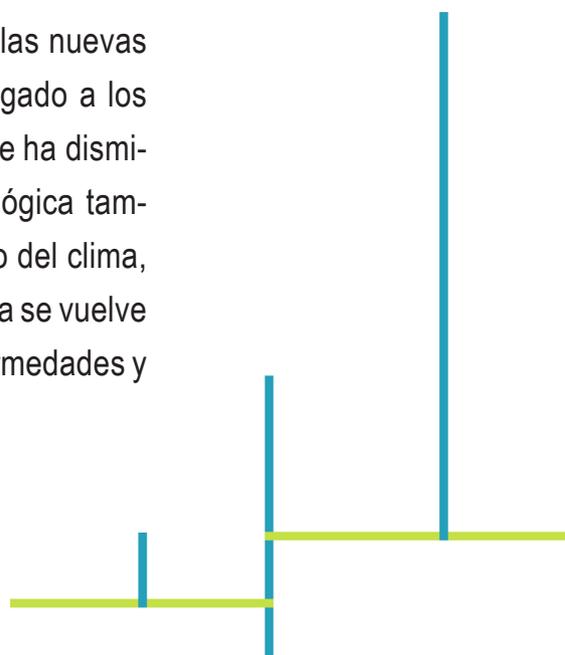
Los valores representan la media ± la desviación estándar. Medias con diferente letra en la misma columna significan una diferencia significativa (P<0.05).

El cuadro 3 muestra el total de la superficie sembrada, la densidad de árboles y el rendimiento, en las diferentes localidades huleras de Tezonapa. Es importante destacar que, de las localidades con superficies estadísticamente iguales (con una significancia del 5 %), no comprenden las mismas densidades, ni los rendimientos. Por ejemplo, Limonestitla, con una superficie de 3.60 ha (2.22) con 2 000 árboles por ha (1234 aproximados), obtiene el mayor rendimiento (225 kg ha⁻¹), a diferencia de Xocuapa, que con 1.17 tiene plantaciones de 834 árboles, y obtiene un rendimiento de 76 kg ha⁻¹ aproximados; por su parte, El Cedro, El Palmar, Ixtacapa El Chico e Ixtacapa El Grande, con superficies similares y densidades diferentes, obtienen rendimientos distintos Bautista (2011). En Tabasco se confirma que el 65 % de las plantaciones son adultas, 11 % viejas y 24 % son jóvenes, por lo que hay un mayor porcentaje de plantaciones que pueden ser explotadas comercialmente, a las que están en desarrollo, situación que puede estar presentándose en diferentes municipios y que es causa de su variabilidad en rendimientos.

Conclusión

El comportamiento productivo que muestra Tezonapa está perdiendo fuerza. Las variedades que se encuentran produciendo los productos marcan pautas para el crecimiento de la región, lo ideal es tener asesoría técnica en el área para la supervisión del terreno de siembra y sugerencias de la variedad más prospera; con esto, se evitarían pérdidas a largo plazo.

El análisis de las variables socioeconómicas determinó que, al ser productores de edad adulta, con pocos estudios y nulo apoyo del gobierno, será difícil proponer una estrategia que implemente cambios tecnológicos, ya que no existe una motivación hacia ello y las nuevas generaciones están migrando. La crisis económica ha obligado a los huleros a cambiar de cultivo y, por tanto, la superficie de este ha disminuido, y con ello su densidad y rendimiento. La crisis ecológica también ha afectado, dado que la pica de hule depende mucho del clima, y con el aumento de temperatura y la falta de lluvia, su sabia se vuelve más escasa y los árboles producen menos, sufren más enfermedades y son más débiles ante los vientos.



Referencias

- Bautista, H. (2011). *Problemática en los procesos de producción de las plantaciones de hule Hevea Brasiliensis en Tabasco*.
- Contreras-Castillo, J. (1999). La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, (5), 393-400.
- Flores, M. (2019). Los alcances en la producción agrícola chiapaneca. Una reflexión sobre la soberanía alimentaria en la región. *Región y Sociedad*, (31).
- González, M. S. (2019). Desarrollo de proveedores de hule natural en la cuenca del río Papaloapan, México: Avances y limitaciones. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 259-276.
- Larqué-Saavedra, B., Sangerman-Jarquín, D., Ramírez-Valverde, B., Navarro-Bravo, A. y Serrano-Flores, M. (2009). Aspectos técnicos y caracterización del productor de durazno en el Estado de México, México. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 305-313.
- Lederach, A. (2019). El campesino nació para el campo. Un enfoque multi-especie hacia la paz territorial en Colombia. *Maguaré*, 33(2), 171- 207.
- Ramos, M., Castillo, S. I., Llaguno, A. y Quezada, M. (2018). *Exportación de hule (Hevea Brasiliensis) granulado al país de Alemania para el fomento de la economía de México*. VI Congreso Internacional y XX Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas, 807-808.
- Saenz, S. B. (2018). *Control Estadístico de la Calidad para el Mejoramiento en el Proceso de Hule Granulado 20HEM*. Congreso Interdisciplinario de Ingenierías. ITSM, (1), 46- 52.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018, 7 de febrero). *Hule Hevea, producto de látex*.
- Sterling-Cuellar, A., y Rodríguez-León, C. H. (2012). *Ampliación de la base genética de caucho natural con proyección para la amazonia colombiana: fase de evaluación en periodo improductivo a gran escala*. Scripto S. A. S.
- Zarazúa, J., Almaguer, G. y Márquez, S. (2011). Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 17(1), 51- 60.

Caracterización de los traspacios familiares de tres municipios del sureste mexicano

Santes-Juárez, Blanca Nallely¹;
Cohuoh-Cituk, Johni Rafael¹;
Rodríguez-López, Lorena¹;
May-Gutiérrez, María Concepciona¹;
Piste-Poot, Dulce Icela¹
y Rosales-Martínez, Verónica^{1,2*}

¹ Postgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haultuchén-Edzná, Sihochac, Champotón, Campeche.

² Investigadora, México, CONACYT.

*Autor de correspondencia:
vrosales@colpos.mx

Resumen

El traspatio es considerado un agroecosistema y ha sido incluido en programas gubernamentales para mejorar la seguridad alimentaria y contribuir a la reducción de la pobreza. El objetivo fue caracterizar los traspacios de tres comunidades del sureste de México. El estudio se realizó en Champotón y Calkiní, municipios de Campeche y de Halachó, de Yucatán. El tamaño de muestra se constituyó por 35 traspacios, seleccionados al azar, se aplicó una entrevista, mediante un cuestionario semiestructurado. El tipo de vegetal predominante fue el de frutales (45 %) y el animal fue de gallinas (20.59 %). El mayor beneficio que brindan estos traspacios fue el de ingresos extra (65 %), y la actividad que más realizan es la de limpieza de malezas (30 %) y el mayor porcentaje del género entrevistado fue el femenino (71 %). Se concluye que los traspacios en el sureste mexicano poseen gran importancia socioeconómica, dado que proporcionan alimentos sanos, medicina y un ahorro económico familiar.

Palabra clave

Diversidad, huerto familiar, especies vegetales.

Introducción

El traspatio, también denominado huerto familiar o jardín productivo casero, es considerado un agroecosistema y ha sido incluido en programas gubernamentales con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y contribuir a la reducción de la pobreza (González-Ortiz *et al.*, 2014). La agricultura de traspatio que se practica es de

gran importancia para la seguridad alimentaria de las familias rurales, debido a que con ello generan alimentos, ahorros e ingresos (Jaramillo-Villanueva *et al.*, 2017).

Los sistemas de traspatio se han integrado con los medios de subsistencia humanos durante miles de años, mejorando la dieta, los ingresos y la seguridad alimentaria y nutricional de las familias de las zonas rurales; son accesibles para los grupos vulnerables de la sociedad y proporcionan a los hogares fuentes de ingresos y alimentos ricos en nutrientes. Sin embargo, también mejoran la seguridad alimentaria de manera indirecta, mejoran la utilización de nutrientes y el reciclaje en el medio ambiente, contribuyen a las prácticas agrícolas mixtas, al empoderamiento de las mujeres y permiten el acceso a la atención médica y a la educación; además, pueden contribuir a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la seguridad alimentaria futura, mediante el mantenimiento de genomas biodiversos (Wong *et al.*, 2017).

Los sistemas de traspatio desempeñan un papel importante, dado que en ellos se proporciona un mayor cuidado a las plantas, frutales y crianza de animales, lo que permite a los productores conectarse con el mercado para obtener ingresos y así mantener sus fondos. Es por ello que los sistemas de traspatio en México, y específicamente en el estado de Campeche, son importantes para la generación de ingresos y promover la seguridad alimentaria (López-González *et al.*, 2012). Dado lo anterior el objetivo fue caracterizar los traspatios de tres comunidades del sureste de México para identificar los componentes vegetales, animales y reconocer la importancia socioeconómica de estos espacios familiares.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó durante el verano del 2022 y se trata de un estudio descriptivo de corte transversal en el cual se consideraron variables cualitativas y cuantitativas, tomando al traspatio de cada vivienda como la unidad de análisis. El estudio se realizó en dos municipios rurales del estado de Campeche y uno del estado de Yucatán. En Sihochac, localidad perteneciente al municipio de Champotón, Bacabchan, municipio de Calkiní, del estado de Campeche, y

Cuch-holoch, perteneciente al municipio de Halacho, en Yucatán. El tamaño de muestra se constituyó por 15 traspatios para Champotón, 10 para Calkiní y 10 para Halacho; en total fueron 35 traspatios seleccionados al azar, bajo el precepto libre de participar. Para la colecta de información se visitó cada uno de los traspatios; además, se utilizó un cuestionario semiestructurado para una entrevista con el objetivo de identificar las especies presentes. El cuestionario constó de diferentes apartados: datos de la comunidad, del entrevistado, posición del traspatio respecto a la casa, componentes vegetales y animales, beneficios y prácticas que realizan en ellos.

Análisis estadísticos

La información fue analizada, calculando los estadísticos descriptivos estimando medias y tablas de frecuencias de cada una de las variables.

Resultados y discusión

Características de los traspatios del sureste mexicano

El traspatio se encontró en distintas ubicaciones respecto a la casa, en la parte trasera, en la parte delantera, a un costado, distribuido en todo el terreno y en la parte trasera y delantera. Con respecto a los beneficios que les proporcionan, reportaron obtener ingresos extra (65 %), productos alimenticios como carne (10 %) y huevo (10 %), así como ahorros familiares (10 %), mascotas (2.5 %) y relajación (2.5 %) al realizar las actividades requeridas por el traspatio. La actividad que más se realiza en los traspatios es la limpieza de malezas (30 %) y la menos realizada es la cosecha de frutos (5 %). Estos datos coinciden con Rosales-Martínez *et al.* (2019) al mencionar que los principales beneficios que otorgan los traspatios son los económicos.

El género que predominó entre los entrevistados que manejan los traspatios fue el femenino (71%); García-Flores *et al.* (2016) también coinciden al mencionar que en su investigación el 77 % de los entrevistados son mujeres. No obstante, Gutiérrez *et al.* (2012) mencionan que los huertos familiares son manejados por todos los integrantes de la familia, y en menor ocasión por personas externas, quienes desarrollan actividades que les son remuneradas monetariamente.

Componente vegetal en los traspatios del sureste mexicano

Como se puede observar en el cuadro 1, se encontró una amplia diversidad de especies vegetales. Las cuales, de acuerdo con su uso, se identificaron como de tipo frutal (45 %), hortaliza (17 %), ornamental (15 %), medicinal (15 %) y otros usos (8 %).

Cuadro 1.

Diversidad de especies vegetales en el sureste mexicano.

Vegetal	Fa %	Fr %	Vegetal	Fa %	Fr %	Vegetal	Fa %	Fr %	Vegetal	Fa %	Fr %
Limón	23	20.0	Chile jalapeño	1	0.87	Lirio	1	0.87	Ruda	2	1.74
Lima	3	2.61	Aguacate	6	5.22	Huano	1	0.87	Habin	1	0.87
Mango	4	3.48	Zacate limón	1	0.87	Cocinera	1	0.87	Plátano macho	3	2.61
China lima	2	1.74	Caimito	2	1.74	Ramón	1	0.87	Chooch	1	0.87
Plátano	5	4.35	Plátano	4	3.48	Bugambilia	1	0.87	Menta	1	0.87
Ciruela	7	6.09	Sábila	6	5.22	Huaxin	1	0.87	Albahaca	2	1.74
Chile habanero	4	3.48	Calabaza	1	0.87	Uñas de señorita	1	0.87	Chaká	1	0.87
Chile habanero dulce	1	0.87	Coco	9	7.83	Mandarina	2	1.74	Cactus	1	0.87
Mañanitas	6	5.22	Nance	2	1.74	Grosella	3	2.61	Hortensia	1	0.87
Tamarindo	6	5.22	Zapote mamey	1	0.87	Sapulcan blanco	1	0.87	Toronja	2	1.74
Caña de azúcar	1	0.87	Cedro	2	1.74	Nopales	1	0.87	Plátano manzano	3	2.61
Muicle	1	0.87	Anona	2	1.74	Sapulcan rojo	1	0.87	Chile xkatik	1	0.87
Noni	1	0.87	Chaya	11	9.57	Pixoy	1	0.87	Saramuyo	1	0.87
Guanábana	6	5.22	Huaya	15	13.0	Jalaché	1	0.87	Yax'che	1	0.87
Hierbabuena	4	3.48	Almendro	2	1.74	Chile Mash	1	0.87	Flor de tajonal	1	0.87
Epazote	11	9.57	Maguey	2	1.74	Granada	1	0.87	Lipía	1	0.87
Naranja agria	12	10.4	Orégano	2	1.74	Cajerina	1	0.87	Zapote	1	0.87
Cebollín	2	1.74	Papaya	2	1.74	Tomate	2	1.74	Dzidzilche	1	0.87
Naranja dulce	15	13.04	Rosa del desierto	3	2.61	Flor de campanita	1	0.87	Flor de san Diego	1	0.87
Chayote	1	0.87	Corona de Cristo	3	2.61	Pitaya	1	0.87			

FA = Frecuencia absoluta; FR = Frecuencia relativa.

Estos datos difieren de Rosales-Martínez *et al.* (2019), al mencionar que el tipo de vegetal que predomina en los traspatios de algunas comunidades del estado de Campeche son de tipo ornamental.

Respecto al componente animal, se encontraron pocas especies y la que predominó fue de gallinas (20.59 %), seguida de cerdos (14.71 %) y pavos (13.24 %); no obstante, también se encontraron patos (11.76 %), perros (10.29 %), pollos (8.82 %), gallos (4.41 %), caballo, peces, conejos, chachalacas, loros, borregos, abejas y ganado bovino, con un 1.47 % cada uno de ellos; incluso, los entrevistados reportaron animales silvestres como mono araña y un venado, ya los domesticados, y se usan como mascotas. Los entrevistados también externaron que al criar animales en sus traspatios obtienen productos alimenticios y, en muchas ocasiones, ingresos económicos al venderlos, en caso de alguna emergencia familiar. Así mismo, Becerril (2013) menciona que los animales, principalmente aves y cerdos, constituyen el complemento de la dieta al aportar proteínas.

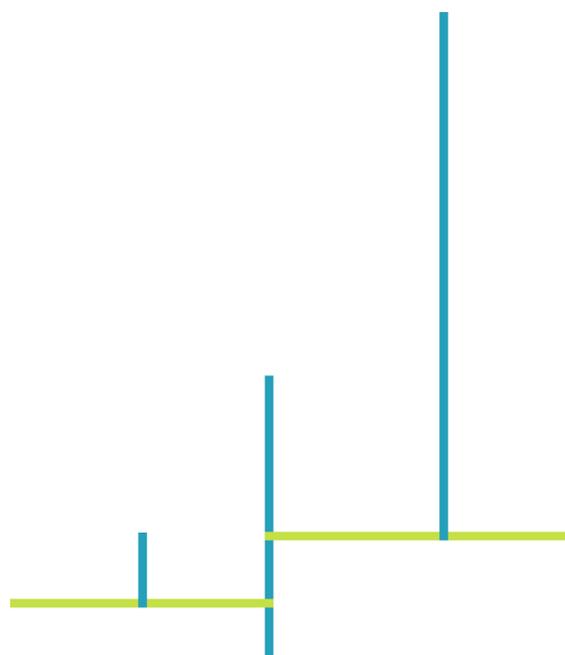
Conclusión

Es notoria la importancia que tienen los traspatios en el sureste mexicano, dado que proporcionan alimentos sanos, medicinas y un ahorro económico familiar. En esta investigación predominó el componente vegetal y entre las especies de mayor abundancia estuvieron las frutales. El componente animal tuvo menor presencia, no obstante, se encontraron incluso animales silvestres. Es necesario enfocar los esfuerzos de políticas públicas para el rescate de estos espacios familiares de gran importancia socioeconómica para las zonas más vulnerables del país, como lo es el sureste mexicano.

Referencias

- Becerril, J. (2013). Agrodiversidad y nutrición en Yucatán: una mirada al mundo maya rural. *Región y Sociedad*, (25), 123-163.
- García-Flores, J. C., Gutiérrez-Cedillo, J. G., Balderas-Plata, M. A. y Araújo-Santana, M. R. (2016). Estrategia de vida en el mediorural del altiplano central mexicano: el huerto familiar. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, (13), 621-641.
- López-González, J. L., Damián-Huato, M. A., Álvarez-Gaxiola, F., Parra-Inzunza, F. y Zuluaga-Sánchez, G. P. (2012). La economía de

- traspatio como estrategia de supervivencia en San Nicolás de los Ranchos, Puebla, México. *Revista de Geografía Agrícola*, (48), 51-62.
- González, J. L., Huato, D., Álvarez Gaxiola, M., Parra Inzunza y Zuluaga Sánchez. (2012). La economía de traspatio como estrategia de supervivencia en San Nicolás de los Ranchos, Puebla. *Revista de Geografía Agrícola*, 51-62.
- González-Ortiz, F., Pérez-Magaña, A., Ocampo-Fletes, I., Paredes-Sánchez, J. A., De la Rosa-Peñaloza, P. (2014). Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. *Estudios Sociales XXII*, (44), 147-170
- Gutiérrez-Ruiz, E. J., Aranda-Cirerol, F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E., Ramírez-González, S. y Estrella-Tec, J. (2012). Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México. *Bioagrobiencias*, (5), 20-28.
- Jaramillo-Villanueva, J. L., Morales-Jiménez, J. y Domínguez-Torres, V. (2017). Importancia económica del traspatio y su relación con la seguridad alimentaria en comunidades de alta marginación en Puebla, México. *Agroproductividad*.
- Rosales-Martínez, V., Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Bautista-Ortega, J. y Fraire-Cordero, S. (2019). Importancia socioeconómica de los huertos familiares en tres comunidades rurales de Campeche. *Agroproductividad*, 12(2), 15-20.
- Wong, J., Bruyn, J., Bagnol, B., Grieve, H., Li, M., Pym, R. y Alders, R. G. (2017). Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review. *Global Food Security*, 43-52.



Caracterización del proceso productivo campesino en el municipio de Palenque

Moreno-Méndez, Flor Isabel^{1*}
y García-Ángel, María Cristina¹

¹ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios,
Universidad Autónoma de Chiapas, carretera
Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá,
Chiapas.

*Autor de correspondencia:
flor.morenomendez@gmail.com

Resumen

Esta investigación se realizó con la finalidad de visibilizar la importancia de la agricultura campesina como base para el diseño de sistemas alimentarios locales en contra posición al sistema alimentario global que no ha solucionado el problema del hambre, pero sí ha generado impactos al ambiente, inherentes a la gran producción y distribución de alimentos y, además, ha dejado de lado la aportación que los campesinos hacen a la sociedad.

La metodología es de carácter mixta a través de entrevistas, observación participante y aplicación de encuestas. Como resultados se ratifica la importancia del cultivo de maíz en la economía campesina, 90 % de los entrevistados se dedican a esta actividad pues resulta estratégico para el autoabasto familiar. Se evidencia la prevalencia del sistema milpa, con asociación de hasta 14 especies y del traspatio o solar, con presencia de hasta 15 especies agrícolas y 4 pecuarias y la producción de ganado bovino representa el 40 % de los entrevistados. Se concluye que los procesos productivos campesinos disminuyen la vulnerabilidad alimentaria y pueden contribuir a crear sistemas alimentarios locales.

Palabras clave

Sistema alimentario local y global, seguridad alimentaria, producción campesina, autoabasto familiar.

Introducción

Actualmente, el sistema alimentario global propicia la producción y consumo de alimentos que recorren grandes distancias y que,

incluso, regresan al lugar de la producción, pero con diversos procesos de transformación, empaque y distribución. En este orden global de organización alimentaria, los alimentos se producen a gran escala, con procesos productivos que tienden a la estandarización de la producción y consumo, y sin anclaje territorial. El lugar donde se produce el alimento, y quién lo produce, carece de importancia. En este sistema alimentario, el control de las empresas está vinculado a toda la cadena alimentaria que implica la producción y distribución de insumos agrícolas, maquinaria y equipo; producción y comercialización de productos agroalimentarios y, finalmente, el procesamiento y distribución de alimentos (Cortés, 2016).

La forma de organizar la alimentación a nivel mundial ha generado impactos ecológicos graves, “ha globalizado la comida chatarra, malgasta los recursos naturales, destruye la agro-biodiversidad, monopoliza el 90 % de agua potable y genera el 30 % de los gases de efecto invernadero” (Holt-Giménez, 2018); el impacto cultural también tiene grandes efectos como “la destrucción de los saberes acumulados durante más de 10.000 años de interacción entre la sociedad humana y la naturaleza [...] ‘ignorando’ y ‘despreciando’ los conocimientos locales [...] visualizados como atrasados, arcaicos, primitivos o inútiles” (Sarandón y Flores, 2014); este modelo no ha podido reconocer ni valorar la existencia de un saber local entre los agricultores/as (entendido como la gama de conocimientos propios, de carácter empírico, transmitidos oralmente) (Toledo, 2005). Habría que entender la importancia de la función de los campesinos como productores de alimentos y materias primas, así como en aspectos medioambientales, sociales y culturales.

La agricultura ha tenido un impacto decisivo en el desarrollo de la sociedad, pero la forma en que se ha impulsado a nivel mundial, a partir de las reglas del sistema alimentario global, deteriora la salud humana, la vida silvestre y el ambiente (Pérez-Vázquez y Landeros-Sánchez, 2009). En este contexto, se está desvalorizando la producción campesina por la inserción de paradigmas en los que se valida que no hay otras alternativas de producción y consumo, y que todos los alimentos son asequibles mediante la compra. Sin embargo, existen alternativas como la producción local de alimentos mediante el uso de técnicas tradicionales y agroecológicas que propician la soberanía alimentaria y el

buen vivir de los campesinos y los pueblos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es contribuir a visibilizar otras formas de organizar la agricultura y la alimentación, a partir de la caracterización de los sistemas de producción campesina en el municipio de Palenque.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en siete comunidades del municipio de Palenque que son: Zaragoza, Los Cerrillos, El Porvenir, Nueva Esperanza, Graciano Sánchez, Río Chancalá, Nuevo Jericó y Dr. Samuel León Brindis. Se realizaron 60 encuestas; la observación participante se desarrolló en reuniones, parcelas, potreros; también se realizaron entrevistas para profundizar temas específicos.

Palenque tiene una extensión de 282 598 ha, con una altitud entre 20 a 900 msnm; limita al norte con el municipio de Catazajá, al este con el municipio de La Libertad, el estado de Tabasco y la República de Guatemala; al sur con los municipios de Ocosingo y Chilón y al oeste con el municipio de Salto de Agua y el estado de Tabasco, y ocupa el 4.01 % de la superficie del estado.

El abordaje metodológico fue a través métodos cualitativos y cuantitativos; los instrumentos utilizados fueron entrevistas semiestructuradas, encuesta y guía de observación. Implicó realizar pruebas piloto de cada instrumento con la finalidad de determinar si las preguntas serían correctamente comprendidas por los sujetos de la investigación, de tal manera que permitió adecuarlas para reducir la probabilidad de error en su aplicación.

Resultados y discusión

Se realizó una caracterización de los procesos productivos que llevan a cabo los campesinos, tomando como categorías analíticas: a) el acceso a la tierra; b) los sistemas de producción presentes; c) la participación en el mercado y d) la problemática detectada por los campesinos (Cuadro 1).

El acceso a la tierra se da por dos vías, la propia y la rentada. La tierra propia que poseen los campesinos son dotaciones pequeñas, la media es de 3 ha, de las cuales utilizan de 1 a 2 ha para la agricultura, específicamente dedican una ha para la siembra de maíz y/o frijol. Un

tema relevante respecto al acceso a la tierra es que parte de la superficie que poseen son terrenos pedregosos y/o con pendientes elevadas. En relación con la renta de tierra, corresponde al 18 % de los campesinos; esta estrategia se lleva a cabo debido a tres causas principales, la primera es para aquellos que no poseen tierra; la segunda, por tener terrenos poco propicios para la agricultura y la tercera, porque la tierra que poseen no les es suficiente para sus necesidades.

Cuadro 1.

Sistemas de producción campesina en Palenque, Chiapas.

Acceso a la tierra	El 17 % no cuenta con tierra	Pagan con trabajo al dueño de la tierra	El 53 % tiene entre 0.5 y 5ha (dotaciones)	El 26.5 % tiene entre 6 y 20 ha
Sistemas de producción	Agrícola	1 a 2 hectáreas dedicadas a	maíz, frijol, calabaza,	90 % a partir del sistema milpa
	Producción		hortalizas diversas y tubérculos	frijol: .5 ton/ha hortalizas: 5 ton/ha
	Pecuario	Traspatio	pollos, guajolotes, patos; cerdos; borregos	Acceso a proteína animal
	Potrero		Ganado bovino	De 3 a 20 cabezas de ganado bovino Sistema de ahorro familiar
Participación en el mercado	Principal objetivo: autoabasto familiar	El 59 % tiene excedentes en la producción	maíz y chile fundamentalmente	Intermediarios Altos costos de producción (chile) por manejo de plagas

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo 2021.

Los principales cultivos están dedicados a garantizar la alimentación de la familia, y tienen como referentes el maíz, frijol, calabaza, hortalizas y tubérculos; esta actividad es realizada por el 90 % de los campesinos, aunque algunos han reducido la siembra de frijol debido a la falta de tiempo y a que la mano de obra familiar se ha reducido, además, al aumento de plagas que no logran controlar.

La base de la producción para garantizar el autoabasto familiar se realiza mediante la mano de obra familiar y en algunos casos solo por el jefe de familia. Las hortalizas se cultivan en dos agroecosistemas que

son la milpa, en donde los hombres son responsables, y los traspatios, donde las mujeres tienen el papel central en su manejo. Las mujeres han sido las responsables de la nutrición de la familia, pues son las encargadas de producir y preparar los alimentos para la familia, “la mayor parte de estos alimentos proceden de huertos domésticos, parcelas familiares o comunales, así como de la cría de los animales domésticos” (Zamudio *et al.*, 2004).

Para esta región se identificaron dos ciclos para la producción de maíz, conocidos localmente como milpa de año y tornamil; de acuerdo con los entrevistados, los rendimientos de cada ciclo no presentan diferencias significativas. La milpa de esta zona está caracterizada por la asociación base de tres cultivos para la alimentación de la familia (maíz, frijol y calabaza), a partir de esta triada se observan otros cultivos que varían de acuerdo con preferencias de la familia, espacio disponible y mano de obra familiar. Este agroecosistema forma parte de la cultura e identidad de los pueblos originarios de Mesoamérica, es el punto estratégico para la soberanía alimentaria de los campesinos que mantiene un enlace con el entorno físico y social para vivir y permanecer en su ambiente (Vázquez-González, 2018).

La producción pecuaria también es realizada en diversos agroecosistemas, uno de ellos es el traspatio o solar, destacando pequeñas especies como aves, cerdos y en pocos casos, borregos. El traspatio cumple un papel importante en los núcleos familiares al ser una actividad realizada por el 100 % de campesinas y campesinos entrevistados. Dentro de este agroecosistema se generan excedentes que son puestos al mercado local, para trueque o intercambio de alimentos, para aportar a eventos culturales y como centro de conservación genética, en estas actividades se forman redes sociales entre y fuera de la comunidad, fortaleciendo así el tejido social. El traspatio también es un espacio para transmitir el conocimiento generacional para el manejo y uso de plantas comestibles y medicinales, así como de animales.

Respecto a la producción pecuaria de especies mayores, específicamente de ganado bovino, el 40 % de los entrevistados se dedica a la ganadería, destacando que esta actividad tiene dos propósitos importantes, el primero es una suerte de caja de ahorro

para casos de emergencia y el segundo, es solventar gastos de la familia como estudios de los hijos, ropa u otras necesidades.

Los campesinos ingresan al mercado a partir de la venta de sus excedentes o total de la producción. El chile es un cultivo comercial, el 11.6 % de campesinos se dedica a este cultivo, el cual se incorpora al mercado a través de intermediarios, donde los precios pagados a los productores son bajos. En algunos casos la venta se realiza de manera directa a tiendas de semillas en la cabecera municipal, en donde también son vendidos a precios muy baratos. Como referencia, en el año 2021, el kilo de chile, en el mercado, estaba en \$150.00 pesos y el precio pagado a los campesinos rondaba los \$80.00 pesos.

Esta participación en el mercado les permite tener un ingreso económico básico y no existen espacios para que los productores puedan ofrecer directamente sus productos. El acceso a alimentos está captado por las grandes empresas de distribución, dejando sin margen de opción a los campesinos.

Respecto a la problemática asociada a los cultivos, se encontró que las plagas y enfermedades afectan a un 77 %, y en muchas ocasiones su control es mediante la aplicación de plaguicidas sintéticos, lo cual tiene diversas consecuencias, y la primera refiere al costo económico. Cuando se trata de productos ingresados al mercado, los precios bajos que les pagan no son suficiente para cubrir estos costos; aunado a esto, se suman los problemas ambientales que se generan, y uno de los que más importa a los campesinos es la pérdida de fertilidad del suelo; cabe mencionar que fue un tema muy platicado con todos los campesinos.

En la producción pecuaria en traspatio, la incidencia de enfermedades es el elemento preocupante para las mujeres campesinas; el resultado de esta problemática es en muchas ocasiones extremo, pues llegan a perderse parvadas completas, la opción socorrida es el uso de productos veterinarios que son recetados por empleados, lo cual genera una desinformación y mal uso de estos productos.

En la ganadería bovina, la aparición de enfermedades como papilomatosis y la infestación de garrapatas, la presencia de perros salvajes, la falta de pastura y el abigeato son las principales preocupaciones.

Los precios bajos que les pagan, la falta de opciones de comercialización, la migración y el vuelco hacia una agricultura totalmente dependiente de insumos externos, complementan la problemática que los campesinos identifican en su cotidianidad.

Conclusión

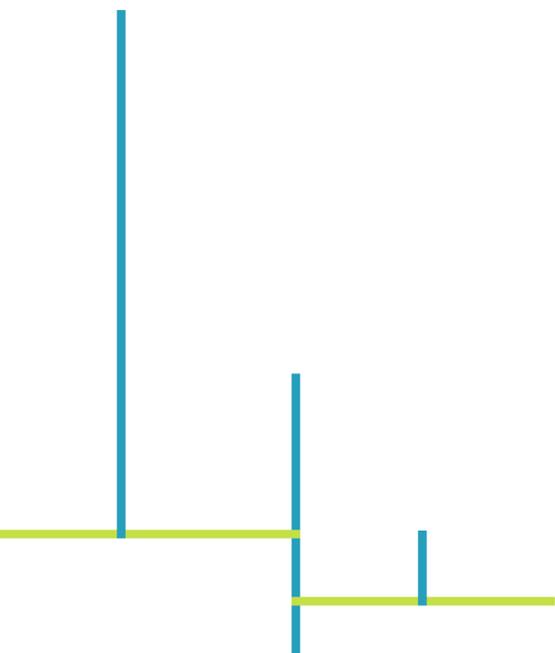
La agricultura campesina es una actividad importante en las comunidades rurales del municipio de Palenque, donde existen conocimientos y saberes que implican principios agroecológicos como la asociación de cultivos y la diversidad que ello implica, con elementos que son base importante para pensar en el diseño de sistemas alimentarios locales y de proximidad, que pueden aportar a una mejor alimentación para la sociedad y contribuir a disminuir los costes que implica el sistema alimentario global.

Es necesario que haya una sociedad mejor informada para recuperar las compras locales de alimentos, así como políticas públicas que garanticen a los campesinos compras directas de sus productos, porque el saber producir es una realidad en la zona, lo que hace falta es que esa producción tenga una garantía de ingreso al mercado de manera justa y respetuosa de esos saberes, eso debe ser motivo del diseño de políticas públicas garantes de la soberanía alimentaria.

Referencias

- Cortés, T. (2016). La crisis alimentaria mundial: causas y perspectivas para su entendimiento. *Razón y Palabra*, 20(94), 611-628.
- Delgado Cabeza, M. (2010). El sistema agroalimentario globalizado: imperios alimentarios y degradación social y ecológica. *Revista de Economía Crítica*, (33), 32-61.
- Holt-Giménez, E. (2018). *Capitalismo, Agroecología y Transformación Agraria: Un llamado radical a mis colegas agroecólogos* [Ponencia magistral]. Congreso Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, Guayaquil, Ecuador.
- Pérez Vázquez, A. y Landeros Sánchez, C. (2009). *Agricultura y deterioro ambiental*, 19-25.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2014). La insustentabilidad del modelo agrícola actual. En *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad de la Plata.

- Toledo, V. M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(4), 16-19.
- Vázquez González, A. Y. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: el caso de san Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2), 19-25.
- Zamudio, B. A., Alberti, M. D., Manzo, F. y Sánchez, M. T. (2004). *La participación de las mujeres en los sistemas de traspatio de producción lechera en la ciudad de México*. Cuadernos de Desarrollo Rural.



Crecimiento en diámetro de *Astronium graveolens* (Jacq.) en el ejido San Gabriel, Tezonapa, Veracruz

Mata-Toledo, Ana Lilia^{1*};
López-Ayala, José Luis¹
y, Nicolás-Silva, Teresa de Jesús ¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, km 4,
carretera a la compañía, sin número, Tepetitlanapa,
Zongolica, Veracruz, C.P. 95005.

*Autor de correspondencia:
156W0480@zongolica.tecnm.mx

Resumen

Astronium graveolens es una especie nativa de México que se caracteriza por ser una de las maderas más sobresalientes para la construcción, cuya tasa de crecimiento no ha sido estudiada por los científicos; siendo útil esta información para su conocimiento, conservación y manejo. El objetivo de este trabajo es determinar el cambio diamétrico de un rodal natural de esta especie, en un periodo de 12 meses en el ejido de San Gabriel, municipio de Tezonapa, Veracruz. Setenta y cuatro árboles fueron clasificados en siete categorías diamétricas, a los que se les instalaron bandas dendrométricas para tomar lecturas cada mes y obtener los incrementos diamétricos. El estudio abarcó desde marzo de 2019 hasta marzo de 2020. El crecimiento promedio anual fue de 0.03 cm, por lo que se deduce que es una especie de crecimiento lento favorecida por la precipitación. Los mayores crecimientos diamétricos se registraron en individuos dominantes mayores a 34.3 cm.

Palabras clave

Bandas dendrométricas, categorías diamétricas, incrementos dasométricos.

Introducción

Las selvas tropicales de México ocupaban alrededor del 9.2 % de la superficie total del país, antes de la llegada de los españoles. En la actualidad, se han reducido a un 4.7 %, lo que corresponde a 91 566 km², debido a diversas prácticas, como desmonte, ganadería y

colonización. Se distribuyen desde el sur de San Luis Potosí, a lo largo de Veracruz, hasta Tabasco y el sur de la Península de Yucatán. Además, las encontramos en una franja de la vertiente pacífica de la sierra madre de Chiapas y la sierra madre del sur de Oaxaca y Guerrero. En Veracruz se presenta en una superficie de 13 557.2 km², equivalente al 45.9 % del territorio estatal. Tezonapa es uno de los municipios del estado donde las selvas tropicales ocupan solo un 0.03 % de la superficie total (INEGI, 2018). Las selvas tropicales son los ecosistemas con mayor diversidad de especies, principalmente en especies forestales, cuyo funcionamiento es la captura de carbono, regulación del ciclo hidrológico, protección de suelos, biodiversidad y múltiples beneficios que brindan a la sociedad.

De acuerdo con Palacios (2006), *Astronium graveolens* es una especie tropical nativa de México que se caracteriza por ser un recurso maderable, que en el pasado fue exportado al comercio internacional y en los últimos años su extracción ha incrementado, provocando una disminución en sus poblaciones, por lo que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en estatus de amenazada, indicando que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo. Siendo esta, una situación real del ejido San Gabriel y sus alrededores, surge la iniciativa de realizar trabajos de investigación que contribuyan a estimar los ritmos de incrementos dasométricos, y con ello conocer la composición de las especies tropicales, así como la estructura de edades y los mecanismos de crecimiento, permitiendo una mejor comprensión de los patrones sesionales de las selvas. Por esa razón, el objetivo de la presente investigación fue determinar el crecimiento diamétrico de un rodal natural de *Astronium graveolens* (Jacq.) en el ejido San Gabriel, en Tezonapa, Veracruz.

Materiales y métodos

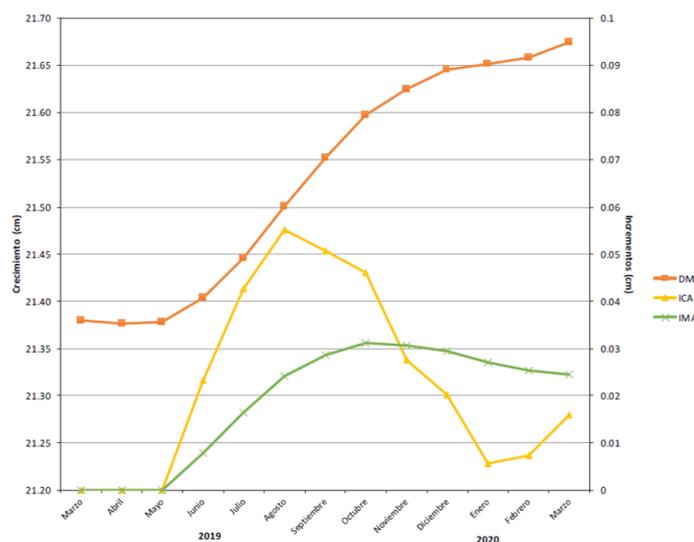
Con el apoyo de los habitantes del núcleo agrario, se recorrió la periferia de un manchón de *A. graveolens* al borde del bosque natural en el ejido San Gabriel, donde la especie de interés presentó una mayor densidad de individuos, haciendo un conteo directo y registro de variables; posteriormente, se colocaron las bandas dendrométricas a una altura de 1.3 m, utilizando la metodología de Peters y Purata (2005). Estas bandas fueron construidas en campo al momento de ubicar cada individuo,

utilizando para su elaboración: cinta de acero inoxidable, resortes de acero inoxidable, tijeras, clavos y martillo. Se monitorearon mensualmente durante un lapso de 12 meses, llevando un registro de datos con ayuda del formato establecido por Peters y Purata. Por último, se determinaron las curvas de crecimiento e incremento, mediante los cálculos obtenidos del Incremento de Corriente Anual (ICA) y el Incremento Medio Anual (IMA) por individuos y por categorías diamétricas; estas categorías se definieron por un límite inferior y uno superior de medición, determinado por la disponibilidad de individuos, con la finalidad de obtener la dinámica de crecimiento por estructuras de tamaños de la población.

Resultados y discusión

Se obtuvo el registro en diámetro de 74 individuos de *A. graveolens* en una superficie de 0.08 ha. La representación gráfica de la tasa de crecimiento de *A. graveolens* se visualiza en la figura 1, donde se puede observar que, durante los primeros dos meses de monitoreo, que corresponden a los meses de abril y mayo (época de sequía) la especie no presentó algún incremento en su diámetro; sin embargo, en los meses donde hubo presencia de lluvias abundantes (junio-septiembre) el crecimiento se incrementó y finalmente disminuyó en los últimos tres meses.

Figura 1.
Relación del crecimiento ICA e IMA para *Astronium graveolens*.



La distribución por categorías diamétricas para *A. graveolens* se encuentra en el cuadro 1, donde la categoría dos presenta el mayor número

de árboles, con un ICA de 0.01 cm/año y un IMA de 0.0122 cm/año; mientras que la categoría siete presenta el menor número de árboles, tiene un mayor incremento, con un ICA de 0.06 cm/año y un IMA de 0.0447 cm/año. El ICA promedio por categorías diamétricas para los 74 individuos es de 0.03 cm/año y un IMA promedio de 0.0232 cm/año. En la figura 2 se muestran los incrementos anuales promedios por categoría diamétricas; el incremento máximo fue presentado por individuos con diámetros mayores a 34.3 cm y el mínimo de toda la muestra correspondió a individuos con diámetros menores a 14.2 cm. Estos resultados son un hecho mencionado por Pineda *et al.* (2017): a mayores diámetros mayores incrementos. Las curvas de crecimiento mostraron un patrón similar en el incremento durante la época de lluvias (alrededor de cuatro meses).

Cuadro 1.

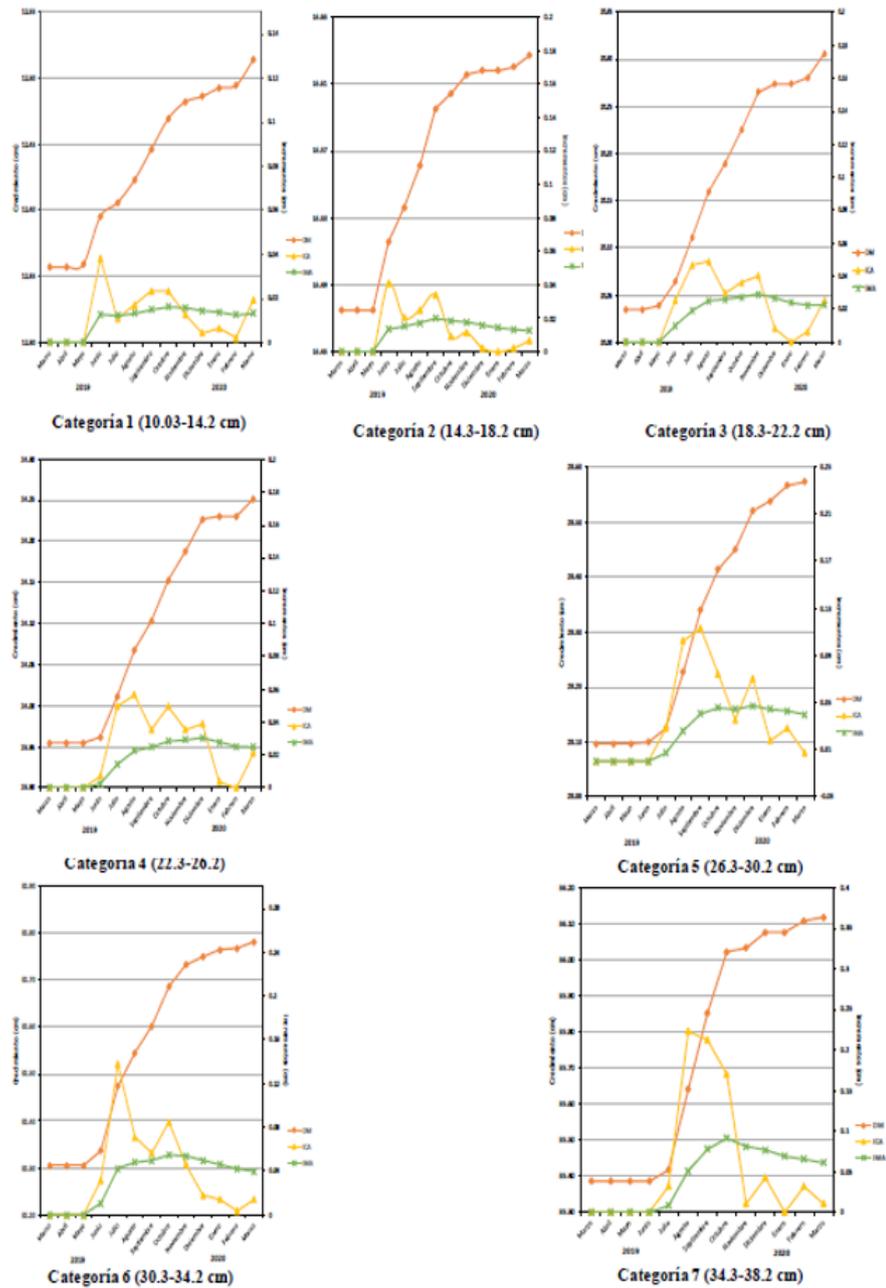
Relación de ICA e IMA por categorías diamétricas.

Categoría	Clase diamétrica (Cm)	No árboles	ICA (cm/año)	IMA (cm/año)
1	10.03≤14.2	15	0.01	0.0106
2	14.3≤18.2	14	0.01	0.0122
3	18.3≤22.2	15	0.02	0.0178
4	22.3≤26.2	9	0.02	0.0176
5	26.3≤30.2	9	0.04	0.0260
6	30.3≤34.2	9	0.04	0.0335
7	34.3≤38.2	3	0.06	0.0447
	Total	74		
		Promedio	0.03	0.0232

El *A. graveolens* presenta un crecimiento diamétrico relativamente bajo, en comparación con otras especies tropicales que han sido estudiadas. En la investigación de Lozano *et al.* (2012) *Anacardium excelsum* muestra un crecimiento promedio de 1.40 cm/año. También Pineda *et al.* (2017) muestran que *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) tiene una tasa de crecimiento de 0.62 cm/año y está relacionado con la estacionalidad de la precipitación.

Figura 2.

Curvas de crecimiento e incrementos en *diámetro* para las categorías diamétricas de *Astronium graveolens*.

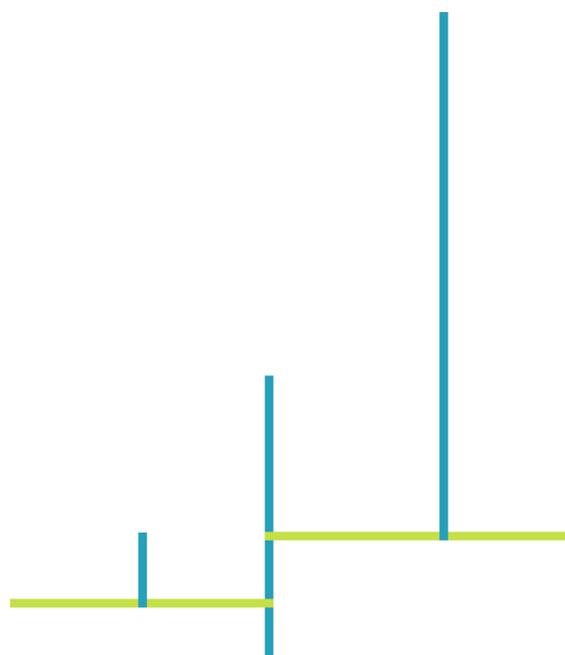


Conclusión

El *Astronium graveolens* presentó una tasa de crecimiento diamétrico promedio de 0.03 cm/año, por lo que se deduce que es una especie de crecimiento lento en periodos anuales, favorecida por la precipitación. Los mayores crecimientos diamétricos para esta especie se registraron en individuos dominantes mayores a 34.3 cm, mientras que los individuos con diámetros menores a 14.2 cm presentaron un incremento mínimo.

Referencias

- Lozano B., L. A., Franco O., N. y Bonilla V., J. L. (2012). Estimación del crecimiento diamétrico de *Anacardium excelsum* (kunth) skeels, por medio de modelos no lineales, en bosques naturales del departamento del Tolima. *Boletín Científico*, 16(1), 19-32. Centro de Museos. Museos de Historia Natural.
- Palacios, E. (2006). *Ficha técnica de Astronium graveolens. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059- ECOL-2000*. Instituto de Historia y Ecología. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W008. México. D.F.
- Pineda-Herrera, E., Valdez-Hernández, J. I., Pérez-Olvera, C. D. y Dávalos-Sotelo, R. (2017). Fenología, incremento en diámetro y periodicidad de anillos de crecimiento de *Eterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Leguminosae) en Costa Grande, Guerrero, México. *Polibotánica*, (43), 197-217.
- Purata-Velarde, S. E., Gerez-Fernández, P. y M. Peters, C. (2016). *Manual para el monitoreo comunitario del crecimiento de árboles*. México: People and Plants International (PPI), United States Agency for International Development (USAID), The Nature Conservancy (TNC), Alianza México REDD+.



Efecto de la defoliación parcial del tallo en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar en el Ingenio Benito Juárez

Hernández-Cruz, C. G.¹;
Acar-Martínez, N. B.¹;
Salgado-García, S.²
y Córdova-Sánchez, S.^{3*}

¹ Universidad Veracruzana-Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, carretera Costera del Golfo, km 220, col. Agrícola Micahapan C.P. 96100.

² Colegio de Postgraduados, campus Tabasco, Área Ambiental y Ciencia Vegetal. Group MASCANA-CP. H. Cárdenas, Tabasco, C.P. 86500, México.

³ Universidad Popular de la Chontalpa, División de Ciencias Básicas e Ingenierías. CA-QVyDS, carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2, Cárdenas, Tabasco. C.P. 86500. México.

*Autor de correspondencia:
sacorsa_1976@hotmail.com

Resumen

Es deshoje artificial es una alternativa para aumentar los rendimientos de tallos por hectárea, de caña de azúcar. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la defoliación parcial del tallo de la caña de azúcar en los rendimientos del cultivo. Se estableció el experimento en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas: tallos por metro lineal, altura y diámetro de tallo, índice de vegetación de las diferencias normalizadas (NDVI, por sus siglas en inglés), índice de área foliar (LAI, por sus siglas en inglés), rendimiento y grados Brix. De acuerdo con los objetivos planteados, el mayor número de tallos se presentó en el despaje a seis meses, y siete para la hoja seis y ocho (9.32, 9.70, 9.76 y 9.59 tallos mL^{-1}); y la edad para hacer el despaje artificial es entre los seis y siete meses (9.54 y 9.65 tallos mL^{-1}). Los tratamientos de despaje, dejando seis hojas, realizado a los siete y nueve meses de edad del cultivo, presentó el diámetro más alto (2.82 cm) y altura (2.71 m). El tratamiento que presentaron los índices de vegetación normalizada (NVI, por sus siglas en inglés) más altos, fue al dejar seis hojas a los ocho meses de edad del cultivo (0.65). El testigo presentó el mayor LAI (4.80), debido a que en este no se le eliminaron hojas. Los resultados de grados Brix fluctuaron entre 20.88 a 22.28 grados. El tratamiento que presentó el mayor rendimiento por hectárea de tallos molederos fue el despaje artificial a los siete meses, dejando seis hojas por planta (113.83 t/ha). El despaje artificial aumentó el rendimiento y no afecta la calidad de jugo en el cultivo de la caña de azúcar.

Despaje artificial, NVI, LAI, rendimiento de tallos.

Introducción

El manejo de la defoliación en la gran mayoría de los sistemas silvo-pastoriles, hortícolas y agrícolas ocasiona perturbaciones en las especies con relación al estado natural donde se desarrolla la planta. Después de una defoliación, se provoca un reajuste del metabolismo de las plantas para la promoción de nueva área foliar y así restablecer la capacidad fotosintética, esto se refleja en un aumento o disminución en la densidad de tallos, peso individual de los tallos, área foliar y en el rendimiento de materia seca (Geraldine, 2003a).

La defoliación es el proceso por el cual una especie vegetal pierde sus hojas, ya sea de forma natural o debido a causas patológicas, a oscilaciones climáticas que provocan la caída prematura o a la acción del hombre para lograr diferentes productos, como madera, forraje y otros; en el último caso el proceso no es espontáneo, ya que el hombre realiza cortes en las plantas en dependencia del objetivo de producción de la plantación (Geraldine, 2003b).

Los componentes que favorecen a los altos rendimientos de azúcar en el cultivo de caña es su hábito de crecimiento perenne y la reserva continua de sacarosa en la estructura vegetal. La caña de azúcar es una planta C4 con tasas de fijación de carbono de hasta 2.8 mg de CO₂ m².s¹, y una producción media total de materia seca de 40 g m².día¹ (Moore y Maretzki, 2017). La labor de deshoje artificial (manualmente) genera beneficios como promover la limpieza del campo, mejorar el movimiento del aire alrededor del follaje del cultivo, más cantidad de nutrientes disponibles para el crecimiento de los tallos, ayuda reducir la infestación de plagas, entre otras. El deshoje puede afectar positiva o negativamente el rendimiento de la caña y la calidad de los jugos, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten y el índice de lluvias durante la fase de gran crecimiento y maduración del cultivo (Calderon-Amariles, 2020).

Aunque algunos estudios indican que el rendimiento de sacarosa por planta no se ve afectado por el deshoje de la caña de azúcar, las

hojas que permanecen en los tallos en las plantas defoliadas parciales normalizan las relaciones fuente-sumidero en el tallo de la caña y esto puede ser la consecuencia de un aumento de la iluminación incidente o un cambio en las características fotosintéticas del resto de las hojas (Pammenter y Allison, 2002). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la defoliación parcial del tallo de la caña de azúcar en el rendimiento de tallos molederos del cultivar COLPOSCTMEX 06-039, en la zona geográfica del Ingenio Presidente Benito Juárez.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una parcela comercial en el ejido C-25, Isidro Cortés Rueda, del municipio de Huimanguillo, en el estado de Tabasco. Se efectuó en condiciones de temporal, durante el ciclo de cultivo de soca y zafra 2020-2021.

Diseño experimental

Para generar los tratamientos se utilizó un diseño factorial 5 x 2 (cinco fechas de defoliación: 6, 7, 8, 9 y 10 meses de edad y dos intensidades de defoliación: 6 y 8 hojas en el tallo), más un tratamiento testigo sin defoliación, y se generaron 11 tratamientos que se distribuyeron en bloques completos al azar con cinco repeticiones. La parcela de estudio fue de 9 surcos de 6.8 metros de longitud y un espacio entre surco de 1.5 metros, la unidad experimental de 91.8 m², la parcela útil de 12 m² y el tamaño del experimento de 5 049 m².

Variables biométricas del cultivo de caña de azúcar

Número de tallos. El conteo total de tallos (núm. m⁻¹ lineal) se realizó en cada una de las 55 unidades experimentales, se realizó en la parcela útil, en dos surcos de cuatro metros de longitud. Se llevó a cabo a los 12 meses, dos días antes de la cosecha.

Índice de vegetación de las diferencias normalizadas (NDVI, por sus siglas en inglés). La medición de la vegetación diferencial normalizada se realizó tres días después de la defoliación y se realizaron 10 lecturas por lote en forma de zigzag; para tomar las lecturas, el sensor se colocó a una altura de 60 cm sobre el dosel del cultivo, utilizando el sensor activo Trimble Green Seeker 505 Hand-Held Crop.

Índice de área foliar (IAF). La medición del IAF se realizó tres días después de la defoliación; para ello, se realizó una lectura debajo del dosel, en cada una de las parcelas útiles, por unidad experimental, utilizando un equipo LAI 2200C.

Díámetro y longitud del tallo. Se tomaron 10 tallos en la parcela útil para la medición del diámetro y se realizó en la parte central, con un vernier digital marca Sure Bilt®. La medición de la altura o longitud se realizó en los tallos utilizados en la medición del diámetro, para ello se utilizó un flexómetro de la marca Truper® y se realizó al momento de la cosecha.

Grados Brix en campo. Se realizó al momento de la cosecha, extrayendo jugo de la parte central de tres tallos maduros con un punzón de acero inoxidable; parte de este jugo se colocó en un refractómetro de la marca Atago® para analizar los grados Brix en campo.

Rendimiento. Se utilizaron cinco tallos de cada uno de los surcos de la parcela útil, es decir se utilizaron 10 tallos para esta medición, a los cuales se les eliminó la punta en la sección 8-10; posteriormente, se pesaron en una báscula digital Torrey® de 50 kg de capacidad; allí, de acuerdo a la densidad de siembra y el número de tallos por metro lineal, se sacó el rendimiento por hectárea.

Resultados y discusiones

Número de tallos por metro lineal. La cantidad expresada en número de tallos por metros lineales presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, no así para cuando se dejaron seis y ocho hojas en el tallo y para la edad del cultivo donde se pueden eliminar las hojas, este presentó diferencia significativa. Los tratamientos de despaje artificial que mayor número de tallos presentaron fueron despaje a seis y siete meses dejando seis y ocho hojas (9.32, 9.70, 9.76 y 9.59 tallos mL⁻¹), y la edad para hacer el despaje artificial es entre los seis y siete meses (9.54 y 9.65 tallos mL⁻¹), estos resultados son inferiores a los encontrados para el cultivar Mex 79-431 y para CP 72-2086 (Zuaznabar-Zuaznabar *et al.*, 2013). Este bajo número de tallos se puede deber a las características del mismo cultivar, o debido a que el año 2020 fue más seco, y quedó clasificado como el vigésimo primer año más seco, según la CONAGUA (2020). Así mismo, el efecto de la defoliación de seis y ocho meses y la edad al despaje presentaron mayor número de tallos que el testigo.

Diámetro y altura de tallos. El diámetro y la altura de tallos, con respecto al número de tratamiento comparado con el testigo, dejando seis y ocho hojas y la edad de despaje, no presentaron diferencias estadísticas para el diámetro y altura de tallo. Aunque los tratamientos de despaje, y dejando seis hojas, realizados a los siete y nueve meses de edad del cultivo (2.82 cm) presentaron diámetros iguales y más altos con respecto a los ocho tratamientos restantes y al testigo, estos resultados fueron superiores a los encontrados para los cultivares Mex 79-431 y similares para CP 72-2086, utilizando bioestimulantes (Zuaznabar-Zuaznabar *et al.*, 2013), y con respecto a otro estudio realizado sobre el efecto de la fertilización con NPK, presentaron diámetros similares (Castro y Huerta, 2015). La altura de tallo más alta que se presentó fue en el tratamiento al dejar seis hojas, eliminando el resto de forma artificial y a los siete meses de edad del cultivo (2.71 m), resultados similares a los encontrados para el cultivar CP 72-2086 e inferiores a los del cultivar Mex 79-431 (Zuaznabar-Zuaznabar *et al.*, 2013).

Peso de tallo. Los tratamientos de defoliación artificial, con respecto al testigo, no presentaron diferencias estadísticas, así como cuando se dejaron seis y ocho hojas y edad del cultivo. El tratamiento cuando se dejaron seis hojas y eliminando el resto de forma artificial a los siete meses del cultivo, presentó el mayor peso (1.77 kg), datos mayores a los encontrados por Moreno *et al.* (2010). La mejor edad para realizar el despaje artificial para tener un buen peso de tallo es a los siete meses del cultivo, eliminando las hojas hasta dejar seis por planta.

Cuadro 1.

Características biométricas del cultivo de caña en relación al despaje artificial.

Tratamientos (To)	Edad cultivar (meses)	No. Tallos (mL)	Diámetro tallo (cm)	Altura tallo (m)	Peso tallo (kg)
Despaje 6 m-h 6	6	9.32 ^{a*}	2.70a	2.50 ^a	1.52 ^a
Despaje 7 m-h 6	7	9.70a	2.82a	2.71 ^a	1.77 ^a
Despaje 8 m-h 6	8	8.54abc	2.78a	2.56 ^a	1.62 ^a
Despaje 9 m-h 6	9	7.13c	2.82a	2.61 ^a	1.60 ^a
Despaje 10 m-h 6	10	6.91c	2.69a	2.61 ^a	1.51 ^a

Continúa...

Despaje 6 m-h 8	6	9.76a	2.73a	2.53 ^a	1.54 ^a
Despaje 7 m-h 8	7	9.59a	2.68a	2.57 ^a	1.56 ^a
Despaje 8 m-h 8	8	8.49abc	2.73a	2.60 ^a	1.50 ^a
Despaje 9 m-h 8	9	7.34bc	2.65a	2.68 ^a	1.5 ^a
Despaje 10 m-h 8	10	7.51bc	2.67a	2.52 ^a	1.48 ^a
	Testigo	8.91ab	2.69a	2.52 ^a	1.5 ^a
Promedio		8.47	2.72	2.58	1.55
No. hoja	Hoja 6	8.32a	2.76a	2.60 ^a	1.60 ^a
	Hoja 8	8.54a	2.69a	2.58 ^a	1.52 ^a
	Testigo	8.91a	2.69a	2.52 ^a	1.50 ^a
Edad	6	9.54ab	2.71a	2.51 ^a	1.53 ^a
	7	9.65a	2.74a	2.64 ^a	1.66 ^a
	8	8.52b	2.71a	2.58 ^a	1.56 ^a
	9	7.24c	2.73a	2.65 ^a	1.55 ^a
	10	7.21c	2.68a	2.57 ^a	1.49a
	Testigo	8.91ab	2.69a	2.52 ^a	1.50a
	C.V.	9.37	3.48	6.71	11.17
Prob. F. To.	0.0001	0.0729	0.6529	0.3518	
Prob. F. D.	0.2799	0.0201	0.6593	0.172	
Prob. F. Fec	0.0001	0.5637	0.4327	0.3427	
DMS To.	1.703	0.203	0.372	0.3725	
DMS D	0.832	0.099	0.182	0.18191	
DMS E	1.1063	0.148	0.243	0.25	

*Medias con la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). **Altamente significativo.

Índice de vegetación normalizada (NVI). De acuerdo con los resultados del NVI, se encontró diferencia significativa entre tratamientos y edad, no así para el número de hoja defoliada artificialmente. El tratamiento que presentó los NVI más altos fue al dejar seis hojas a los ocho meses de edad del cultivo (0.65). En general, los tratamientos, al defoliar y dejar seis hojas, presentaron mayor NVI (0.59); estos resultados se encuentran entre los rangos reportados por Aguilar *et al.* (2010) y Morales *et al.* (2015).

Índice de área foliar (LAI). El LAI, tanto en tratamiento como en despaje y edad de despaje, presentó diferencias significativas. El testigo presentó el mayor LAI (4.80), debido a que no se le eliminaron hojas. Los tratamientos de despaje, dejando seis y ocho hojas por planta, sí afectó el LAI y este es más alto cuando hay una mayor biomasa de hojas por planta. Estos resultados están entre los parámetros encontrados por Gálvez *et al.* (2016). Se puede decir que este parámetro no está relacionado con el NVI.

°Brix. En los resultados de grados Brix no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, número de hojas que se dejaron por planta y edad de despaje. Los resultados fluctuaron entre 20.88 a 22.28 grados, estos resultados son mayores a los reportados para los cultivares Mex 69-290 y Mex 79-481, también a los encontrados para caña fresca y quemada (Aranda-Ibáñez *et al.*, 2019) y a los reportados para este mismo cultivar (COLPOSCTMEX 06-039) por Salgado *et al.* (2017). Este parámetro no fue afectado por el deshoje artificial, debido a que los resultados encontrados para los diferentes tratamientos coinciden con el testigo.

Rendimiento. Los resultados para rendimiento por hectárea presentaron diferencias significativas entre tratamientos y edades de deshoje, no así para el número de hojas que se dejaron por planta. El tratamiento que presentó el mayor rendimiento por hectárea fue el de despaje artificial a los siete meses y dejando seis hojas por planta (113.83 t/ha) y la mejor edad para hacer el deshoje es a los siete meses de edad de la planta (106.59 t/ha); estos resultados se encuentran entre los rendimientos 95.00 a 123.3 reportados por Salgado *et al.* (2017), para este cultivar (COLPOSCTMEX 06-039).

Cuadro 2.

Características fisiológicas y químicas del cultivo de caña en relación al despaje artificial.

Tratamientos (To)	NVI	LAI	°Brix	Rend. t/ha
Despaje 6 m-h 6	0.56bc	2.48b	21.32a	93.98abc
Despaje 7 m-h 6	0.56abc	2.29b	21.28a	113.83a
Despaje 8 m-h 6	0.65a	2.06b	21.80a	92.85abc

Continúa...

	Despaje 9 m-h 6	0.59abc	1.98b	21.04a	75.47bc
	Despaje 10 m-h 6	0.56abc	1.96b	21.16a	69.92c
	Despaje 6 m-h 8	0.54cd	2.27b	22.28a	100.19ab
	Despaje 7 m-h 8	0.60abc	2.42b	21.52a	99.34ab
	Despaje 8 m-h 8	0.65ab	2.58b	21.08a	84.82bc
	Despaje 9 m-h 8	0.55c	1.99b	21.64a	72.97c
	Despaje 10 m-h 8	0.56bc	1.97b	21.52a	74.40c
	Testigo	0.45d	4.80a	20.88a	89.18abc
	Promedio	0.57	2.44	21.41	87.9
Hoja	Hoja 6	0.59a	2.16c	21.32a	89.21a
	Hoja 8	0.58b	2.25b	21.61 ^a	86.34 ^a
	Testigo	0.45c	4.80 ^a	20.88 ^a	89.18 ^a
Edad	6	0.55b	2.37b	21.80 ^a	97.09ab
	7	0.58b	2.35b	21.40 ^a	106.59 ^a
	8	0.65 ^a	2.32b	21.44 ^a	88.84 bcd
	9	0.57b	1.98b	21.34 ^a	74.22cd
	10	0.56b	1.97b	21.34 ^a	72.16d
	Testigo	0.45c	4.80 ^a	20.88 ^a	89.178bc
	C.V.	7.59	23.88	4.62	13.13
	Prob. F. To.	0.0001	0.0001	0.6137	0.0001
	Prob. F. D.	0.0001	0.0001	0.2723	0.6674
	Prob. F. E.	0.0001	0.0001	0.2723	0.6674
	DMS To.	0.09277	1.24876	2.12317	24.76833
	DMS D	0.04531	0.60981	1.03682	12.09527
	DMS E	0.0617	0.8115	1.4183	16.762

*Medias con la misma letra dentro de una columna son iguales estadísticamente. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). **Altamente significativo.

Conclusión

El mayor número de tallos se presentó en el despaje a seis y siete meses, dejando seis y ocho hojas (9.32, 9.70, 9.76 y 9.59 tallos mL⁻¹). La edad para hacer el despaje artificial es entre los seis y siete meses para mayor número de tallos (9.54 y 9.65 tallos mL⁻¹). En lo que corresponde

al diámetro y la altura de tallos, los tratamientos de despaje, dejando seis hojas realizado a los siete y nueve meses de edad del cultivo, presentó el diámetro más alto (2.82 cm) y altura (2.71 m). Para el índice de vegetación normalizada (NVI), el tratamiento que presentó los NVI más altos fue al dejar seis hojas a los ocho meses de edad del cultivo (0.65). En el índice de área foliar (LAI), el testigo presentó el mayor LAI (4.80), debido a que a en este no se le eliminaron las hojas. Los resultados de grados Brix fluctuaron entre 20.88 a 22.28 grados; y el tratamiento que presentó el mayor rendimiento por hectárea de tallos molederos fue el despaje artificial a los siete meses, dejando seis hojas por planta (113.83 ton/ha). El despaje artificial aumentó los rendimientos y no afectó la calidad de jugo en el cultivo de la caña de azúcar.

Referencias

- Aguilar, N., Galindo, G., Fortanelli, J. y Contreras, C. (2010). Índice normalizado de vegetación en caña de azúcar en la huasteca potosina. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 14(2), 49-65.
- Calderon-Amariles, V. L. (2020). *Productividad de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L. Var. CC 01-1940) mediante el deshoje artificial en Pradera Valle del Cauca, Colombia* [Tesis de Magister en Ciencias Agrarias]. Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia, 69 p.
- Castro Nava, S. y Huerta, A. J. (2015). Respuesta de variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) a la fertilización NPK bajo secano en el sur de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(SPE11), 2225-2232.
- Gálvez, Y. F., Olivera, R. M. P., Baños, Y. H., Díaz, A. L., Varela, I. C. T., Delgado, J. M. y Perera, A. N. (2016). Indicadores de crecimiento de una población de 48 clones de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) con valor forrajero. *Agrisost*, 22(3), 17-28.
- Geraldine, F. A. (2003a). Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbek*. I: hojas y tallos tiernos. *Pastos y Forrajes*, 26(2), 125- 130.
- Geraldine, F. A. (2003b). Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbek*. II: Biomasa comestible, leñosa y total. *Pastos y Forrajes*, 26(3), 209-214.
- Geraldine, F. A. (2004). Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la calidad de la biomasa de *Albizia lebbek*. *Pastos y Forrajes*, 27(1), 45-49.

- Ibáñez, E. M. A., García, S. S., Juárez, J. A. R., Jiménez, E. H. y Villamil, L. V. (2019). Cambios en la composición de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), entera, durante el almacenamiento post-cosecha. *Agro Productividad*, 12(7), 71-77.
- Moore, P. H. y Maretzki, A. (2017). *Sugarcane. In photoassimilate distribution in plants and crops* (pp. 643-670). Routledge.
- Morales, J., Villatoro, B. y Espinoza, G. (2015). Identificación exploratoria de la madurez industrial en caña de azúcar utilizando el NDVI. Memoria. Presentación de resultados de investigación, 364-373.
- Pammenter, N. W. y Allison, J. C. S. (2002). Effects of treatments potentially influencing the supply of assimilate on its partitioning in sugarcane. *Journal of Experimental Botany*, 53(366), 123-129.
- Salgado García, S., Izquierdo Hernández, J., Lagunes Espinoza, L. C., Palma López, D. J., Córdova Sánchez, S., Ortiz Laurel, H. y Castelán Estrada, M. (2017). Consumo de nitrógeno por cultivares de caña de azúcar en Tabasco, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), 45-59.
- Zuaznabar-Zuaznabar, R., Pantaleón-Paulino, G., Milanés-Ramos, N., Gómez-Juárez, I. y Herrera-Solano, A. (2013). Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FITOMAS-E en el estado de Veracruz, México. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 47(2), 8-12.

Estudio de raíces de tres variedades de caña de azúcar por dos métodos en el Ingenio Presidente Benito Juárez, Tabasco

Córdova-Sánchez, S.^{1*};
Hernández-Villegas, M. M.¹;
Bolio-López, G. I.¹
y Palma-López, D. J.²

¹ Universidad Popular de la Chontalpa, División de Ciencias Básicas e Ingenierías. CA-QVyDS, carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2, Cárdenas, Tabasco. C.P. 86500. México.

² Colegio de Postgraduados, campus Tabasco, Área Ambiental. Group MASCANA-CP. H. Cárdenas, Tabasco, C.P. 86500, México.

*Autor de correspondencia:
sacorsa_1976@hotmail.com

Resumen

El sistema radicular de las plantas es el principal órgano de toma de nutrientes de la solución del suelo, y la de la caña de azúcar no es la excepción. El objetivo de este trabajo fue determinar cuál de las tres variedades de caña de azúcar presenta un mayor desarrollo radicular. Para generar los tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar MEX 69-240, MEX SFC 95-46 y ATEMEX 96-40, y un método de estudio de raíces (monolitos), el cual generó tres tratamientos, con tres repeticiones cada uno. Los hallazgos del estudio realizado indican que la variedad MEX SFC 95-46 presentó mayor potencial para establecimiento en un suelo Cambisol eútrico, con el método del monolito mostró una producción de materia seca de entre 55-70 % (11.96 gr) a una profundidad de 30 cm, en comparación con las variedades MEX 69-290 y ATEMEX 96-40, con (8.12 y 9.09 gr). A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas, en cuanto a la compactación del suelo, se encontraron diferencias de volumen y peso de raíces entre las variedades evaluadas siendo MEX SFC- 9546 el que mejor comportamiento mostró para todas las variables.

Palabras clave

Suelo, caña de azúcar, compactación, monolito.

Introducción

La caña de azúcar es uno de los cultivos que más influye en la economía de la región tropical de América Latina y el Caribe. Actualmente, Brasil es el mayor productor del mundo (IBGE-SIDRA, 2009). Los rendimientos de tallos molidos pueden afectarse por

un programa deficiente de fertilización, excesos de humedad en el suelo, presencia de malezas y la compactación del suelo ocasionado por el tránsito de la cosechadora, alzadora, camiones, tractores y carretas, independientemente del ciclo de cultivo (Sánchez *et al.*, 2003, y Baquero *et al.*, 2012). El camión, por ser pesado, produce mayor compactación que la alzadora, y la compactación del suelo afecta en general el desarrollo del cultivo de caña (Salgado *et al.*, 2001).

La compactación puede afectar el sistema radicular de la caña, que tiene la función de anclar, absorber agua y los nutrientes de la solución del suelo. Son de forma cilíndrica y están formadas por la cofia; punto de desarrollo, elongación y región de pelos radiculares. La cofia es la encargada de darle protección al punto de desarrollo y de daños mecánicos, puesto que las raíces continuamente llegan al contacto con partículas densas del suelo y con rocas (Vera, 2005). Debido al uso constante de maquinaria agrícola pesada hoy en día, algunas áreas del suelo donde se cultiva la caña de azúcar se compactan, debido a las malas prácticas o al uso desmedido de las mismas, esto se ha dado a conocer como resistencia mecánica, implicando la compactación del recurso suelo, por esta razón, la capacidad de penetración del sistema radicular de las plantas se ve afectado (Villegas, 2010).

Las propiedades del suelo: físicas, químicas y biológicas, son afectadas por el manejo, condiciones climáticas del medio y el componente genético vegetal, ya que están involucradas en los procesos que regulan el comportamiento radical y por ende la parte aérea del cultivo. En consecuencia, sus interrelaciones afectan la respuesta final en la producción de cultivos. Son pocos los estudios en caña de azúcar en los cuales se evalúa el sistema radical del cultivo. Esto se debe principalmente a la dificultad de este tipo de investigación y a la alta variabilidad de los resultados obtenidos (Villegas, 2010). El objetivo del presente trabajo fue determinar cuál de los tres cultivares de caña de azúcar es la que presenta un mayor desarrollo radicular.

Materiales y métodos

Sitio del experimento

El área de estudio se localizó en el poblado C-31 (Gral. Francisco Villa). En un experimento de validación de cultivares de caña de azúcar

en un suelo Cambisol eútrico, donde se había cultivado cacao por más de 30 años, y que se había convertido en pastizal hace siete años. Para realizar la siembra se realizaron dos pasos de rastra cruzada y un surcado de 1.3 m de ancho, y la siembra se hizo en forma manual, utilizando el método de doble cordón (punta y cola); posteriormente, se aplicaron dos riegos de auxilio, el primero al terminar la siembra y el segundo al mes de la siembra.

Material vegetal utilizado

La semilla provino de un experimento de validación de cultivares de caña de azúcar en campo del ciclo plantilla en la región de los ríos, ubicado en el ejido Boca del Cerro, en el municipio de Tenosique, en el estado de Tabasco. Para este estudio se seleccionaron tres cultivares: MEX 69-290, MEX SFC 95-46 y ATEMEX 96-40.

Tratamientos y diseños experimentales

Para generar los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar MEX 69-290, MEX SFC 95-46 y ATEMEX 96-40, y un método de estudio de raíces (monolitos), el cual generó tres tratamientos, y se tomaron tres repeticiones para cada uno.

Variables de estudio

A los 10 meses de edad del cultivo se realizó el muestreo de raíces, ya que es cuando la caña ha alcanzado su máximo crecimiento. Los métodos para la extracción de raíces fueron:

a) Método de monolito. Se excavó una calicata de 1.4 m de ancho por 1 m de largo y 1.2 m de profundidad, aproximadamente a 20 cm de la cepa de la caña de azúcar, esto para permitir una buena observación del sistema radicular. En la calicata elaborada, o trinchera, se realizó el trazado de los monolitos con dimensiones de 32.5 cm de ancho por 30 cm de largo con una profundidad de 20 cm, con esto se obtuvieron 12 monolitos por calicata. Cada monolito fue extraído con ayuda de un machete y un mazo de madera y fue depositado en una bolsa plástica; al final, los 12 monolitos de cada trinchera fueron colocados en una bolsa negra con la etiqueta de información correspondiente.

Resistencia a la penetración. En cada monolito se realizó la prueba de resistencia a la penetración con un penetrómetro de bolsillo,

la lectura fue tomada en la parte central de cada monolito. Por cada monolito se realizaron tres lecturas.

Peso con tierra y sin tierra. Cada monolito extraído fue tamizado en malla de 5 mm, esto permitió separar las raíces del suelo para, posteriormente, pesarlas en fresco con tierra y sin tierra con ayuda de una balanza de precisión.

Materia seca. Las muestras se secaron en una estufa de secado, con flujo de aire a 65 °C por 72 horas; posteriormente, las muestras se pesaron para obtener el dato de peso de materia seca (MS).

Análisis estadístico

Para la variable materia seca (MS) de raíces, volumen y compactación se realizó el análisis de varianza completamente al azar y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, usando el programa SAS versión 9.2.

Resultados y discusión

Distribución de raíces por método del monolito

En el cuadro 1 se presentan los resultados de materia seca de raíz, encontrándose diferencia significativa para variedad (V) y para monolito (M), la interacción variedad*monolito (V*M) no muestra diferencia significativa; así mismo, se presentó un coeficiente de variación (CV) de 40.43 %, lo cual indica una variación media entre los datos de cada uno de las variedades y monolitos, esto significa que para trabajos de campo es aceptable.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la variedad MEX SFC 95-46 mostró una producción mayor en volumen de materia seca de raíz, comparado con la producción de las variedades MEX 69-240 y ATEMEX 96-40. Cabe mencionar que el mayor volumen de raíces se encontró para las tres variedades, a una profundidad de 30 cm, tal y como lo describe Baquero *et al.* (2012), lo que permite definir que la distribución a esta profundidad se encuentra aproximadamente entre 70-74 % del volumen de raíz; además, se encontraron distribuciones de masa similares a las que menciona Fernández (1979), donde indica que, aproximadamente, del 57 al 75 % se encuentra en la parte superior

(0.5 m) y Ball-Coelho *et al.* (1992) encontraron que las masas totales fueron más grandes cerca del grupo del tallo que lejos de este. Estas diferencias espaciales fueron muy marcadas en las capas inferiores del suelo, y fueron encontradas por debajo de un metro.

Para la variedad MEX 69-290, en la repetición 1 el mayor porcentaje de raíces se encontró en los monolitos 1, 2, 3 y 4; en la repetición 2 se encontraron en los monolitos 1, 2, 5 y 6, y para la repetición 3, se encontraron en los monolitos 2, 3, 4 y 6. Para la variedad ATEMEX 96-40, la repetición 1, la de mayor porcentaje, se encontraron en los monolitos 2, 3, 7 y 10, para la repetición 2 se encontraron en los monolitos 2, 3, 5 y 6, y para la repetición 3 se encontraron en los monolitos 2, 3, 4, 6 y 7. Para la variedad MEX SFC 95-46, en repetición 1 podemos observar que el mayor volumen de masa radicular se ubica en los monolitos 2, 3 y 4; para la repetición 2, se encontraron en los monolitos 2, 3 y 4, y en la repetición 3, se encontraron en los monolitos 2, 3, 4 y 7.

Cuadro 1.
Resultados de materia seca (MS).

Variedades	Monolitos												Media de variedad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
V1 MEX 69-240	8.4	12.66	10.16	9.13	6.96	7.83	8.13	7.06	6.76	6.66	6.8	6.86	8.12b*
V2 MEX SFC 95-46	13.3	25.9	20.33	14.9	10.06	9.53	9.5	9.2	7.43	8.46	7.66	7.26	11.96a
V3 ATEMEX 96-40	8.13	13.16	19.76	9.43	7.13	7.83	9.5	6.93	6.56	6.76	7.13	6.76	9.09b
Media monolitos	9.94b*	17.24a	16.75a	11.15ab	8.05b	8.40b	9.04b	7.73b	6.92b	7.30b	7.20b	6.96b	
CV	40.43												
Prob. F	0.0001**												
Variedad	0.0003**												
Monolito	0.0001**												
Variedad*	0.2815												
Monolito	NS												
Dsm Variedad	2.22												
Dsm Monolitos	6.26												

Compactación del suelo Cambisol eútrico por el método del penetrometro de bolsillo

En el cuadro 2 se presentan los resultados de compactación de un suelo Cambisol eútrico, por el método del penetrómetro de bolsillo, se

encontró que no existe diferencia significativa para los factores: variedad (V), monolito (M) y la interacción variedad*monolito (V*M). Así mismo, se presentó un coeficiente de variación (CV) del 32.79 %, lo que indica una variación baja entre los datos de cada una de las variedades y monolitos, esto significa que para trabajos de campo es aceptable.

Cabe mencionar que hasta el momento no se cuenta con estudios realizados sobre los efectos que tiene la compactación del suelo en el desarrollo de masa radicular para el cultivo de caña de azúcar, así podemos concluir que las propiedades físicas de los suelos afectan la distribución vertical del sistema radicular, ya que a medida que la profundidad aumenta, el volumen de masa radicular disminuye, tal y como lo mencionan (Avilan *et al.*, 1978), donde describen que la presencia de una baja macro porosidad (2.6 %) entre los primeros 25 y 50 cm de profundidad, restringió la penetración radicular.

Cuadro 2.

Resultados de compactación de suelo por método de penetrómetro de bolsillo.

Variedades	Monolitos												Media de variedad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
V1 MEX 69-240	4.0	3.33	3.16	3.83	2.83	3.5	3.5	3.5	2.33	3	2.5	2.83	3.19a*
V2 MEX SFC 95-46	3.5	3.33	3	3.1	3.6	3	3.33	3.33	3	3	2.83	3.16	3.18a
V3 ATEMEX 96-40	3.3	3.5	3.5	3.0	3.3	3.16	3.16	3.5	1.83	3.16	3	3.00	3.12a
Media monolitos	3.61a*	3.38a	3.22a	3.33a	3.25a	3.22a	3.33a	3.44a	2.38a	3.05a	2.77a	3.00a	
CV	32.79												
Prob. F	0.095NS												
Variedad	0.951NS												
Monolito	0.543NS												
Variedad* Monolito	0.999NS												
Dsm Variedad	0.586												
Dsm Monolitos	1.65												

Conclusiones

Los hallazgos del estudio realizado indican que la variedad MEX SFC 95-46 cuenta con mayor potencial para establecimiento en un suelo

Cambisol eútrico, mostrando una producción de materia seca de entre 55-70 % (11.96 gr) a una profundidad de 30 cm, en comparación con las variedades MEX 69-240 y ATEMEX 96-40, con (8.12 y 9.09 gr). A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas, en cuanto a la compactación del suelo, se encontraron diferencias en cuanto al volumen y peso de raíces entre las variedades evaluadas, siendo la MEX SFC 95-46 la que mejor comportamiento mostró para las variables.

Referencias

- Avilan, R., Meneses, L. y Guadarrama, A. (1979). Estudio de los sistemas radiculares del Mango (*Mangifera indica* L.) y el grapefruit (*Citrus paradisi macfadyen*) cultivados en suelos de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 29(2), 173-183.
- Ball-Coelho, B., Sampaio, E. V. S. B., Tiessen, H. y Stewart, J. W. B. (1992). Root Dynamics in Plant and Ratoon Crops of Sugar Cane. *Plant and Soil*, 142(2), 297-305.
- Baquero, J. E., Ralisch, R., Medina, C. de C., Tavares Filho, J. y Guimarães, M. de F. (2012). Soil physical properties and sugarcane root growth in a red oxiso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(1), 63-70. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000100007>
- Salgado, G. S., Bucio, L. A. D., Riestra, D. D. y Lagunes, E. L. C. (2001). *Caña de azúcar: hacia un manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB. 349 p
- Sánchez, V. G., Obrador, O. J. J., Palma, L. D. J. y Salgado, G. S. (2003). Densidad aparente en un vertisol con diferentes agrosistemas. *Inter-ciencia*, 28(6), 347-351.
- Vera, I. A. (2005). Cultivo de caña de azúcar. En *Agricultura II*, (pp. 62-78).
- Villegas, F. T. (2010). Sistema radical de la caña de azúcar. *Revista Técnicaña*, (25), 25-29.

Rescate de cepas nativas de hongos en Campeche para la seguridad alimentaria: tasa de crecimiento *in vitro* de *Auricularia nigricans* en residuos lignocelulósicos locales

De la Cruz-Blanco, Geydi Mariela¹;
Gaitán-Hernández, Rigoberto²;
Flota-Bañuelos, Carolina^{1,3};
Casanova-Pérez, Lorena⁴
y Rosales-Martínez, Veronica^{1,3*}

¹ Postgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados, campus Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, Sihochac, C.P. 24450, Champotón, Campeche, México.

² Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073. México.

³ Investigadoras e Investigadores por México, CONACyT. Colegio de Postgraduados, campus Campeche; Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, carretera Huejutla-Chalahuiyapa, sin número, col. Tepoxteco, Huejutla de Reyes, Hidalgo. C.P. 43000. México.

*Autor de correspondencia:
vrosales@colpos.mx

Resumen

Entre los hongos comestibles comercializados a nivel mundial se encuentra el *Auricularia*, hongo comestible conocido comúnmente como oreja de madera. El objetivo fue evaluar una cepa del hongo *Auricularia nigricans*, nativa de Campeche, mediante pruebas de crecimiento *in vitro*, en residuos lignocelulósicos agrícolas locales. Los ejemplares fueron recolectados en el CITTFOR, el Tormento, Escárcega. La prueba de crecimiento micelial se realizó *in vitro* en tubos de ensaye con sustratos de aserrín de cedro (AC), aserrín de caoba, (ACA), rastrojo de maíz (RM), bagazo de caña (BC) y rastrojo de sorgo (RS). Los tubos se inocularon e incubaron en oscuridad a 25 °C, por 28 días, y se midió la tasa de crecimiento micelial cada tercer día; con los valores registrados se estimó la tasa de crecimiento (mm d^{-1}). Los tratamientos que presentaron menor tiempo para la invasión micelial fueron T9 y T10, al presentarse ésta a los ocho días de incubación; así mismo, el T1 empezó a tener mayor invasión micelial a partir del día 12, y se mantuvo con esta rapidez hasta el día 20 de incubación. Por tanto, se concluye que el residuo con mayor potencial para la producción de *Auricularia nigricans* fue el aserrín de caoba más rastrojo de maíz y aserrín de caoba más rastrojo de sorgo. Con esta práctica inicial se rescata una cepa nativa de hongo comestible en Campeche y se promueve, además, el aprovechamiento sostenible de residuos lignocelulósicos del estado.

Palabras clave

Aislamiento, colecta, hongos comestibles, *A. nigricans*.

Introducción

Entre los hongos comestibles comercializados a nivel mundial se encuentran cinco géneros, y son: *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia*, *Agaricus* y *Flammulina* (Sánchez y Royse, 2017, y Prescott *et al.*, 2018). *Auricularia* spp., es uno de los diez hongos producidos a escala industrial, cuyo género es el segundo con más alta producción (Bandara *et al.*, 2020). Estas especies son producidas a nivel comercial y su producción mundial supera los 6.2 millones de toneladas de hongos frescos por año (Mayett y Martínez-Carrera, 2019).

La mayor parte de la información sobre *Auricularia* señala que este género tiene sus orígenes en el Oriente, ya que se registraron cultivos de esta especie hace 2600 años (Matute *et al.*, 2011). A nivel mundial el *A. auricula* es el tercer hongo más cultivado, seguido de *A. fuscosuccinea* y de *A. polytricha* (Bandara *et al.*, 2020, y Royse *et al.*, 2016); *Auricularia* córnea es una de las principales especies más cultivadas y comercializadas en Asia. En China, la producción anual en 2011 alcanzó casi 4.9 millones de toneladas (Wu *et al.*, 2013), y para el año 2020 obtuvo una producción anual de alrededor de 8 millones de toneladas (Khan *et al.*, 2020). En México, la producción de hongos comestibles anualmente se estima en 50 mil toneladas, con un valor aproximado de 120 millones de dólares. Por tanto, el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar una cepa nativa de Campeche del hongo *Auricularia nigricans*, mediante pruebas de crecimiento *in vitro*, en residuos lignocelulósicos agrícolas locales.

Materiales y método

Los ejemplares fueron recolectados en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal, el Tormento, en Escárcega, Campeche; se identificaron taxonómicamente en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el Dr. Sigfrido Sierra Galván; posteriormente, se realizó el aislamiento en medios de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) y Extracto de Malta (EMA); se elaboró inóculo mediante dos técnicas de tratamiento, utilizando la semilla de mijo por inmersión y precocido a 70 °C con diferentes suplementos y se incubó a 25 °C en completa oscuridad. Después, se realizó una prueba de crecimiento micelial *in vitro* en tubos de ensaye con cinco diferentes sustratos. Para la estimación de la tasa de crecimiento se utilizaron los siguientes sustratos y sus combinaciones:

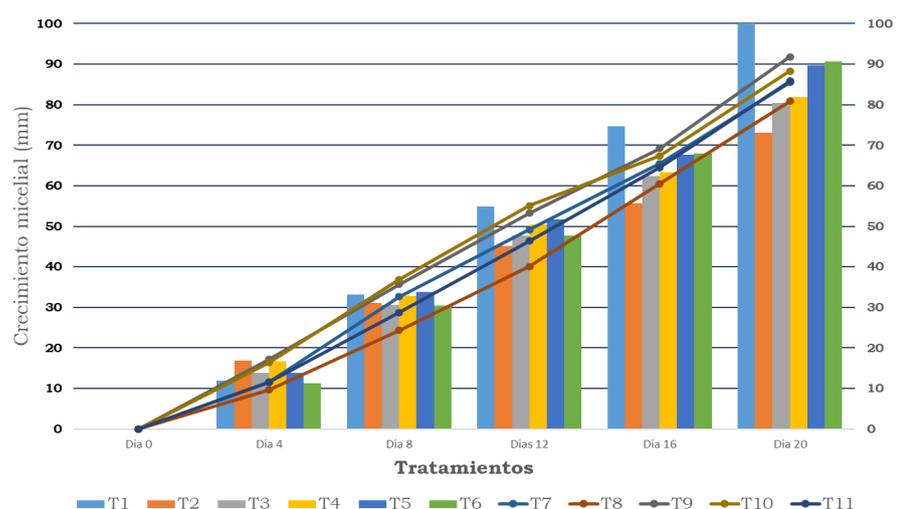
aserrín de cedro (AC), aserrín de caoba, (ACA), rastrojo de maíz (RM), bagazo de caña (BC), rastrojo de sorgo (RS) y las mezclas en proporción 50/50 de AC-RM, AC-RS, AC-BC, ACA-RM, ACA-RS y ACA-BC, haciendo un total de 11 tratamientos con 7 repeticiones; los tubos se inocularon e incubaron en oscuridad a 25 °C, por 28 días, y se midió la tasa de crecimiento micelial, cada tercer día; con los valores registrados se estimó la tasa de crecimiento (mm d^{-1}) (Carreño-Ruiz *et al.*, 2014).

Resultados y discusión

De acuerdo con el análisis de varianza del crecimiento micelial de los 11 tratamientos, se observaron significancias entre ellos. Los tratamientos que presentaron menor tiempo para la invasión micelial fueron T9 y T10, al presentarse ésta a los ocho días de incubación; así mismo, el T1 empezó a tener mayor invasión micelial a partir del día 12, se mantuvo con esta rapidez hasta el día 20 de incubación, comparado con los demás tratamientos. Por el contrario, los tratamientos que presentaron invasión micelial de manera más lenta fueron al día 4 el T6, al día 8 y 12 el T8, y al día 16 y 20 el T2 (figura 1). Se observaron variaciones en el crecimiento de invasión del micelio sobre los diferentes sustratos evaluados. El sustrato en donde el micelio tuvo un desarrollo más rápido fue en el rastrojo de sorgo y de maíz, ya que se observó el mayor crecimiento durante los 40 días de incubación (figura 1), esto coincide con resultados reportados por Sierra *et al.* (2002).

Figura 1.

Comportamiento del crecimiento micelial de *Auricularia nigricans* en diferentes sustratos.



Como se muestra en el cuadro 1, de acuerdo con la comparación múltiple de medias y el análisis de varianza realizado, se encontró que existe significancia en el crecimiento de la cepa en los diferentes residuos lignocelulósicos ($p < 0.00$) a los 12 y 20 días de incubación. Se obtuvo que el T1 (RM) fue estadísticamente diferente al resto, con un crecimiento promedio mayor, debido a que presentó el mayor crecimiento micelial para el día 12 y 20 con 54.62 ± 1.84 mm y 100.17 ± 0.00 mm, respectivamente. Los tratamientos con menor invasión micelial, a los 12 días, fueron el T2 (AC) y T8 (AC+BC) con 44.99 ± 3.63 y 40.10 ± 4.74 mm, respectivamente. A los 20 días los tratamientos T3 (ACA) y T2 (AC). Carreño-Ruiz *et al.* (2014) reportaron para *A. fuscosuccinea* una tasa de crecimiento promedio de 6 mm d^{-1} en la hoja de plátano, no obstante, al realizar combinaciones de aserrín con hoja de plátano, cáscara de coco y cáscara de cacao se obtuvo un crecimiento de 5.56-9.5.

Cuadro 1.

Crecimiento micelial de *Auricularia nigricans* en diferentes residuos lignocelulósicos los 12 y 20 días de incubación.

	Día 12	Día 20
Tratamiento	Media \pm Σ	
T1=RM	54.62 ± 1.84^a	100.17 ± 0.00^a
T2 = AC	44.99 ± 3.63^f	72.93 ± 40.17^g
T3= ACA	47.47 ± 2.29^{de}	79.96 ± 2.55^f
T4= BC	50.19 ± 1.88^{cd}	81.62 ± 6.68^{ef}
T5=RS	51.49 ± 2.19^{bc}	89.37 ± 3.19^{bc}
T6=AC+RM	47.80 ± 4.86^{de}	92.28 ± 1.77^b
T7=AC+RS	49.09 ± 6.09^{de}	84.81 ± 3.60^{de}
T8 = AC+BC	40.10 ± 4.74^g	80.72 ± 2.28^f
T9= ACA+RM	53.43 ± 5.19^{ab}	91.35 ± 3.79^b
T10=ACA+RS	54.63 ± 2.19^a	89.17 ± 3.63^{bc}
T11=ACA+BC	46.08 ± 5.20^{ef}	86.22 ± 2.18^{cd}

a, b, c, d, e, f Literales diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Los valores son medias \pm desviación estándar.

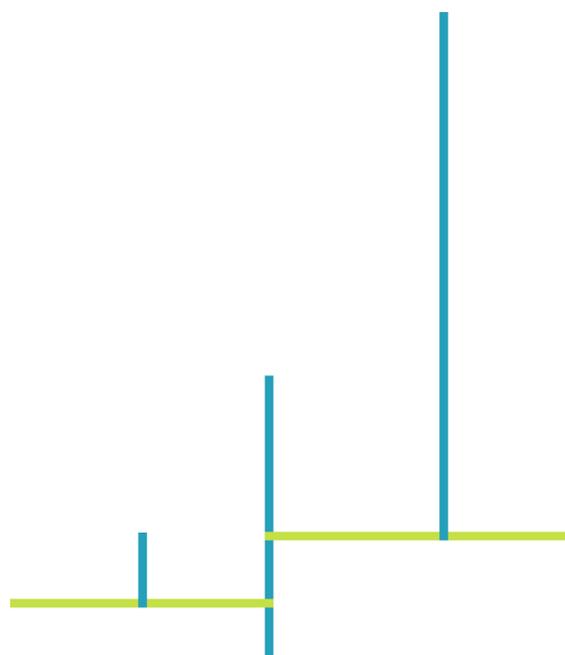
Conclusión

La identificación de sustratos potenciales para la producción del hongo nativo *Auricularia nigricans* es un paso importante para el proceso de supervivencia y rescate de los hongos silvestres nativos de esta especie, ya que son considerados recursos fúngicos alimentarios importantes a nivel mundial; además, se generan formas de aprovechamiento sostenible y revaloración de residuos lignocelulósicos del estado para la seguridad alimentaria, generando un impacto social y ecológico positivo.

Referencias

- Bandara, A. R., Mortimer, P. E., Vadthananat, S., Xingrong, P., Karunarathna, S. C., Hyde, K. D., Kakumyan, P. y Xu, J. (2020). First successful domestication of a white strain of *Auricularia cornea* from Thailand. *Studies in Fungi*, 5(1), 420-434.
- Carreño-Ruiz, S. D., Capello-García, S., Gaitán-Hernández, R. y Edmundo, J. C. B. (2014). Crecimiento de tres hongos comestibles tropicales en medios de cultivo y residuos agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(8), 1447-1458.
- Khan, A. A., Fangjie, Y., Idrees, M., Lu, L., Fang, M., Wang, P., Wan-Zhu, J. y Zhang, Y. Z. (2020). A comparative study of growth, biological efficiency, antioxidant activity and molecular structure in wild and commercially cultivated *Auricularia cornea* strains. *Folia Horticulturae*, 32(2), 255-264.
- Prescott, T., Wong, J., Panaretou, B., Boad, E., Bond, A., Chowdhury, S., Davies, L. y Ostergaard, L. (2018). State of the World's Fungi. *Royal Botanic Gardens Kew*, 1-12.
- Mayett, Y. y Martínez-Carrera, D. (2019). El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México. *Biblioteca Básica de Agricultura*, (18), 293-329.
- Matute, R. G., Figlas, D., Postemsky, P., Balogh, G. y Curvetto, N. (2011). Hongos comestibles y medicinales. *La ciencia Hoy*, 20(120), 1-8. Conicet.
- Royse, D. J., Baars, J. y Tan, Q. (2016) Current overview of mushroom production in the world. En D. C. Zied (Ed.) *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. John Wiley and Sons.
- Sánchez, E. y Royse, D. J. (2017). Producción mundial de setas *Pleurotus* spp. con énfasis en países Iberoamericanos. En *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus* spp. El Colegio de la Frontera Sur, (15), 352 p.
- Sierra, F. J., López, D. T. y Eiroa, G. J. (2002). *Las setas cultivadas*. Sociedad Micológica Leonesa "San Jorge".

Wu, Q., Tan, Z. P., Liu, H. D., Gao, L., Wu, S. J., Luo, J. W., Zhang, W. Z., Zhao, T. L., Yu, J. F. y Xu X. H. (2013). Caracterización química de *Auricularia auricula* polisacáridos y su efecto farmacológico sobre las actividades de las enzimas antioxidantes del corazón y la función del ventrículo izquierdo en ratones de edad avanzada. *International Journal of Biological Macromolecules*, (46), 284-288.



Sustentabilidad económica, ambiental y sociocultural del agroecosistema caña de azúcar de Sihochac, Champutón, Campeche

Candelario-Rosales, Lizbeth Lucía¹;
Rosales-Martínez, Verónica^{1,2*};
Ávila-Bello, Carlos Héctor³;
Fraire-Cordero, Silvia^{1,2}
y Flota-Bañuelos, Carolina^{1,2}

¹ Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, Colegio de Postgraduados, campus Campeche.

² Investigadoras e Investigadores por México-Colegio de Postgraduados Campeche, carretera Haltunchén-Edzná, km 17.5, Sihochac, Campeche, México, C.P. 24450.

³ FISPA. Universidad Veracruzana, Acayucan, carretera costera del Golfo, km 220, col. Agrícola, C.P. 96100.

*Autor de correspondencia:
vrosales@colpos.mx

Resumen

El agroecosistema (AES) es considerado un modelo conceptual de la realidad agrícola. No obstante, en ocasiones, en estos AES se realizan prácticas de manejo poco adecuadas para el cuidado del medio ambiente, como es el caso de la caña de azúcar, dado que requiere gran cantidad de agroquímicos y de la práctica de quema para su producción, pero ¿qué es un cultivo de importancia económica para muchas regiones del país, y específicamente para el municipio de Champotón, Campeche? Se determinó el índice de sustentabilidad general (ISG) del AES caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de Sihochac, Champotón, Campeche. El tamaño de muestra se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas. Se aplicó una encuesta a 70 productores, a través de un cuestionario con preguntas de cerradas. Para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad se consideró la dimensión económica, ambiental y sociocultural, mediante la metodología de MESMIS, hasta tener un índice de sustentabilidad general (ISG) para cada AES. La dimensión sociocultural fue la que presentó un indicador de sustentabilidad más alto con 2.26, seguido de la dimensión económica con 2.15, la dimensión ambiental con 0.44 y un ISG de 1.62. Se concluye que el AES caña de azúcar no es sustentable de manera general, y en la dimensión ambiental, pero lo es de manera media en la económica y sociocultural. Hacen falta prácticas de manejo más sustentable para este AES y así equilibrar al menos estas tres dimensiones de importancia para contribuir a AES cañeros más sustentables.

Palabras clave

Índices de sustentabilidad, cultivo agrícola, *Saccharum officinarum*.

Introducción

La sustentabilidad es un concepto definido como la producción de bienes y servicios para la satisfacción de las necesidades humanas, que garantice una mejor calidad de vida a la población en general, con tecnologías limpias en una relación no destructiva con la naturaleza y la participación de la ciudadanía en las decisiones del proceso de desarrollo (Zarta, 2017, y Sánchez, 2019). En la actualidad, la agricultura difícilmente se ajusta a este tipo de proceso, al seguir practicándose de manera convencional, y se enfoca principalmente en la dimensión económica, causando que los sistemas agrícolas se desarrollen en un contexto de cambio climático, degradación de suelos, contaminación ambiental y escases de recursos, lo que ha generado la necesidad de conocer el nivel de sustentabilidad de los diversos agroecosistemas y, a su vez, el desarrollo de diversos métodos de evaluación, entre ellos el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), que ha sido utilizado internacionalmente (Maserá *et al.*, 1999, y Arnés *et al.*, 2018).

En particular, el (AES) cañero es considerado no sustentable a causa del uso de gran cantidad de productos sintéticos que requiere para su desarrollo y la quema que se realiza antes de la cosecha (FIRA, 2010, Vilaboa y Barroso, 2013). Sin embargo, posee gran importancia económica-social para México, en específico para el estado de Campeche, debido a que ocupa el tercer lugar en superficie sembrada, después del maíz y el arroz, de donde aproximadamente 13 500 familias obtienen su sustento (SAGARPA, 2015, y SIAP, 2021). Por ello, el objetivo de esta investigación fue conocer el grado de sustentabilidad del agroecosistema cañero de la comunidad de Sihochac, perteneciente al municipio de Champotón, en Campeche, a través del análisis y evaluación de indicadores de índole económica, ambiental y sociocultural.

Materiales y método

Área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad de Sihochac, que se encuentra a 19° 13' 53" LN y 90° 36' 13" LO, a una altitud 19 m, perteneciente al municipio de Champotón, Campeche, lugar característico por poseer traspatios cultivados. En Sihochac viven 2 631 personas, de las cuales 1 339 son masculinos y 1 292 femeninos.

Métodos utilizados

Los indicadores para la evaluación se construyeron de acuerdo con los criterios del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) postulado por Masera *et al.* (1999), considerando aspectos económicos, ambientales y socioculturales de los diversos agroecosistemas cañeros de la comunidad. La información correspondiente para cada uno fue obtenida a través de un cuestionario con preguntas cerradas, construido a partir del método propuesto por Sarandón (2002) y Sarandón *et al.* (2006), la cual se interpretó de acuerdo con lo postulado por estos mismos autores mediante la obtención de los índices de sustentabilidad de cada dimensión, así como en forma general.

El tamaño de muestra utilizado se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas, tomando N de la información proporcionada por el presidente de la Confederación Nacional Campesina (CNC) del municipio de Champotón, Campeche. En este sentido, la encuesta fue aplicada a 70 productores. Los datos se analizaron con un paquete estadístico Excel.

Resultados y discusión

El agroecosistema alcanzó 1.68 puntos como índice de sustentabilidad general (ISGen), por lo que no es sustentable, de acuerdo con el criterio de Sarandón (2002) y Sarandón *et al.* (2006) (cuadro 1). Bajo esta misma pauta, se observó que la dimensión ambiental no es sustentable con 0.57 y la económica y sociocultural apenas sobrepasan el valor medio de las escalas de medición con valores 2.14 y 2.32, respectivamente. Lo anterior se debe a que el manejo del cultivo se realiza con una gran cantidad de energía externa al sistema, en especial, herbicidas y fertilizantes que son provistos por el ingenio La Joya, pero con grandes descuentos económicos, reflejados en el talón de pago al momento de entregar la cosecha de su producto. Ribón *et al.* (2003) declaran que el AES caña de azúcar no es sustentable, después de evaluar uno del área cañera del ingenio Santa Rosalía, en Tabasco, México. Al respecto, Chamorro y Sarandón (2021) señalan que las diversas condiciones de suelos, y la tecnología empleada en cada territorio, tienen importantes efectos al grado de la sustentabilidad, influyendo en diferentes componentes y/o bienes comunes; sin embargo, Lang-Ovalle *et al.* (2011) no encontraron

diferencias estadísticas entre diversidad y abundancia (de hormigas y anélidos) al comparar un AES cañero con uno de mango, debido a que la macrofauna fue tolerante a condiciones de manejo del AES de caña de azúcar, por lo que el tipo de agroecosistema, ya sea de mango o de caña de azúcar, no tuvo efecto significativo en la incidencia y abundancia de lombrices, termitas y miriápodos. Aunado a lo anterior, el índice general (ISGen), obtenido en esta evaluación, es similar al que reportaron Jácome *et al.* (2020) al evaluar la sustentabilidad del manejo de recursos naturales en la microcuenca del río Yungañán, en los andes ecuatorianos en donde este alcanzó un valor de 1.86.

Cuadro 1.

Valores de los índices de sustentabilidad económica, ambiental, sociocultural y general del AES de caña de azúcar, de Sihochac, Champotón, Campeche.

Dimensión	Valor
Económica ISE	
A Costo/beneficio	2.14
B Pérdidas en el cultivo	
C Actividades extrafinca	
Ambiental ISA	
A Conservación de recursos	0.57
B Variedades sembradas	
Sociocultural ISSC	
A Acceso a créditos por año	
B Satisfacción de las necesidades básicas	
C Satisfacción de los productores con el agroecosistema	
D Asistencia a talleres de capacitación	2.32
E Productores apoyados por el ingenio para la productividad	
F Participación en grupos	
G Núm. programas sociales	
H Relación con los miembros de la comunidad	
Índice de sustentabilidad general ISGen	1.68

Conclusiones

El AES caña de azúcar de la localidad de Sihochac no es sustentable, de acuerdo con el ISGen obtenido, debido a que presentó un valor de 1.68. Si bien, al comparar las tres dimensiones, económica, ambiental y socioeconómica, esta última presentó el mayor valor; sin embargo, es un nivel medio (2.32), seguido por la ISE con un valor de 2.14 y del ISA con 0.57. Por lo antes descrito, es necesario implementar medidas de conservación, como el uso de variedades más resistentes a plagas y enfermedades que requieran menor cantidad de productos sintéticos, usar abonos orgánicos y/o promover la cosecha en verde de la caña de azúcar. En el aspecto sociocultural, se deben promover las relaciones sociales a través de la organización de productores, y apoyos más justos y solidarios, tanto de miembros como de representantes de grupos.

Es necesario que se establezcan precios más justos y competitivos en este sector para que los productores cañeros que dependen de esta actividad aumenten sus ingresos por esta labor y puedan acceder a mejores condiciones de vida junto a su familia.

Referencias

- Astier, M. y Arnés., E. (2018). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos*. UNESCO y Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chamorro, A. M. y Sarandón, S. J. (2021). Evaluación de la sustentabilidad de tres secuencias de doble cultivo en el partido de Tres Arroyos (Argentina) bajo diferentes condiciones de suelo y nivel tecnológico. *Revista de la Facultad de Agronomía, La plata*, 120(2), 1-16.
- FIRA. (2010). *Producción sostenible de caña de azúcar en México* [Boletín informativo], núm. 11. Grupo editorial Edgar Torres Garrido. Recuperado de <https://docplayer.es/31307609-Fira-boletin-informativo-nueva-epoca-num-11-ano-produccion-sostenible-de-cana-de-azucar-en-mexico.html>
- Jácome, E., Rodríguez, A. y Hernández, M. R. (2020). Sustainability assessment of natural resource management in the Yungañan river micro-basin in the Ecuadorian Andes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23(3), 1-14.
- Lang-Ovalle, F., Pérez-Vázquez, A., Martínez-Dávila, J. P., Platas-Rosado, D. E., Ojeda-Enciso, L. A. y González-Acuña, I. J. (2011). Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. *Terra latinoamericana*, 29(2), 169-177.

- Masera, O., Astier, M. y López, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS.GIRA-Mundi-prensa.*
- Ribón, M. A., Salgado, S., Palma, D. J. y Lagunes, L. C. (2003). Propiedades químicas y físicas de un vertisol cultivado con caña de azúcar. *Inter-ciencia*, 28(3), 154-159.
- SAGARPA. (2015). *Agenda agrícola de campeche (2a. ed.)*. México.
- Salgado, S. R. (2014). Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios Sociales*, XXIII, (45), 114-140.
- Sánchez, G. (2019). *¿Qué significa sustentabilidad?* https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501_QueeslaSustentabilidad_VictorSS.pdf
- Sarandón, S. J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas.
- Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, (1), 19-28.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *Agenda agrícola de campeche (2a. ed.)*.
- SIAP. (2021). *Avance de siembras y cosechas*. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- Vilaboa, I. y Barroso, L. A. (2013). Contaminación ambiental por quema de caña de azúcar: Un estudio exploratorio en la región central del estado de Veracruz [Memoria de ponencias]. En *Think Green 2013: Crecimiento verde, retos y oportunidades para México*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Central de Veracruz.
- Zarta, P. (2017). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rosa*, (28), 409-423.

Efecto de la defoliación temprana y tardía en el rendimiento de caña de azúcar en el ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa

Suarez-Ramírez, L.¹;
Córdova-Sánchez, S.^{1*};
Villegas-Hernández, M. M.²
y Obrador-Olan, J. J.²

¹ Universidad Popular de la Chontalpa, División de Ciencias Básicas e Ingenierías. CA-QVyDS, carretera. Cárdenas-Huimanguillo, km 2, Cárdenas, Tabasco, C.P. 86500. México.

² Colegio de Postgraduados, campus Tabasco, Área Ambiental y Ciencia Vegetal. Group MASCANA-CP. H. Cárdenas, Tabasco, C.P. 86500, México.

*Autor de correspondencia:
sacorsa_1976@hotmail.com

Resumen

La defoliación es una alternativa en el manejo agronómico para mejorar el rendimiento de caña de azúcar. El objetivo fue evaluar la defoliación temprana y tardía en el cultivar CP-72-2086 en el ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa. Se utilizó un diseño factorial 2 x 3 (dos foliaciones (temprana y tardía) y tres edades), más un tratamiento testigo sin defoliación; se generaron 7 tratamientos que se distribuyeron en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos que presentaron el mayor número de tallos por metro lineal fueron los de defoliación a los ocho y nueve meses (13.38 y 12.50 núm. tallo ml). La defoliación temprana a tres y cuatro meses, y defoliación tardía de nueve meses, presentaron el mayor peso de tallo (1.11, 1.08 y 1.08 kg). El peso de tallo sin punta y hojas, defoliación temprana a tres y cuatro, y defoliación tardía a nueve meses, obtuvieron el mayor peso (0.83, 0.82 y 0.82 kg). El mayor número de entrenudo, fibra y bajos azúcares, fueron los reductores de defoliación temprana a tres meses (23.94) y (12.64 % y 0.86 red). El mayor diámetro de la defoliación a ocho y nueve meses (2.61 y 2.52 cm). La defoliación a nueve meses presentó un mayor rendimiento (tallo y hojas) y tallo sin hojas (103.13 y 77.09 t.ha⁻¹). Las mayores puntas frescas y calidad de jugo se obtuvieron en la defoliación temprana a cinco meses (28.02 t.ha⁻¹) y (18.26 °, 16.32 ° y 89.39 %). El mayor porcentaje de tallo se presentó en la defoliación tardía (76.54 %) y mayor porcentaje de puntas en la defoliación temprana (26.87 %). En general el tallo representa el 74 % con respecto al total de biomasa que produce la caña de azúcar para un tallo. En general, se puede decir que ningún tratamiento de defoliación causó efecto. La defoliación de las hojas no causó algún efecto

negativo, debido a que presentó resultados semejantes al testigo; no así, para la defoliación temprana que disminuyó el largo de tallo.

Palabras clave

Defoliación, características biométricas, caña de azúcar.

Introducción

Se ha investigado sobre metodologías para mejorar los resultados en producción y sacarosa, principalmente el manejo agronómico de la caña de azúcar, dentro de las actividades más importantes es el área foliar, pues la cantidad de hojas que se producen durante su ciclo de crecimiento son más de las necesarias (Calderón, 2020). La quema de caña antes de la cosecha es cada vez más cuestionada debido a preocupaciones ambientales. La cosecha de caña sin quemar o verde, ya sea por medios mecánicos o manuales, aumenta las impurezas a los ingenios azucareros, ocasionando pérdidas en la recuperación de azúcar y aumento de los costos de transporte. La característica de autodefoliación, en la que las hojas caen naturalmente a medida que la caña madura, ofrece el potencial para facilitar la cosecha de caña verde, aunque existen algunos cultivares con defoliación muy baja (Cock *et al.*, 1997). Las defoliaciones completas en caña de azúcar, en la temporada de crecimiento, pueden no presentar efectos reveladores en la productividad de la caña; sin embargo, es imposible generar información necesaria sobre el manejo del área foliar para generar fotosíntesis y producción de sacarosa (Degaspari *et al.*, 1980). Se ha reportado que la defoliación del 40 % de hojas, realizada una sola vez en el mes de junio, aumenta los rendimientos y calidad de la caña (Islam *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar la defoliación temprana y tardía en el cultivar CP-72-2086 en el ingenio Santa Rosalía, de la Chontalpa.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una parcela comercial en el ejido San Benito, propiedad Jeremías Suárez García, Cunduacán, Tabasco. Se efectuó en condiciones de temporal, durante el ciclo de cultivo de soca y zafra 2021-2022.

Diseño experimental. Para generar los tratamientos se utilizó un diseño factorial 2 x 3 (dos foliaciones -temprana y tardía- y tres edades), más

un tratamiento testigo sin defoliación, se generaron siete tratamientos, se distribuyeron en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela de estudio fue de seis surcos de siete metros de longitud y un espacio entre surco de 1.3 metros, la unidad experimental de 54 m², la parcela útil de 13 m² y el tamaño del experimento de 1 528.8 m².

Variables biométricas

Número de tallos. El conteo total de tallos (núm. m⁻¹ lineal) se realizó en cada una de las 28 unidades experimentales, se realizó en la parcela útil, en dos surcos de cuatro cinco de longitud. Se llevó a cabo a los 12 meses, dos días antes de la cosecha.

Peso de un tallo completo (kg). Se pesaron 13 tallos con puntas, vainas y hojas en una báscula Torrey® de plataforma con una capacidad de peso de 500 kg; posteriormente, el peso total se dividió entre el número de tallos, que dio como resultado el peso de un solo tallo.

Peso de un tallo sin punta y restos de hojas. A los 13 tallos utilizados para el peso completo de un tallo de caña de azúcar se les eliminaron las puntas, vainas y hojas; posteriormente, se pesaron en una báscula Torrey® de plataforma con una capacidad de peso de 500 kg; después, el peso total se dividió entre el número de tallos, que dio como resultado el peso de un solo tallo.

Número entrenudos. A los 13 tallos utilizados para las variables anteriores, se les contó el número de entrenudos; posteriormente, se realizó la suma de los entrenudos y se dividió entre el número de tallos utilizado y dio como resultado un promedio de entrenudos por tallo.

Diámetro y longitud del tallo. Se realizó al momento de la cosecha, se tomaron 13 tallos en la parcela útil, y la medición del diámetro se realizó en la parte central, con un vernier digital marca Sure Bilt®. La medición de la altura o longitud se realizó en los tallos utilizados en la medición del diámetro; para ello, se utilizó un flexómetro de la marca Truper®.

Calidad de jugo. La prueba se realizó al momento de la cosecha, extrayendo jugo de los 13 tallos en el laboratorio de campo del ingenio Santa Rosalía, de la Chontalpa, por el método de Pol ratio. Los parámetros fueron: a) Pol (%) en caña que es igual al contenido de sacarosa en

caña; b) Grado Brix, corresponde al porcentaje de sólidos solubles presentes en caña; c) La pureza es la relación porcentual entre los grados Pol y los grados Brix de un tallo de caña; d) Fibra es el contenido de material lignocelulósico en una caña, y f) Los azúcares reductores son los que están presentes por naturaleza en la composición de la caña, entre ellos, la glucosa y la fructosa.

Rendimiento con y sin punta. Se utilizaron 13 tallos de cada uno de los surcos de la parcela útil para esta medición, a los cuales se les eliminó la punta en la sección 8-10; posteriormente, se pesaron en una báscula digital Torrey® de 500 kg de capacidad; de acuerdo con la densidad de siembra y el número de tallos por metro lineal, se sacaron los rendimientos por hectárea.

Resultados y discusión

Número de tallos por metro lineal

De acuerdo con los resultados del cuadro 1, para el número de tallos por metro lineal, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, entre defoliación temprana y defoliación artificial tardía ($p>0.05$), con respecto al testigo. Los tratamientos que presentaron el mayor número de tallos por metro lineal fueron los de defoliación a los ocho y nueve meses (13.38 y 12.50 núm. tallo ml). Así mismo, se encontró que el tratamiento de defoliación temprana, a los tres meses presentó el menor número de tallos por metro línea (10.19). Estos resultados son inferiores a los encontrados para este cultivar establecido en un suelo Acrisol húmico-gleyco en el ejido Ojo de Agua, de la División Batey, perteneciente al ingenio Central Motzorongo (Zuaznabar-Zuaznabar *et al.*, 2013).

Peso de tallo completo

Para los resultados de peso completo de tallo no se encontraron diferencias significativas, teniendo para los tratamientos de defoliación temprana a tres y cuatro meses, y defoliación tardía de nueve meses, el mayor peso (1.11, 1.08 y 1.08 kg). El tratamiento de ocho meses presentó el menor rendimiento (0.94 kg). Los resultados de esta variable son similares a los encontrados por Arreola-Enríquez *et al.* (2004), aplicando una dosis de fertilización 12-60-60.

Peso de tallo

De acuerdo al peso de tallo, sin punta ni hojas, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, ni entre el factor de defoliación temprana y defoliación artificial tardía ($p > 0.05$). Obteniendo como resultado, para los tratamientos de defoliación temprana a tres, cuatro, y defoliación tardía a nueve meses, el mayor peso (0.83, 0.82 y 0.82 kg) y para poda a cinco meses el menor rendimiento (0.66 kg). Estos resultados son inferiores a los encontrados por Moreno *et al.* (2010) en el cultivar C 323-68.

Peso fresco follaje (puntas frescas y hojas secas)

Los resultados obtenidos de estas variables no presentan diferencias significativas, esto nos permiten observar que el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses y el testigo (0.33 y 0.37 kg) presentaron mayor peso; estos datos son similares a los que señala Moreno *et al.* (2010).

Número entrenudo

Con relación a los resultados encontrados en el cuadro 1, todos los tratamientos son similares a los reportados por Rodríguez *et al.* (2020) y mayores a los que se reportan para el cultivar CC 05-430 (Patiño, 2020), encontrando el mayor número de entrenudos en el tratamiento de defoliación temprana a tres meses (23.94).

Diámetro de tallo

Los resultados del diámetro de tallo no presentan diferencias significativas en el cultivar CP72-2086, presentando la defoliación a ocho y nueve meses el mayor diámetro (2.61 y 2.52 cm); estos resultados son iguales a los que menciona Zuaznabar-Zuaznabar *et al.* (2013) y menores a los que nos presenta Patiño (2020).

Longitud de tallo

El tratamiento de defoliación a los nueve meses y el testigo presentan igualdad en longitud del tallo, pero mayores al resto de tratamientos (2.14 m); estos resultados son iguales a los reportados para diez cultivares de caña (Rincón, 2005). La defoliación de las hojas no causó algún efecto negativo, debido a que presentó resultados semejantes al testigo; no así, para la defoliación temprana que disminuyó el largo de tallo.

Cuadro 1.

Características biométricas del cultivar CP-72-2086 en un suelo cambisol del ingenio Santa Rosalía.

Tratamientos	NT	PCT	PT	PFF	NE	DT	LT
	(ml)	(kg)	(Kg)	(kg)		(cm)	(m)
Defoliación 3 meses	10.19 a	1.11a	0.83a	0.28a	23.94a	2.41a	2.02a
Defoliación 4 meses	11.00 a	1.08a	0.82a	0.26a	19.17a	2.41a	1.85a
Defoliación 5 meses	11.63a	0.99a	0.66a	0.33a	22.92a	2.32a	1.88a
Defoliación 7 meses	10.50 a	0.98a	0.76a	0.22a	23.09a	2.40a	1.90a
Defoliación 8 meses	13.38 a	0.94a	0.72a	0.22a	19.08a	2.61a	2.01a
Defoliación 9 meses	12.50 a	1.08a	0.82a	0.27a	24.58a	2.52a	2.14a
Testigo	13.63 a	0.98a	0.73a	0.37a	25.34a	2.44a	2.14a
Promedio	11.83	1.02	0.76	0.28	22.58	2.44	1.99
Def. tem.	10.94a	1.06a	0.77a	0.29a	22a	2.38a	1.91a
Def. tardía	12.13a	1a	0.77a	0.24a	22.25a	2.51a	2.02ab
testigo	13.63a	0.98a	0.73a	0.37a	25.34a	2.44a	2.14b
C. V.	27.67	15.20	18.20	50.85	14.02	6.98	7.13
Probabilidad de F. To.	0.652NS	0.670NS	0.574SN	0.713NS	0.055NS	0.323NS	0.037SN
Probabilidad de F Def. tem. *Tardía	0.351	0.591	0.872	0.247	0.171	0.173	0.007
DMS To	7.524	0.357	0.319	0.323	7.278	0.392	0.327
DMS Def. tem. *Tardía	4.3603	0.2127	0.194	0.1838	4.0615	0.2186	0.1543

Def. tem.: defoliación temprana, NT: número de tallos, PCT: peso completo de tallo, PT: peso tallo, PFF: peso fresco follaje, NE: número de entrenudos, DT: diámetro del tallo, LT: longitud del tallo. Medias con literales iguales en una columna significa que no existe diferencia significativa, según la comparación de medias de Duncan ($p>0.05$) y NS = no significativa.

Biomasa total

Los datos reportados en el cuadro 2, para biomasa total (tallo más follaje), del cultivar CP-72-2086, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, ni entre el factor de defoliación temprana y defoliación artificial tardía ($p>0.05$). El tratamiento de defoliación a nueve meses presentó mayor rendimiento (103.13 t/ha^{-1}); estos resultados son superiores a la

biomasa de diez cultivares, reportado por Rincón (2005), e inferior a lo obtenido de cuatro cultivares por Rincón y Becerra (2020).

Rendimiento de tallo

Con respecto a los rendimientos de tallos sin punta y hojas, no presenta diferencias significativas entre tratamientos y los factores de defoliación temprana y tardía ($p > 0.05$), presentando mayor rendimiento de tallo el tratamiento de defoliación a nueve meses (77.09 t. ha^{-1}). Estos datos son superiores a los presentados por Rincón (2005) y Arreola-Enríquez *et al.* (2004).

Rendimiento de puntas frescas

De acuerdo con los resultados obtenidos entre tratamientos y factor de poda y defoliación artificial, no se encuentran diferencias significativas ($p > 0.05$), logrando el mayor rendimiento de puntas en el tratamiento de poda a cinco meses (28.02 t. ha^{-1}); estos resultados son superiores a los reportados por Arreola-Enríquez *et al.* (2004).

Porcentaje de tallos y puntas con respecto a una planta completa

En función a los resultados presentados para tratamientos y factor de defoliación temprana y tardía, no se encontraron diferencias estadísticas en proporción entre el porcentaje de tallo y punta. Los mejores tratamientos que presentaron mayor porcentaje de tallos fueron a los que se les dejaron seis hojas en cada planta a los siete y ocho meses de edad del cultivo (77.72 y 77.25 %). Con respecto al mayor porcentaje de puntas, el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses presentó el mayor rendimiento (32.48 %). Los porcentajes de tallos y puntas son similares a los encontrados para los cultivares 03CO-99 y 02CP-727, pero superiores a los porcentajes de los cultivares 202MEX55-32 y 24MEX68-136, presentados por Ramírez *et al.* (2014).

En comparación con los tratamientos de defoliación temprana y tardía, no se presentan diferencias estadísticas al compararlos con el testigo, aunque presentaron mayor porcentaje de tallo la defoliación tardía (76.54 %) y mayor porcentaje de puntas la defoliación temprana (26.87 %). En general el tallo representa el 74 %, con respecto al total de biomasa que produce la caña de azúcar para un tallo.

Cuadro 2.

Rendimiento de biomasa aérea (ha^{-1}) del cultivar CP-72-2086 en un suelo cambisol del ingenio Santa Rosalía.

Tratamientos	BT	T	PF	T	PF
	t. ha^{-1}	t. ha^{-1}	t. ha^{-1}	(%)	(%)
Defoliación 3 meses	88.14a	65.97a	22.17a	75.16a	24.84a
Defoliación 4 meses	92.24a	70.05a	22.19a	76.72a	23.28a
Defoliación 5 meses	87.61a	59.59a	28.02a	67.52a	32.48a
Defoliación 7 meses	79.42a	61.16a	18.26a	77.72a	22.28a
Defoliación 8 meses	95.65a	74.58a	21.07a	77.25a	22.75a
Defoliación 9 meses	103.13a	77.09a	26.04a	74.66a	25.34a
Testigo	101.58a	76.35a	39.08	74.17a	38.6a
Promedio	69.25536	25.25964	92.53786	74.74357	27.08
Poda	65.2a	24.13a	89.33	73.14a	26.87ab
Despaje	70.94a	21.79a	92.73	76.54a	23.46a
Testigo	76.35a	39.08a	101.58	74.17a	38.6b
C. V.	30.94	32.72	61.46	12.32	48.32
Probabilidad de F. To	0.907NS	0.868NS	0.589NS	0.753NS	0.526NS
Probabilidad de F. Def. tem*tardía	0.6777	0.1474	0.7771	0.6782	0.1326
DMS To.	65.813	52.081	35.688	21.161	30.079
DMS Tem*Tardía	31.247	19.76	39.771	12.696	16.562

Def. tem.: defoliación temprana, BT: biomasa total, T: tallo, PF: punta fresca. Medias con literales iguales en una columna significa que no existe diferencia significativa según la comparación de medias de Duncan ($p > 0.05$) y NS= No significativa.

Calidad de jugo; grados Brix

En relación con los datos presentados entre tratamientos, defoliación temprana y tardía, no se encontraron diferencias estadísticas en comparación con el testigo. Aunque el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses presentó mejores resultados (18.26 °Brix), seguidos por los tratamientos de defoliación temprana a los tres y cuatro meses (17.43 y 17.21 °Brix); estos resultados son iguales a los cultivares Ragnar, Puerto Rico 114, R. Dominicana 7511, y menores a los culti-

vares Sao Pablo 70t284, Mayari 5465, Janorú 6419, Puerto Rico 1141, Canal Point 821328 y africana 76F1.556 que presentaron valores superiores a los 19 grados Brix (Rincón, 2005).

Pol

En los valores presentados para Pol no se encuentran diferencias estadísticas entre los tratamientos de defoliación temprana y tardía, en comparación con el testigo, teniendo mayor grado de Pol el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses (16.32 Pol), seguido por el tratamiento de defoliación temprana a tres meses (15.49 %); estos datos son similares a los encontrados para el cultivar TUC77-42 e inferiores para los cultivares LCP 85-384, RA 87-3, CP 65-357, según Zossi *et al.* (2010).

En general, se puede decir que ningún tratamiento de defoliación causó efectos negativos en este parámetro, debido a que es el de mayor interés para las agroindustrias azucareras.

Pureza

Los resultados que se encuentran en el cuadro 3, para pureza del cultivar CP-72-2086, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, defoliación temprana y tardía ($p > 0.05$), presentando mejor pureza el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses (89.39 %); este rango cumple con los parámetros estándar para caña de calidad; así mismo, estos datos son mayores a los reportados para los cultivares Mex 69-290 y Mex 79-481, reportados por Aranda *et al.* (2019).

Fibra

En el contenido de fibra entre tratamiento, defoliación artificial temprana y tardía en el cultivar CP-72-2086, no se encontraron diferencias estadísticas entre ellos, mostrando mejor resultado el tratamiento de defoliación temprana a tres meses (12.64 %), seguido por el de cinco meses (12.77 fibra); estos datos se encuentran por debajo para los reportados por Aranda *et al.* (2019).

Azúcares reductores (red)

En función con los resultados presentados para azúcares reductores no se encontraron diferencias significativas entre tratamiento, defoliación artificial temprana y tardía. Tomando en cuenta que el tratamiento

de defoliación temprana a tres meses presentó los porcentajes más bajos para este parámetro (0.86 red), seguido por el tratamiento de cinco meses (0.91 %); estos resultados se encuentran por debajo a los presentados por Aranda *et al.* (2019).

Cuadro 3.

Calidad de jugo del cultivar CP-72-2086 en un suelo cambisol del ingenio Santa Rosalía.

Tratamientos	Grados Brix	Pol (grados)	Pureza (%)	Fibra (%)	Red.
Defoliación 3 meses	17.43a	15.49a	88.88a	12.64a	0.86a
Defoliación 4 meses	17.21a	14.61a	84.88a	13.45a	1.71a
Defoliación 5 meses	18.26a	16.32a	89.39a	12.77a	0.91a
Defoliación 7 meses	16.78a	14.61a	86.78a	13.12a	0.99a
Defoliación 8 meses	16.80a	14.82a	88.18a	13.28a	1.15a
Defoliación 9 meses	16.44a	14.40a	87.53a	13.16a	1.57a
Testigo	16.56a	14.20a	85.68a	13.05a	1.23a
Promedio	17.07	14.92	87.33	13.07	1.20
poda	17.63a	15.47a	87.72a	12.95a	1.16a
despaje	16.67a	14.61a	87.5a	13.19a	1.23a
testigo	16.56a	14.20a	85.68a	13.05a	1.23a
C. V.	7.21	8.65	2.51	3.77	52.10
Probabilidad de F.	0.424NS	0.296NS	0.074NS	0.298NS	0.399NS
Probabilidad de F. Def. tem.*Tardía	0.11	0.15	0.36	0.55	0.96
DMS To.	2.83	2.97	5.03	1.13	1.44
DMS Tem.*Tardía	1.55	1.69	3.25	0.68	0.86

Def. tem.: defoliación temprana, A. Red.: azúcares reductores. Medias con literales iguales en una columna significa que no existe diferencia significativa, según la comparación de medias de Duncan ($p > 0.05$) y NS = no significativa.

conclusión

Los tratamientos que presentaron el mayor número de tallos por metro lineal fueron los de defoliación a los ocho y nueve meses (13.38 y 12.50 núm. tallo ml); así mismo, se encontró que el tratamiento de

defoliación temprana, a los tres meses, presentó el menor número de tallos por metro línea (10.19).

La defoliación temprana a tres, cuatro meses y defoliación tardía de nueve meses presentó el mayor peso de tallo (1.11, 1.08 y 1.08 kg). El peso de tallo sin punta y hojas, los tratamientos de defoliación temprana a tres, cuatro, y defoliación tardía a nueve meses, obtuvieron el mayor peso (0.83, 0.82 y 0.82 kg). Para el peso fresco de follaje (puntas frescas y hojas secas) el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses y el testigo (0.33 y 0.37 kg) presentaron mayor peso.

El mayor número de entrenudos se presentó en el tratamiento de defoliación temprana a tres meses (23.94). El mayor diámetro de tallo se presentó en la defoliación a ocho y nueve meses (2.61 y 2.52 cm). El tratamiento de defoliación a los nueve meses y el testigo presentaron la mayor longitud de tallo (2.14 m). La defoliación de las hojas no causó algún efecto negativo, debido a que presentó resultados semejantes al testigo, no así, para la defoliación temprana que disminuyó el largo de tallo.

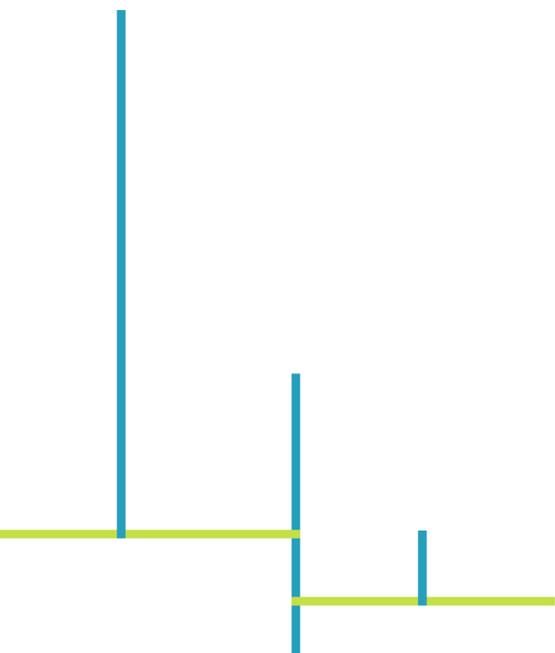
El tratamiento de defoliación a nueve meses presentó el mayor rendimiento (tallo y hojas) y tallo sin hojas (103.13 y 77.09 t. ha⁻¹). El rendimiento mayor de puntas frescas se obtuvo en el tratamiento de defoliación temprana a cinco meses (28.02 t. ha⁻¹). El mayor porcentaje de tallo se presentó en la defoliación tardía (76.54 %) y mayor porcentaje de puntas en la defoliación temprana (26.87 %). En general, el tallo representa el 74 % con respecto al total de biomasa que produce la caña de azúcar para un tallo.

El tratamiento de defoliación temprana a cinco meses presentó el mejor resultado de grados Brix, Pol y pureza (18.26 °, 16.32 ° y 89.39 %). En general se puede decir que ningún tratamiento de defoliación causó efectos negativos en este parámetro, debido a que es el de mayor interés para las agroindustrias azucareras. El contenido de fibra más alto y los azúcares reductores más bajos se encontraron en el tratamiento de defoliación temprana a tres meses (12.64 % y 0.86 red).

Referencias

- Aranda, I. E. M., Salgado, G. S., Ramos, J. J. A., Hernández, J. E. y Vargas, V. L. (2019). Cambios en la composición de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), entera, durante el almacenamiento post-cosecha. *Agro Productividad*, 12(7), 71-77.
- Arreola-Enríquez, J., Palma-López, D. J., Salgado-García, S., Camacho-Chiu, W., Obrador-Olán, J. J., Juárez-López, J. F. y Pastrana-Aponte, L. (2004). Evaluación de abono órgano-mineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 351-357.
- Calderón, A. V. L. (2020). Productividad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. Var. CC 01-1940) mediante el deshoje artificial en Pradera Valle del cauca, Colombia [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia, 69 p.
- Cock, J. H., Amaya, A., Bohorquez, C. y Munchmeyer, B. (1997). Simulation of production potential of self-defoliating sugarcane cultivars. *Field Crops Research*, 54(1), 1-8.
- Degaspari, N., Macedo, N., Botelho, P. S. M. y Mendes, A. D. C. (1980). Efeito do desfolhamento na producao de cana de acucar. *Brasil Acucareiro*, (96), 31-37.
- Islam, M. J., Rahman, M. A., Uddin, M. J., Hossain, M. I., Al-Amin, H. M., Razzak, M. A. y Reza, M. E. (2016). Effects of artificial defoliation on yield and quality of sugarcane. *Eco-friendly Agril. J.*, 9(07), 51-54.
- Moreno, A., Cárdenas, I., Zambrano, R., Darghan, E., Delgado, L. y Montilla, J. (2010). Determinación de biomasa forrajera en residuos de cosecha de caña de azúcar (spp. híbrido) *Saccharum*. *Agropecuaria*, 22(2), 68-73.
- Patiño, G. O. I. (2020). Incremento del crecimiento y desarrollo de la semilla de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. var. CC 05-430) como respuesta a la aplicación de ácido giberélico [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia, 74 p.
- Ramírez-Cathí, H., Martínez, A. C. S., Encina, F. B., Magaña, F. L., Lara, A. C., Álvarez, C. M. y González, J. M. (2014). Rendimiento, caracterización morfológica y bromatológica de la punta de caña de azúcar en la huasteca potosina, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 411-415.
- Rincón, C. A. (2005). Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(2), 60-68.

- Rincón, C. A. y Becerra, C. J. J. (2020). Respuesta agronómica de cuatro variedades de caña de azúcar en los llanos orientales de Colombia. *Acta Agronómica*, 69(2), 124-129.
- Zossi, B. S., Cárdenas, G. J., Sorol, N. y Sastre, M. (2010). Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (R. Argentina): Parte 1: caña limpia y despuntada. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 87(1), 15-27. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-30182010000100003&script=sci_abstract&tlng=pt
- Zuaznabar-Zuaznabar, R., Pantaleón-Paulino, G., Milanés-Ramos, N., Gómez-Juárez, I. y Herrera-Solano, A. (2013). Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FITO-MAS-E en el estado de Veracruz, México. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 47(2), 8-12. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223128548002.pdf>



Producción de huevo de aves criollas a dos intervalos de pastoreo en *Clitoria ternatea* L.

Vázquez-Mendoza, Paulina¹;
Rosas-Zecundino, David²;
González-Cerón, Fernando³;
Arbez-Abnal, Tomás Alexander¹
y Calzada-Marín, Jesús Miguel^{1*}

¹ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas, carretera Catazajá-Palenque, km 4, C.P. 29980, Catazajá, Chiapas.

² Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica-UAGro.

³Departamento de Zootecnia-Universidad Autónoma Chapingo.

*Autor de correspondencia:
miguel.calzada@unach.mx

Resumen

En la actualidad, el uso de forrajes como alimento alternativo representa una ventaja en los sistemas de producción avícola. *Clitoria ternatea* es una leguminosa tropical con excelentes características nutricionales, que podría ser utilizada para la alimentación de gallinas, sin embargo, existe poca información sobre su uso. El objetivo fue evaluar intervalos de pastoreo sobre la producción de huevo de gallinas criollas en praderas de *Clitoria ternatea*. Los tratamientos fueron intervalos de pastoreo (T1=0, T2=4 y T3=8 horas de pastoreo respectivamente). Las variables evaluadas fueron: huevos/gallina/semana (HGS), índice de puesta (IP) e índice CASI. Los resultados obtenidos mediante análisis de varianza (SAS, V9.4), para HGS e IP indican diferencias entre tratamientos ($P<0.05$), el T1 y T2 fueron similares y/o superiores al T3 en ambas variables, mientras que el mejor índice CASI lo presentó T2. Se concluye que el pastoreo de cuatro horas muestra los mejores resultados bajo las condiciones del estudio.

Palabras clave

Alimentación alternativa, productos diferenciados, costos de producción.

Introducción

La inseguridad alimentaria es un problema de prevalencia mundial. En México se ha presentado un aumento de la población en Oaxaca, Guerrero y Chiapas, con carencia de alimentos (Ávila-Curiel *et al.*, 2016). La avicultura de traspatio que provee huevo y carne contribuye a la seguridad alimentaria de poblaciones humanas marginadas;

por tradición, esta actividad forma parte de la cultura rural y representa hasta el 70 % de la producción de huevo y carne de ave, para autoconsumo en estas poblaciones, aunado a la generación de ingresos económicos eventuales (Cuca-García *et al.*, 2015). La especie más utilizada en traspatio es la gallina, dado que se adapta a condiciones ambientales hostiles, presenta ciclos productivos cortos y capacidad para producir huevo y carne (Juárez-Caratachea *et al.*, 2010).

Las tendencias de consumo actuales han virado los sistemas de producción intensivos al aumentar la demanda de productos alimenticios diferenciados. Dicha tendencia aplica a los alimentos de origen animal, incluyendo al huevo, el cual se ha diferenciado por su sistema de producción, ya sea en jaula, sistemas orgánicos, de gallina libre o bien en sistemas de pastoreo. Los sistemas de producción en pastoreo no son nuevos, la mayoría de las áreas rurales cuentan con estos sistemas, donde las gallinas permanecen libres y ahí obtienen alimento para sobrevivir. Actualmente, el uso de praderas como alimento alternativo representa una ventaja en los sistemas de producción avícola, debido a la reducción de costos alimenticios y bienestar animal que proporciona a las aves.

Clitoria ternatea es una leguminosa tropical con excelentes características nutritivas, sin embargo, no hay suficiente literatura en la que se mencione que se haya utilizado para pastoreo de aves y estimado su efecto en la producción. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar intervalos de pastoreo en praderas de *Clitoria ternatea* sobre la producción de huevo de gallinas criollas.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se realizó de enero a julio de 2019, en el Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, ubicado en las coordenadas 16° 44' 2.9'' LN y 99° 07' 47'' LO. El clima es cálido subhúmedo (aw) con precipitación de 1 100 mm anuales, temperatura media anual de 25 °C y 16 msnm (INEGI, 2009).

Animales y manejo

Se utilizaron 45 aves (gallinas) criollas de 18 semanas de edad, distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos (15 aves por tratamiento),

las cuales se alojaron en corrales separados para su resguardo. Previo inicio del periodo experimental se les procuró manejo zootécnico recomendado. Los tratamientos fueron intervalos de pastoreo (T1 = 0 h de pastoreo + 110 g ave⁻¹ día⁻¹ de alimento balanceado, T2 = 4 h de pastoreo + 82.5 g ave⁻¹ día⁻¹ de alimento y T3 = 8 horas de pastoreo + 55 g ave⁻¹ día⁻¹ de alimento). El área asignada a pastoreo fue de 10 m² por ave, de acuerdo con Thear (1990), distribuidas en dos parcelas. El agua se ofreció *ad libitum* en todos los tratamientos.

Variables evaluadas

El número de huevos por gallina por semana (HGS) se estimó durante 24 semanas a partir de la asignación a los tratamientos; el total de huevos por tratamiento se colectó diariamente y se registró la producción de huevos por corral para obtener el registro semanal. El índice de puesta (IP), conocido como porcentaje de postura, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Postura (\%)} = Q \cdot 100 / N \cdot k$$

Donde: Q = número de huevos en el periodo,

N = número de gallinas, k = número de días.

Los costos de producción (índice CASI) se estimaron mediante el índice del costo de alimentación sobre el ingreso, para calcular el costo de alimentación, se multiplicó el costo del alimento por el consumo de dicho alimento de 10 gallinas durante una semana. Para calcular el valor de la producción, se multiplicó el número de huevos que producen 10 gallinas en una semana por el costo de una pieza de huevo que fue de \$3.00 pesos debido a que fue el precio comercial en la región.

Análisis estadístico

Los datos de producción e índice de puesta se procesaron mediante análisis de varianza con el procedimiento PROC ANOVA del paquete estadístico SAS, V 9.4.

Resultados y discusión

La temperatura y precipitación promedio durante el periodo experimental fue de 33.2 °C y 110 mm respectivamente; dicha temperatura fue superior a la indicada dentro de la zona neutral térmica de las gallinas

ponedoras; a pesar de que son animales homeotermos, existen límites de temperatura ambiente (Gudev *et al.*, 2011). Bajo las condiciones del área experimental (>31 °C) las gallinas serían susceptibles a estrés por calor, lo que se podría reflejar en una reducción del consumo de alimento que llevara a no alcanzar a suplir los requerimientos energéticos y minerales necesarios para la producción de huevo, siendo afectada en primera instancia la tasa de postura (Felver-Gant *et al.*, 2012).

El número de HGS presentó diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre tratamientos, el T1 y T2 se comportaron igual y fueron superiores al T3 con 2.54 y 2.23 vs 1.01 huevos, respectivamente. Los datos del T1 y T2 fueron similares a los reportados por Jerez y Carrillo (2009), quienes encontraron con una dieta alternativa, una producción de 2.3 HGS en gallinas Rhode Island. Por su parte Antonio *et al.* (2011) reportaron 1.10 HGS, en un sistema de avicultura de traspatio al disponer de un área de pastoreo y complementando con desperdicios de cocina. Los datos obtenidos fueron parecidos a los encontrados en el T3; sin embargo, en el T1 y T2 fueron superiores debido, probablemente, a que las gallinas criollas utilizadas recibían 110 y 75 g de alimento comercial, lo cual complementaba en mayor medida sus requerimientos lo que se reflejó en una mayor producción.

Los resultados obtenidos del índice de puesta indican diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos durante el periodo experimental, el T1 y T2, resultaron estadísticamente iguales, pero superiores al T3 con 36.50, 31.98 y 14.48 %, respectivamente. Los resultados obtenidos en este trabajo son inferiores a los reportados por Sánchez *et al.* (2009) quienes reportaron posturas de 89.6 % en gallinas de la línea Bovans al ser complementadas con cinco ppm de butirato de sodio adicionado a una dieta balanceada que cubría sus requerimientos. Rodríguez *et al.* (2018) reportó porcentajes de postura del 82 % en gallinas de la línea Leghorn White, al incluir en su dieta hasta un 15 % de *Tithonia diversifolia* como alimento alternativo en los sistemas de producción avícola intensivos.

Los sistemas de traspatio son diferentes, ya que la producción depende de factores como el clima, el estado de las gallinas, alimentación, manejo y razas, son sistemas que han prevalecido y continúan siendo la principal fuente de alimento en zonas rurales; debido a que las razas criollas empleadas

en la investigación, así como las condiciones ambientales no son las óptimas para obtener producciones similares a los obtenidos en sistemas de producción intensiva, pudo haber afectado la presente investigación.

El índice CASI es una herramienta de evaluación económica de las explotaciones pecuarias. Este índice sirve para determinar la eficiencia económica de la alimentación de los animales, en relación con la producción y el valor de ésta. El costo de alimentación sobre el valor de la producción en explotaciones intensivas de aves de postura es de 67 %. El margen neto o utilidad del productor oscila entre el 8.3 y 9.4 %, los demás costos (mano de obra, empaque, agotamiento de las aves, etc.) representan del 23.6 al 24.7 %. Los indicadores económicos mencionados para la avicultura familiar de traspatio no se encuentran claramente en la literatura, por tal razón, solo se analizó el ingreso total y el costo de alimentación respecto al valor de la producción. Cuando el índice CASI es mayor al mencionado (67 %), disminuye el margen neto que le queda al productor para otros gastos y, por ende, la utilidad neta que percibirá.

En la presente investigación el índice CASI fue superior al 67 % en el T1 y T3. El T2 presentó el mejor índice CASI con 62.28 % que representó un costo de alimentación de \$41.83 pesos y un ingreso total de \$25.33 pesos del total del valor de producción (67.16). Sin embargo, el índice CASI en el T3 fue cercano a 100 %, lo cual se reflejó en ingresos insignificantes, donde únicamente alcanzó para pagar el costo del alimento.

Por medio del análisis del índice CASI, se corrobora que el pastorear gallinas en praderas de *Clitoria ternatea*, durante periodos de cuatro horas con su respectivo complemento de alimento, generarían mejores ingresos a los productores en este tipo de sistemas de producción.

Conclusión

Se concluye que la producción de huevo de aves criollas en pastoreo de praderas de *Clitoria ternatea* L., durante periodos de cuatro horas muestra el mismo comportamiento que las gallinas sin pastoreo en cuanto a las variables, número de huevos por gallina por semana e índice de puesta. El índice CASI reflejó que con periodos de pastoreo de cuatro horas se obtienen mayores ingresos.

Referencias

- Antonio, J., Orozco S. y Ramírez J. (2011). Contribución de la avicultura campesina en la disponibilidad alimentaria de familias indígenas del sureste mexicano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 69-78.
- Ávila-Curiel, A., Juárez, M. L., Del Monte, V. M., Ávila Arcos, M., Galindo Gómez, C. y Ambrocio Hernández, R. (2016). *Estado de nutrición en población escolar mexicana que cursa el nivel de primaria*. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
- Comisión Nacional del Agua (2019, 2 de septiembre). *Temperatura máxima promedio por entidad federativa y nacional*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Felver-Gant, J. N., Mack, L. A., Dennis, R. L., Eicher, S. D. y Cheng H., W. (2012). Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poultry Science*, (91), 1542-1551.
- Gudev, D., Popova-Ralcheva, S., Yanchev, I., Moneva, P., Petkov, E. y Ignatova, M. (2011). Effect of betaina on egg performance some blood constituents in laying hens reared indoor under natural summer temperatures and varying levels or air ammonia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(6), 859-866.
- Jerez S., M. P. y Carrillo R., J. C. (2009). Producción de huevo de gallinas Rhode Island Rojas bajo un sistema alternativo de traspatio. *Revista Brasileña de Agroecología*, 4(2), 656-659.
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J. y Santos-Ricalde, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 109 – 115.
- Rodríguez B., Savón L., Vázquez V., Ruíz, T. E. y Herrera, M. (2018). Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras. *Livestock Research for Development*, 30(56), 1-5.
- Thear, K. (1990). *Free-Range Poultry*. Farming Press. Miller Freeman UK Ltd 2 Wharfedale Road, Ipswich IPI 4LG, United Kindom, 179 p.
- Sánchez H., Posadas H., E., Sánchez R., E., Fuente M., B., Hernández E., J., Laparra V., J. L. y Ávila G., E. (2009). Efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas, sobre el comportamiento productivo, calidad de huevo y vellosidades intestinales. *Veterinaria México*, 40(4), 397-403.

**Aplicaciones del conocimiento
científico agropecuario, forestal
y acuícola con enfoque sustentable:
aportaciones desde el Sur-Sureste
mexicano**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Febrero, 2023



Febrero | 2023

