

Entomofauna floral del  
*(Helianthus annuus L.)*  
**girasol**  
cultivado en  
Cuautitlán Izcalli,  
Estado de México

pág. 9

Año 12 • Volumen 12 • Número 6 • junio, 2019

Rentabilidad de diez granjas porcícolas en 2018 de Tarimoro, Guanajuato, México	3
La adquisición de nuevo conocimiento sobre flora útil en un ambiente diferente, el caso de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, México	15
El programa Arco para el control del huanglongbing en Tecomán, Colima, y Axtla, San Luis Potosí, México	25
Análisis comparativo de los principales enfoques de investigación de los sistemas agrícolas	31
Uso de bebederos artificiales por venado cola blanca en una UMA extensiva en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México	37
Determinación de hormonas esteroides en heces de borrego cimarrón ( <i>Ovis canadensis</i> Shaw) silvestres en Baja California, México	43

y más artículos de interés...

CONTENIDO

<b>3</b>	Economic profitability of ten pig farms in 2018 of Tarimoro, Guanajuato, Mexico / Rentabilidad de diez granjas porcícolas en 2018 de Tarimoro, Guanajuato, México
<b>9</b>	Floral entomofauna of sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.) cultivated in Cuautitlan Izcalli, Estado de Mexico / Entomofauna floral del girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.) cultivado en Cuautitlán Izcalli, Estado de México
<b>15</b>	The acquisition of new knowledge about useful flora in a different environment, the case of San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, Mexico / La adquisición de nuevo conocimiento sobre flora útil en un ambiente diferente, el caso de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, México
<b>25</b>	The Arco program for the control of huanglongbing in Tecoman, Colima, y Axtla, San Luis Potosí, Mexico / El programa Arco para el control del huanglongbing en Tecomán, Colima, y Axtla, San Luis Potosí, México
<b>31</b>	Comparative analysis of the main research approaches of agricultural systems / Análisis comparativo de los principales enfoques de investigación de los sistemas agrícolas
<b>37</b>	Use of water developments by white-tailed deer in an extensive AHU in the biosphere reserve Tehuacan-Cuicatlan, Mexico / Uso de bebederos artificiales por venado cola blanca en una UMA extensiva en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México
<b>43</b>	Determination of steroid hormones in wild bighorn sheep feces cimarrón ( <i>Ovis canadensis</i> Shaw) in Baja California Mexico / Determinación de hormonas esteroides en heces de borrego cimarrón ( <i>Ovis canadensis</i> Shaw) silvestres en Baja California, México
<b>49</b>	Production of vegetables under field schools for the overcoming of poverty / Producción de hortalizas bajo escuelas de campo para la superación de la pobreza
<b>57</b>	Determination of the sensory shelf-life in chayote ( <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.) of exportation with four commercial coatings stored at room temperature and refrigeration / Determinación de la vida útil sensorial en chayote ( <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.) de exportación con cuatro recubrimientos comerciales almacenado a temperatura ambiente y refrigeración
<b>63</b>	Physiological effect of $\beta_2$ -agonist adrenergic "clenbuterol" in cattle <i>Bos taurus</i> × <i>Bos indicus</i> , in the State of Puebla, México / Efecto fisiológico del $\beta_2$ -agonista adrenérgico "clenbuterol" en bovinos <i>Bos taurus</i> × <i>Bos indicus</i> , en el Estado de Puebla, México
<b>69</b>	Auxin-like in liquid humus / Auxin-like en humus líquido
<b>75</b>	Characterization of the bovine livestock in the area protection of flora and fauna Usumacinta canyon, Tenosique, Tabasco, Mexico / Caracterización de la ganadería bovina en el área de protección de flora y fauna cañón del Usumacinta, Tenosique, Tabasco, México

## Comité Científico

Dr. Giuseppe Colla  
University of Tuscia, Italia  
ORCID: 0000-0002-3399-3622

Dra. Magaly Sánchez de Chial  
Universidad de Panamá, Panamá  
ORCID: 0000-0002-6393-9299

Dra. Maritza Escalona  
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba  
ORCID: 0000-0002-8755-6356

Dr. Kazuo Watanabe  
Universidad de Tsukuba, Japón  
ORCID: 0000-0003-4350-0139

Dra. Ryoko Machida Hirano  
Organización Nacional de Investigación en Agricultura y Alimentación (NARO-Japón)  
ORCID: 0000-0002-7978-0235

Dr. Ignacio de los Ríos Carmenado  
Universidad Politécnica de Madrid, España  
ORCID: 0000-0003-2015-8983

Dra. María de Lourdes Arévalo Galarza  
Colegio de Postgraduados, México  
ORCID: 0000-0003-1474-2200

Dra. Libia Iris Trejo Téllez  
Colegio de Postgraduados, México  
ORCID: 0000-0001-8496-2095

## Comité Editorial

Dr. Rafael Rodríguez Montessoro<sup>†</sup> — Director Fundador  
Dr. Jorge Cadena Iñiguez  
Dr. Fernando Carlos Gómez Merino  
Dr. Ángel Bravo Vinaja — Curador de metadatos  
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval  
M.C. María Isabel Iñiguez Luna  
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias  
Lic. Hannah Infante Lagarda  
Biol. Valeria J. Gama Ríos  
Téc. Mario Alejandro Rojas Sánchez

## Directrices para Autores/as

**Naturaleza de los trabajos:** Las contribuciones que se reciban para su eventual publicación deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista.

**Extensión y formato:** Los artículos deberán estar escritos en procesador de textos, con una extensión de 15 cuartillas, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual, bibliografía, gráficas, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.

**Exclusividad:** Los trabajos enviados a Agro Productividad deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones; por lo que es necesario adjuntar este documento: Carta de originalidad.



Master Journal List



Año 12, Volumen 12, número 6, junio 2019, Agro productividad es una publicación mensual editada por el Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Tel. 5959284427. www.colpos.mx. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-031313492200-203. ISSN: 2594-0252, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 12 de julio de 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

### Contacto principal

📍 Jorge Cadena Iñiguez  
📍 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.  
✉️ agroproductividadeditor@gmail.com

### Contacto de soporte

📞 Soporte  
☎️ 01(595) 928 4703  
✉️ agroproductividadesoporte@gmail.com

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

**Frecuencia de publicación:** Cuando un autor ha publicado en la revista como autor principal o de correspondencia, deberá esperar tres números de ésta para publicar nuevamente como autor principal o de correspondencia.

**Idiomas de publicación:** Se recibirán textos en español con títulos, resúmenes y palabras clave en español e inglés.

**ID Autores:** El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, sólo las iniciales del nombre, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a (<https://orcid.org>).

**Institución de adscripción:** Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. Se sugiere recurrir al uso de la herramienta wayta (<http://wayta.scielo.org/>) de Scielo para evitar el uso incorrecto de nombres de instituciones.

**Anonimato en la identidad de los autores:** Los artículos no deberán incluir en ni en cuerpo del artículo, ni en las notas a pie de página ninguna información que revele su identidad, esto con el fin de asegurar una evaluación anónima por parte de los pares académicos que realizarán el dictamen. Si es preciso, dicha información podrá agregarse una vez que se acredite el proceso de revisión por pares.

**Estructura de los artículos:** Los artículos incluirán los siguientes elementos: Título, title, autores y adscripción, abstract, keywords, resumen, palabras clave, introducción, objetivos, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y literatura citada en formato APA.

**Título:** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido, deberá estar escrito en español e inglés. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en itálicas. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 20 palabras, se usará solo letras mayúsculas, en negritas, centrado y no llevará punto final.

**Resumen y Abstract:** Deberá integrarse un resumen en inglés y español (siguiendo ese orden), de máximo 250 palabras, donde se destaque obligatoriamente y en este orden: a) objetivo; b) diseño / metodología / aproximación; c) resultados; d) limitaciones / implicaciones; e) hallazgos/ conclusiones. El resumen no deberá incluir citas, referencias bibliográficas, gráficas ni figuras.

**Palabras clave y Keywords:** Se deberá incluir una lista de 3 a 5 palabras clave en español e inglés que permitan identificar el ámbito temático que aborda el artículo.

**Introducción:** Se asentará con claridad el estado actual del conocimiento sobre el tema investigado, su justificación e importancia, así como los objetivos del trabajo. No deberá ser mayor a dos cuartillas.

**Materiales y Métodos:** Se especificará cómo se llevó a cabo la investigación, incluyendo el tipo de investigación, diseño experimental (cuando se traten de investigaciones experimentales), equipos, substancias y materiales empleados, métodos, técnicas, procedimientos, así como el análisis estadístico de los datos obtenidos.

**Resultados y Discusión:** Puede presentarse en una sola sección. En caso de presentarse de forma separada, la discusión debe enfocarse a comentar los resultados (sin repetirlos), en términos de sus características mismas, su congruencia con la hipótesis planteada y sus semejanzas o diferencias con resultados de investigaciones similares previamente realizadas.

**Conclusiones:** Son la generalización de los resultados obtenidos; deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio.

**Agradecimientos:** Son opcionales y tendrán un máximo de tres renglones para expresar agradecimientos a personas e instituciones que hayan contribuido a la realización del trabajo.

**Cuadros:** Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos.

**Uso de siglas y acrónimos:** Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex), después sólo Pemex.

**Elementos gráficos:** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Las figuras deben numerarse

progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF O RAW. El autor deberá enviar 2 fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS).

**Unidades.** Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

**Citas bibliográficas:** deberán insertarse en el texto abriendo un paréntesis con el apellido del autor, el año de la publicación y la página, todo separado por comas. Ejemplo (Zheng *et al.*, 2017). El autor puede introducir dos distintos tipos de citas:

**Citas directas de menos de 40 palabras:** Cuando se transcriben textualmente menos de 40 palabras, la cita se coloca entre comillas y al final se añade entre paréntesis el autor, el año y la página. Ejemplo:

Alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, (DOF, 2013), el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 establece "Construir un nuevo rostro del campo sustentado en un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo que garantice la seguridad alimentaria del país" (DOF, 2013).

**Citas indirectas o paráfrasis:** Cuando se interpretan o se comentan ideas que son tomadas de otro texto, o bien cuando se expresa el mismo contenido pero con diferente estructura sintáctica. En este caso se debe indicar el apellido del autor y el año de la referencia de donde se toman las ideas. Ejemplo:

Los bajos rendimientos del cacao en México, de acuerdo con Avendaño *et al.* (2011) y Hernández-Gómez *et al.* (2015); se debe principalmente a la edad avanzada de las plantaciones.

**Las referencias bibliográficas:** al final del artículo deberán indicarse todas y cada una de las fuentes citadas en el cuerpo del texto (incluyendo notas, fuentes de los cuadros, gráficas, mapas, tablas, figuras etcétera). El autor(es) debe revisar cuidadosamente que no haya omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Se incluirá en la lista de referencias sólo las obras citadas en el cuerpo y notas del artículo. La bibliografía deberá presentarse estandarizada recurriendo a la norma APA, ordenarse alfabéticamente según los apellidos del autor.

**De haber dos obras o más del mismo autor,** éstas se listan de manera cronológica iniciando con la más antigua. Obras de un mismo autor y año de publicación se les agregará a, b, c... Por ejemplo:

Ogata N. (2003a).

Ogata N. (2003b).

**Artículo de revista:**

Wang, P., Zhang, Y., Zhao, L., Mo, B., & Luo, T. (2017). Effect of Gamma Rays on *Sophora davidii* and Detection of DNA Polymorphism through ISSR Marker [Research article]. <https://doi.org/10.1155/2017/8576404>

**Libro:**

Turner J. (1972). Freedom to build, dweller control of the housing process. New York: Macmillan.

**Uso de gestores bibliográficos:** Se dará prioridad a los artículos enviados con la bibliografía gestionada electrónicamente, y presentada con la norma APA. Los autores podrán recurrir al uso de cualquier gestor disponible en el mercado (Reference Manager, Crossref o Mendeley entre otros), o de código abierto tal como Refworks o Zotero.

## Economic profitability of ten pig farms in 2018 of Tarimoro, Guanajuato, Mexico

### Rentabilidad de diez granjas porcícolas en 2018 de Tarimoro, Guanajuato, México

Hernández-Cruz, Romelia<sup>1</sup>; García-Mata, Roberto<sup>1\*</sup>; García-Salazar, José Alberto<sup>1</sup>;  
Sagarnaga-Villegas, Leticia Myriam<sup>2</sup>; Mora-Flores, José Saturnino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Programa de Socioeconomía, Estadística e Informática-Economía. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

\*Autor para correspondencia: rory@colpos.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the profitability of ten small-scale production pig farms and different production systems located in the municipality of Tarimoro, Guanajuato, Mexico.

**Methodology:** A questionnaire was applied to 10 pig meat producers from different communities of the municipality of Tarimoro Guanajuato. The information was captured using Excell, three matrices were created in a spreadsheet, following the methodology of the MAP. With these, the private budget was calculated and the private profitability of the companies was determined at current or market prices.

**Results:** Three production systems were identified in the study region: piglet production, combined system and complete cycle. The production costs oscillated between \$ 23.89/kg and \$42.04/kg pesos per kilogram of pig produced, being the highest in the piglet production farm and the lowest in one of the full-cycle farms. The profitability for the three production systems studied were: piglet (18%), combined piglet-fattening (10%) and complete cycle.

**Implications of study:** The results of this investigation are based solely on the capacity used of the facilities with bellies in production and are only valid for the ten farms considered in this study, of which six operated at their maximum installed capacity.

**Findings:** The results indicate that in Tarimoro, Guanajuato, production systems for breeding and sale of piglets, full-cycle, and breeding and fattening in that order were profitable and competitive activities for pig farmers.

**Keywords:** pigs, Production systems, Profitability.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la rentabilidad de diez granjas porcícolas de pequeña escala de producción y diferente sistema de producción ubicadas en el municipio de Tarimoro, Guanajuato, México.

**Metodología:** Se aplicó un cuestionario a 10 productores de carne de cerdo de diferentes comunidades del municipio de Tarimoro Guanajuato. La información se capturó usando Excell, se crearon tres matrices en una hoja de cálculo, siguiendo la metodología de la MAP. Con éstas se calculó el presupuesto privado y se determinó la rentabilidad privada de las empresas a precios corrientes o de mercado.

**Resultados:** Se identificaron tres sistemas de producción en la región de estudio: producción de lechón, sistema combinado y ciclo completo. Los costos de producción oscilaron entre \$23.89/kg y \$42.04/kg pesos por kilogramo de cerdo en pie producido, siendo el más alto en la granja de producción de lechón, y el menor en una de las granjas de ciclo completo. La rentabilidad para los tres sistemas de producción estudiados fue: lechón (18%), combinado lechón-engorda (10%) y ciclo completo (14%).

**Implicaciones de estudio:** Los resultados de esta investigación se basan únicamente en la capacidad usada de las instalaciones con vientres en producción y sólo son válidos para las diez granjas consideradas en este estudio, de las cuales seis operaron a su máxima capacidad instalada.

**Conclusión:** Los resultados indican que en Tarimoro, Guanajuato, los sistemas de producción de cría y venta de lechón, de ciclo completo, y de cría y engorda, en ese orden, resultaron actividades rentables y competitivas para los poricultores.

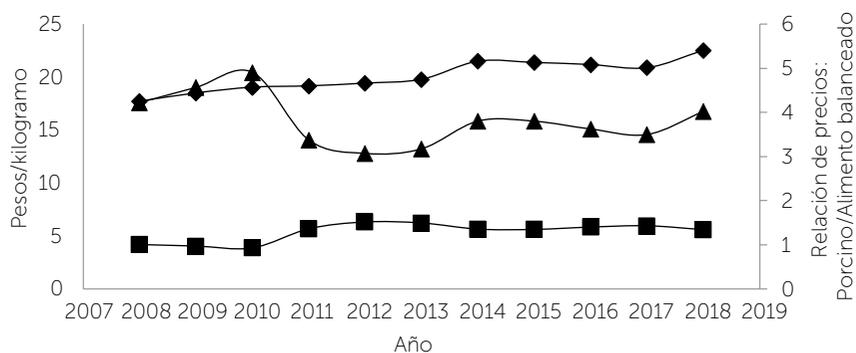
**Palabras clave:** Porcinos, Sistemas de producción, Rentabilidad.

## INTRODUCCIÓN

De 2008 al 2017, el precio del alimento balanceado para la engorda de porcinos en pie en términos reales registró un crecimiento del 42% (de \$4.20/kg a \$5.97/kg) a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) del 3.91%, ocasionado por el aumento de 6.7% (de \$3.07/kg a \$3.18/kg) en el precio del sorgo y de 42.3% (de \$4.94 a \$6.12/kg) de la pasta de soya, que constituyen según los productores entrevistados en Tarimoro, Guanajuato el 75% y 20% del alimento balanceado, respectivamente. A nivel nacional el sorgo según Sosa (2000), constituye el 80% de dicho alimento.

En el periodo 2007-2018, según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018a), el precio real de porcino en pie aumentó en 17.9% (\$17.72/kg a \$20.29/kg) a una tasa de crecimiento del 1.78%. Esto generó relaciones de

precios en 2008 y 2017 de porcino en pie/sorgo de 5.78 y 6.56, respectivamente; de porcino en pie/ pasta de soya de 3.58 y 3.41; y de porcino en pie/alimento balanceado de 4.22 y 3.50. Durante el mismo periodo, 2008-2018, ocurrieron eventos que influyen en los precios del alimento balanceado y de la carne de porcino en pie, así del 2010 al 2011, el precio del alimento se incrementó en 46.38%, provocado por un aumento de 41.72% en el precio del sorgo (principal ingrediente de los alimentos balanceados para cerdo) contra un leve incremento de 2.12% en el precio del porcino en pie lo que originó un descenso de la relación de precios de porcino en pie/precio del alimento balanceado desfavorable al poricultor. Por otra parte, según Corzo (2015) desde mediados y finales del 2013 en México se da una fuerte diseminación de la diarrea epidémica porcina (DEP) lo que provocó del 2013 al 2014 una contracción del -0.37% en la producción de carne de porcino (SIAP, 2018a) lo cual aumentó en 8.63% en su precio (Figura 1). Del 2017 a enero del 2018, el precio del sorgo disminuyó -2.6% (de \$3.18/kg a \$3.10/kg), el de la pasta de soya disminuyó 0.30% (de \$6.12/kg a \$6.10/kg), el precio del alimento balanceado



**Figura 1.** Precios al productor de porcino en pie (◆), precios del alimento balanceado (■) y relación de precios: porcino en pie/alimento balanceado (▲) de 2008 a enero de 2018. Los precios fueron deflactados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) base 2010. Elaborado con datos de Servicio de Información e Integración de Mercados (SNIIM) y SIAP.

permaneció constante y el precio de carne de porcino en pie aumentó en 8.3%. Lo anterior ocasionó que las relaciones fueran de 7.2 (porcino en pie/sorgo), 3.69 (porcino en pie/pasta de soya) y 3.9 (porcino en pie/alimento balanceado), lo cual muestra un ligero aumento de dichas relaciones lo que indica que fue favorable la producción de carne de porcino en pie para enero del 2018.

Estudios realizados por García et al. (2000) y Sosa et al. (2000), concluyen que la rentabilidad y la competitividad de las granjas aumentan en la medida que incrementa el tamaño de éstas. Siendo más rentables y competitivas las granjas grandes, seguidas por la medianas y por último las pequeñas.

Guanajuato es un estado que se caracteriza por tener un gran número de pequeños productores de carne de cerdo, que se ha mantenido en los primeros lugares de producción. En 2016 Guanajuato ocupó el 6° lugar en la producción de carne de cerdo con un inventario de 944,519 cabezas (5.65%) y una producción de 141,205 ton (8% del total nacional) (SIAP, 2018a; SIAP, 2018b).

Los sistemas de producción de porcino de pequeña escala se han mantenido gracias a una compleja red de interacciones sociales y económicas que permite su permanencia (Ramírez y Martínez, 2010), entre las que destacan el acceso a mercados locales (Batres et al., 2006) y estructuras económicas de grandes poblaciones (Torres y Rodríguez, 2008). Con base en lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo determinar la rentabilidad de diez granjas porcícolas de pequeña escala de producción y diferentes sistemas de producción ubicadas en el municipio de Tarimoro, Guanajuato, bajo la hipótesis de que las empresas que se dedican a la cría y venta de lechones son más rentables que las de ciclo completo especializadas en la producción de carne de porcino en pie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la rentabilidad se usó la ganancia y la relación de la rentabilidad privada. Para el cálculo de la rentabilidad a precios privados se siguió la estructura de la Matriz de Análisis de Política (MAP) desarrollada por Monke y Pearson (1989). Se crearon tres matrices en una hoja de cálculo; una de coeficientes técnicos de producción, otra para precios privados y una tercera para el cálculo del presupuesto privado. La ganancia por empresa porcícola se obtuvo por diferencia entre el ingreso y los costos totales de producción.

Los costos se clasificaron en insumos comerciables (alimentos, medicamentos, desinfectantes, detergentes, combustibles y materiales diversos), insumos indirectamente comerciables (recuperación del pie de cría, vehículos e instalaciones), factores internos (mano de obra, capital y electricidad) y gastos diversos (cuota de asociación, guía de movilización sanitaria y fletes). Para lo anterior, se tomó como apoyo las estructuras de las matrices a precios privados o corrientes de mercado de García et al. (2000), Sosa et al. (2000), Barrón et al. (2000) y Magaña et al. (2002).

La información para el cálculo de los costos se obtuvo mediante la aplicación directa de un cuestionario a diez empresas porcícolas de pequeña escala con diferentes sistemas de producción que fueron invitadas a participar en el estudio en una reunión de la Asociación Local de Porcicultores de Tarimoro Guanajuato, convocada por un asesor técnico y evaluadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), misma que fue realizada en la Casa de la Cultura de dicho municipio. Se siguió la técnica de la entrevista directa a los porcicultores de la asociación que aceptaron participar en el estudio, contando con el apoyo de dicha asociación de porcicultores. Después de aplicar los cuestionarios, a las empresas participantes se les clasificó por sistema de producción. La información se capturó usando Excel, en las matrices de coeficientes técnicos y precios. Con éstas se calculó el presupuesto privado y se estimó la rentabilidad privada de las empresas a precios corrientes o de mercado.

La rentabilidad se determinó usando la ganancia (D), misma que se calculó por la diferencia entre el ingreso bruto (A) obtenido por la venta de cerdos en pie, lechones, desechos vientres y sementales y el costo total de producción (B+C) constituido por los costos de los insumos comerciables (B) y los costos de los factores internos (C). Si esta diferencia es mayor o igual a cero se dice que es una empresa rentable. La rentabilidad (R) se calculó dividiendo (D) entre (B+C): de acuerdo con este indicador una granja porcícola es rentable cuando dicha relación es mayor o igual a cero. Para afianzar el índice de rentabilidad se usó la relación del costo privado (RCP), que consiste en dividir el costo de los factores internos (C) entre el valor agregado (A-B); así, una granja porcícola será más rentable y competitiva cuanto menor a uno, pero mayor que cero sea esa relación.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La rentabilidad privada de la producción de carne de cerdo fue calculada a precios privados o de mercado para diez granjas porcícolas de pequeña escala de producción que se diferencian por el sistema de producción; la granja siete especializada en la cría y venta de lechón; las granjas uno, dos y cinco que trabajan el sistema combinado cría y engorda; y la granja seis de ciclo completo que producen y venden cerdo finalizado (Cuadro 1). Del sistema combinado, la granja uno vende el 25% como lechón y el 75% como cerdo finalizado, la dos vende el 80% como lechón y solo el 20% como cerdo finalizado, la cinco vende el 60% como cerdo finalizado y el 40% como lechón.

Los resultados de esta investigación se basan únicamente en la capacidad usada de las instalaciones con vientres en producción, además todos los promedios a los que se hace referencia en esta parte fueron ponderados con el volumen producido y sólo son válidos para las diez granjas consideradas en este estudio, de las cuales seis operaron a su máxima capacidad instalada.

### Análisis de la rentabilidad privada

Para facilitar el análisis e interpretación de los resultados de rentabilidad, éstos se presentan por granja y por sistemas de producción de acuerdo a la finalidad productiva, calculados a los precios que enfrenta el productor

internamente al adquirir los insumos comerciables y los factores internos, y vender el producto a pie de granja y algunos directamente a las carnicerías de la región. Los resultados (Cuadro 1) muestran diferencias sustanciales en el volumen de producción y en las ganancias en cada una de las granjas clasificadas todas como semi tecnificadas, con excepción de la granja uno que se considera de traspatio ya que no está equipada con jaulas de maternidad, molino y revoladora (equipo que aumenta la productividad de las granjas).

Respecto a las ganancias, éstas fueron positivas para las diez granjas, siendo mayor en la dedicada exclusivamente en la producción de lechón (\$7.41/kg). La ganancia promedio ponderada por kilogramo de cerdo en pie, de las seis granjas de ciclo completo especializadas en la producción de carne de cerdo en pie fue de \$3.53/kg; la que obtuvo la mejor ganancia fue la diez (\$3.87/kg) y la de menor fue la ocho (\$2.82/kg). En el sistema combinado de venta de lechón y cerdo finalizado, la ganancia promedio ponderada fue de \$3.01/kg, la granja 2 obtuvo la mejor ganancia (\$3.76/kg) con una proporción de ventas del 80% como lechón y 20% como cerdo finalizado.

### Costos de producción privados

En las diez unidades de producción porcícola analizadas, los costos de producción oscilaron entre \$23.89/kg y \$42.04/kg pesos por kilogramo de cerdo en pie

**Cuadro 1.** Costos totales, ingresos y ganancias de la producción de cerdo en pie por kilogramos a precios privados en Tarimoro, Guanajuato a enero 2018.

Granja	Capacidad		Producción (kg)	Ingresos (\$)	Costo (\$)	Ganancia (\$)	Rentabilidad (%)	Relación del costo privado
	Instalada	Usada						
Granja 3	70	21	53,242	27.03	23.89	3.14	13	0.67
Granja 4	40	30	56,580	27.95	24.35	3.61	15	0.41
Granja 6	70	20	59,263	28.97	25.24	3.72	15	0.36
Granja 8	25	19	53,713	26.92	24.10	2.82	12	0.42
Granja 9	100	100	221,242	26.98	23.89	3.10	13	0.41
Granja 10	150	150	385,466	29.81	25.93	3.87	15	0.33
<sup>†</sup> Engorda (Ciclo completo)	<b>76</b>	<b>58</b>	<b>829,506</b>	<b>28.50</b>	<b>24.97</b>	<b>3.53</b>	<b>14</b>	<b>0.38</b>
Granja 1	11	11	26,043	29.89	27.06	2.84	10	0.41
Granja 2	14	14	10,570	37.88	34.12	3.76	11	0.69
Granja 5	16	16	14,782	36.05	33.26	2.79	08	0.33
<sup>‡</sup> Lechón y engorda	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>51,394</b>	<b>33.31</b>	<b>30.29</b>	<b>3.01</b>	<b>10</b>	<b>0.44</b>
Granja 7	35	35	10,250	49.45	42.04	7.41	18	0.36
<sup>¶</sup> Cría								

<sup>†</sup>Producción y venta de cerdo finalizado.

<sup>‡</sup>Producción y venta de lechón y cerdo finalizado.

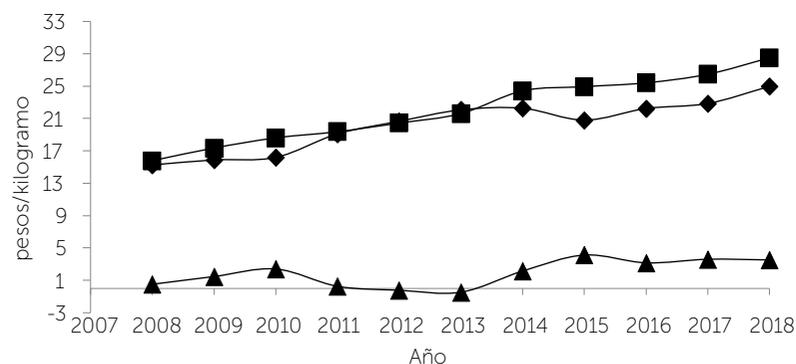
<sup>¶</sup>Producción y venta de lechón.

producido, siendo el más alto en la granja siete de producción de lechón, y el menor en la granja tres de ciclo completo, especializada en la producción de carne de porcino en pie. Como se puede observar, el costo de producción varía según el sistema de producción que está relacionado con su finalidad productiva, siendo más alto en el sistema de producción de lechón (\$42.047 kg), seguido por el de sistema combinado lechón-engorda (\$30.29/kg) y ciclo completo (\$24.97/kg).

El costo de producción se compone en mayor proporción por el valor de los insumos comerciable que representan entre 75.55% y 85.4%, en los que la alimentación es el rubro de mayor importancia y ocupa entre el 63.6% y 86.6% del costo total de producción. Por tanto, un cambio significativo en la cantidad de alimento consumido por los cerdos repercute en los costos y en las ganancias que obtienen los poricultores.

### Relación de competitividad

Los tres sistemas de producción presentaron una relación del costo privado favorable menor a la unidad, lo cual indica que las granjas tienen ganancias y, por tanto son rentables y competitivas. La granja dedicada a la producción de lechón fue la que obtuvo una menor relación del costo privado (RCP), el cual fue de 0.36, lo que significa que los factores internos representan el 0.36%, y las ganancias el 64%, respecto al valor agregado. En estos términos la ganancia privada resulta positiva y, por tanto la producción es rentable y competitiva para el productor en función de los precios pagados y recibidos. Cabe destacar que las diez granjas presentaron un RCP menor a la unidad, lo que indica que con rentables y competitivas, pues el productor obtiene ganancias, es decir que su ingreso medio menos su costo medio total es mayor a cero (Cuadro 1).



**Figura 2.** Costos de producción (◆), precios al productor (■) y ganancias (▲) de carne de porcino por kilogramo de carne producido en México 2008 a enero 2018. Elaborado con datos del SIAP (2018a), del PIC (2010), PIC (2015) y PIC (2017) y datos de campo (enero, 2018).

En la Figura 2 los costos de producción por kilogramo de cerdo en pie para el 2008 y 2017 según reportes del Pig Improvement Company (PIC, 2010; PIC, 2018) aumentó 40.45% (de \$15.27/kg a \$22.86/kg), y los precios al productor de carne de cerdo en pie reportados por el SIAP (2018a) para los mismos años aumentaron 51.66% (de \$15.79/kg, a \$26.47/kg), lo que indica que los ingresos aumentaron más que los costos, lo que favoreció un incremento en las ganancias, la rentabilidad pasó del 3% (2008) al 15% (2017). El incremento en la rentabilidad, a pesar del alza de precios de los alimentos balanceados, responde a que: según reportes del PIC (2010) y PIC (2018), en México la conversión alimenticia mejoró de 2.52 (PIC, 2010) a 2.32 (PIC, 2018), lo que permitió producir cerdos más pesados en un periodo de tiempo más corto. En 2010 el peso de faena fue de 109 kg a los 165 días y en 2017 el peso fue de 119.09 kg en 162 días, así como un incremento en el número de lechones destetados por año, lo que coincide que con mejores indicadores zootécnicos relacionados con la eficiencia productiva se reflejan directamente en la productividad y en el beneficio económico de una empresa porcina (De Caro, 2004). Aunque el incremento en la rentabilidad también puede responder a que en los últimos 10 años el consumo de carne nacional de cerdo ha crecido más que la producción, con lo que se aumenta el precio de carne de cerdo en pie.

En enero de 2018 el costo promedio de las 6 granjas, especializadas en la producción de porcino en pie finalizado, analizadas en el presente estudio, fue de \$24.97/kg y el precio de venta fue de \$28.50 lo que generó una rentabilidad del 14% la cual es ligeramente menor al 15.76% calculada para el 2017 con datos de costos de producción de PIC (2017) y precios de carne de porcino en pie de SIAP (2018a), debido a que los parámetros de estas granjas fueron menos favorable que las reportadas por PIC (2017). Su conversión alimenticia fue de 2.71 en la engorda con lo que obtuvieron cerdos de 113.5 kg en un promedio de 167 días, con un total de 21 cerdos finalizados por vientre.

Por otra parte, en esta investigación la rentabilidad para la granja productora de lechón fue del 15% con 2.3 partos y 21 lechones destetados al año. Bobadilla et al. (2013) reportó una rentabilidad del 35%, para granjas productoras de lechón, con un número de cerdas entre 11 y 49 en el Estado de México en las cuales los



parámetros productivos por año fueron de 2.38 partos y 22.5 lechones destetados al año. La disminución en la rentabilidad responde al incremento en los precios del alimento balanceado y a que el precio de venta de lechón permaneció constante en \$600.00 por lechón. Para el caso de las granjas de ciclo completo estudiadas por Hernández *et al.* (2008) en el Estado de México, la rentabilidad fue entre el 11% y 13% las cuales fueron menores a las encontradas en el presente estudio las cuales fueron entre un 12% y 15%, lo que muestra una rentabilidad ligeramente mayor. Sin embargo, Martínez *et al.* (2015) reporta granjas con pérdidas entre un 2% y 16% en municipios del estado de Michoacán y a su vez también reporta granjas con ganancias entre un 1% y 12%.

## CONCLUSIONES

**D**e acuerdo al análisis de costos e ingresos a precios privados resulta que las diez granjas presentaron ganancias positivas y una relación del costo privado menor a uno, por tanto, dichas empresas resultaron rentables y competitivas. La más rentable y competitiva fue la que se dedica a la cría y venta de lechón, seguidas de las especializadas en la producción y venta de cerdo en pie y finalmente las que se dedican a la cría y engorda de cerdo. El costo de producción resultó más alto en las granjas que se dedican a la cría y venta de lechón y menor en las de ciclo completo. Los resultados indican que en Tarimoro, Guanajuato, los sistemas de producción de cría y venta de lechón, de ciclo completo, y de cría y engorda en ese orden resultaron actividades rentables y competitivas para los porcicultores.

## LITERATURA CITADA

Barrón-Aguilar, J.F., García-Mata, R., Mora-Flores, J.S., López-Díaz, S., Pró-Martínez, A. & García-Sánchez, R.C. (2000). Competitividad y efectos de política económica en la producción de cerdo en pie de 13 granjas porcícolas en el estado de Michoacán, 1995. *Agrociencia*, 34, 356-377.

Batres-Márquez, P., Clement Roxanne, Jensen Helen H., 2006. The Changing Structure of Pork Trade production and processing in México. MATRIC Briefing Paper 06-MBP 10. 32 p.

Bobadilla-Soto, E. E., Rebollar-Rebollar, S., Rouco-Yañez, A. & Martínez-Castañeda, F.E. (2013). Determinación de costos de producción en granjas productoras de lechón. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 32, 268-279.

Corzo, M.V.A. (2015). El virus de la diarrea epidémica porcina y su impacto en el continente americano. Nota técnica Núm. 13. Análisis de la industria porcina en Latinoamérica.

De Caro, A. (2004). Efecto de los factores técnicos-económicos sobre el resultado de la empresa porcina. *Avances en tecnología Porcina*, 1, 53-60.

García-Sánchez, R.C., Matus Gardea, J.A, García-Mata, R., Omaña-Silvestre, J.M. & García-Delgado, G. (2000). Competitividad de nueve granjas porcícolas en Tehuacán, Puebla, en 1995. *Agrociencia*, 34, 99-106.

Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Rojo-Rubio, R., García-Salazar, J.A., Guzmán Soria, E., Martínez-Tinajero, J.J. & Díaz-Carreño, M.A. (2008). Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del estado de México. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*, 24(2), 117-124.

Magaña-Magaña, M.A, Matus-Gardea, J.A, García-Mata, R., Santiago-Cruz, M.J., Martínez-Damián, M.A. & Martínez-Garza, A. (2002). Rentabilidad y efectos de política económica en la producción de carne de cerdo en Yucatán. *Agrociencia*, 36(6), 737-747.

Martínez-Medina, I., Val-Arreola, D., Tzintzun-Rascón, R., Conejo-Nava, J.J. & Tena-Martínez, M. J. (2015). competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(2), 193-205.

Monke A.E. & Pearson, R.S. (1989). The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development. Recuperado de [https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/03\\_3\\_pambook.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/03_3_pambook.pdf)

PIC (Pig Improvement Company). (2010). Análisis de la industria porcina en América Latina. Boletín informativo Núm. 6. 21 p.

PIC (Pig Improvement Company). (2015). Análisis de la industria porcina en América Latina. Boletín informativo Núm. 13. 40 p.

PIC (Pig Improvement Company). (2017). Análisis de la industria porcina en América Latina. Boletín informativo Núm. 15. 21 p.

Ramírez-Flores, F. & Martínez-Castañeda, F.E. (2010). Dinámica comercial del sistema porcino en pequeña escala. En V.B. Cavallotti, A.C. Marcof & Ramírez (Eds.) *Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental* (pp. 335-339) UACH.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera). (2018a) Estadísticas de producción anual ganadera, Anuario estadístico de la producción ganadera. Recuperado de [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/)

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera). (2018b) Población ganadera. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/276010/Porcino.pdf>.

SNIIM (Sistema nacional de Información e integración de mercados). (2018). Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

Sosa-Montes, M., García-Mata34(1), 107-113., R., Omaña-Silvestre, J. M., López-Díaz, S. & López-López, E. (2000). Rentabilidad de doce granjas porcícolas en la región noroeste del estado de Guanajuato en 1995. *Agrociencia*,

Torres-Lima, P. & Rodríguez-Sánchez, L. (2008). Farming dynamics and social capital. A case study in the urban fringe of México City. *Environment Development and Sustainability*, 10(2), 193-208.

## Floral entomofauna of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivated in Cuautitlan Izcalli, Estado de Mexico

## Entomofauna floral del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivado en Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Ramírez-Reyes, Moisés E.<sup>1</sup>; Hernández-Bustamante, Yasmin<sup>1</sup>; Reyes-Urban, Iris Y.<sup>1</sup>; Martínez-Vázquez, Asunción;  
Jiménez-Ambríz, Sergio<sup>1</sup>; Mercado-Mancera, Gustavo<sup>1</sup>; Granados-Mayorga, Ana K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agrícolas, FESC, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.

\*Autor de correspondencia: karengranadosmay@gmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the presence of floral insects associated with sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the municipality of Cuautitlan Izcalli, Estado de Mexico.

**Design/methodology/approximation:** A diurnal monitoring and recording of the insects that visited the crop was carried out, and in the phenological phases in which they were presented.

**Results:** In total, 18 species associated with the crop were identified; these were classified into pollinators, predators, defoliators and suckers. The floral insects in the sunflower basically consist of pollinating insects and some insect pests such as the fruit fly (*Neotephritis finalis*).

**Limitations on the study/implications:** It is an exploratory work that should be complemented with more field observations in the sunflower crop.

**Findings/Conclusions:** The activity of *Chauliognathus hastatus* was determined as a pollinator in this crop and not only *Apis mellifera* L. as literature cites.

**Keywords:** Floral insects, sunflower, phenology.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la presencia de la entomofauna floral asociada al girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó un monitoreo diurno y registro de los insectos que visitaron al cultivo, y en las fases fenológicas en las que se presentaron.

**Resultados:** En total se identificaron 18 especies asociadas al cultivo; éstas fueron clasificadas en polinizadores, depredadores, defoliadores y chupadores. La entomofauna en el girasol básicamente se compone de insectos polinizadores y algunos insectos plaga como la mosca de la fruta (*Neotephritis finalis*).

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Es un trabajo exploratorio que debe complementarse con más observaciones de campo en el cultivo de girasol.

**Hallazgos/conclusiones:** Se determinó la actividad de *Chauliognathus hastatus* como un polinizador en este cultivo y no solo *Apis mellifera* L. como la literatura lo cita.

**Palabras clave:** Entomofauna, girasol, fenología.

## INTRODUCCIÓN

**El girasol** (*Helianthus annuus* L.) es una planta oleaginosa auto-incompatible, este sistema de auto incompatibilidad contribuye a los altos niveles de polinización cruzada observados en girasoles silvestres y en algunos de los híbridos cultivados (Seiler, 1997). El nivel de auto-fertilidad puede estar afectado por factores ambientales, por la morfología de las estructuras florales y por el control genético (Miller y Fick, 1997). Por esta razón, la polinización del girasol es meramente entomófila.

La coloración y morfología de las flores que integran el capítulo, indican que es una especie mayoritariamente polinizada por insectos diurnos (Torretta et al., 2009). McGregor (1976) indicó que el principal agente polinizador es la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.), aunque otras especies de abejas también visitan las flores del cultivo; en el sudoeste de los Estados Unidos se colectaron 412 especies de abejas en capítulos de girasol (Hurd et al., 1980).

Parker (1981) evaluó el efecto de la abundancia, la diversidad y la estacionalidad de distintas especies de abejas con la producción de achenios. DeGrandi-Hoffman y Watkins (2000) compararon la actividad de forrajeo de *Apis mellifera* L. y su influencia en la polinización cruzada y la formación de frutos en híbridos comerciales. Asimismo, Parker (1981) determinó la eficiencia de polinización de abejas nativas en comparación de *A. mellifera* L. en el girasol. A partir del año 2000, se han logrado desarrollar trabajos entomofaunísticos más específicos en *Helianthus annuus* L., donde se ha determinado que la interrelación que existe entre abejas nativas y *Apis mellifera* L., incrementa la eficiencia de polinización de esta última, en capítulos de girasol cultivados para la formación de semillas híbridas (DeGrandi y Watkins, 2000; Greenleaf y Kremen, 2006). Por otro lado, Spencer (1990) y Valladares (2008), mencionaron que los integrantes de la familia Agromyzidae que comúnmente se denominan "moscas minadoras", en su estadio larval realizan excavaciones de túneles ("minas") en el interior de las hojas, tallos o semillas, y al consumir el mesófilo o tejido, ocasionan graves daños al cultivo.

Robles (1982) y Ortegón et al. (1993), mencionaron algunos de los insectos plaga en el cultivo de girasol como: Palomilla del capítulo (*Homoeosoma electellum* Hulst.), Frailecillo (*Macrodactylus* sp.), Mosca del capítulo (*Neotephritis finalis*), Picudo (*Rhynchites mexicanus* Gyll), Chapulines (*Sphenarium* sp.), Gusano trozador (*Agrotis* sp.), Gusano soldado (*Spodoptera* sp.), Áfidos y Mosquitas blancas (*Aphis* sp. y *Trialeurodes* sp.).

*H. annuus* L., es originaria de Norteamérica y aun cuando México es centro de origen (Bye et al., 2009), como cultivo comercial, su producción ha sido muy intermitente. Su principal producto es el aceite para consumo humano, que se utiliza en la cocina o en la producción de botana para usos industriales (Morales et al., 2007); también puede ser aprovechado para producir biodiesel (Schneider, 1981); la harina que queda como residuo de la extracción del aceite, puede servir como alimento para el ganado (Ortegón et al., 1993). A partir de 2016 en el Estado de México se ha buscado producir girasol, como una alternativa para generar la rotación de cultivos e incrementar la oferta de aceite.

Debido a las características de polinización, a la importancia económica que representa este cultivo, y al desconocimiento de las técnicas apropiadas para su producción, el presente trabajo tuvo el objetivo de evaluar la presencia de la entomofauna floral asociada al girasol, cultivado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, México, y generar una base de datos de este cultivo en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El área de estudio se encuentra en el municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México, en la longitud Oeste 99° 11' 42" y en la latitud norte 19° 41' 35" a 2,256 m de altitud. La parcela experimental se ubicó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, durante el ciclo primavera-verano 2018.

Esta zona de estudio se caracteriza por tener un clima templado subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con lluvias de verano, una temperatura promedio de 15.2 °C; una precipitación promedio de 637.6 mm; la presencia de heladas principalmente en la época de invierno y un promedio de 47 días nublados (Rodríguez, 2014).

### Monitoreo en el cultivo e identificación taxonómica de los insectos

El método empleado para monitorear a los insectos fue a través de la observación directa, proceso en el cual se llevó a cabo el registro del insecto y la fase fenológica en la que se encontraba el cultivo según Siddiqui et al. (1975), en un horario de 7:00 a 18:00 h, asimismo, se tomaron fotografías de los insectos. El monitoreo se realizó durante 72 días, a partir del 11 de agosto de

2018, momento en el cual el girasol inició la etapa de floración.

Las colectas de insectos se realizaron con base a lo indicado por Campos (2017) y su identificación taxonómica se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, basada en Campos (2017), Hernández et al. (2010) y Braun et al. (2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los insectos asociados a la etapa de floración del girasol se categorizaron de acuerdo con su función ecológica y hábitos alimenticios (Cuadro 1).

En total se identificaron a nivel de especie 18 insectos distintos, de éstos, los que se presentaron con mayor frecuencia en el cultivo correspondieron a los polinizadores, de los cuales, el cantárido *Chauliognathus hastatus* fue la especie más activa en toda la etapa de floración, seguida por *Apis mellifera* L. y *Bombus patrorum*, lo que complementa a lo mencionado por McGregor (1976) quien señaló sólo a *A. mellifera* L. como el principal polinizador en este cultivo.

Asimismo, dentro de la categoría de depredadores, la especie que más se presentó fue el coleóptero *Coccinella*

*septempunctata*; de las especies plaga fueron el díptero *Neotephritis finalis* y el coleóptero *Diabrotica speciosa*. En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan los insectos asociados a cada fase fenológica del cultivo; se observa al cantárido como la especie de mayor frecuencia.

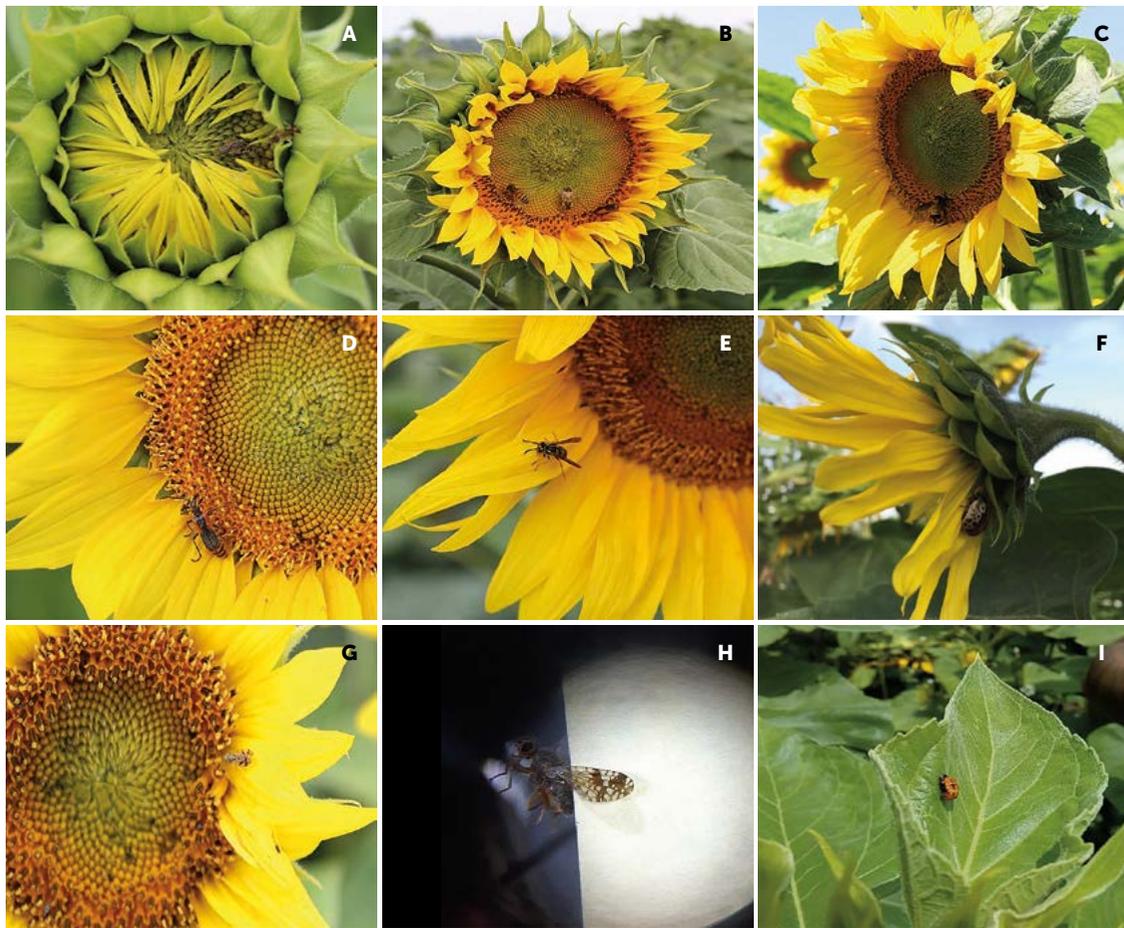
Los insectos presentes en la fase de principio de antesis (Figura 1), fueron polinizadores, defoliadores y depredadores; donde *Apis mellifera* L. estuvo presente en períodos más largos de tiempo durante el día. La mosca del fruto (*Neotephritis finalis*) se encontró desde el inicio de la antesis a la maduración.

Los insectos asociados a las fases antesis cuarto exterior y mitad del capítulo (Figura 2), fueron básicamente polinizadores y depredadores; de estos últimos el que presentó mayor frecuencia fue *Coccinella septempunctata*, que controló la presencia de pulgones (*Aphis spiraecola*); y de los polinizadores, la especie que prevaleció fue *C. hastatus*.

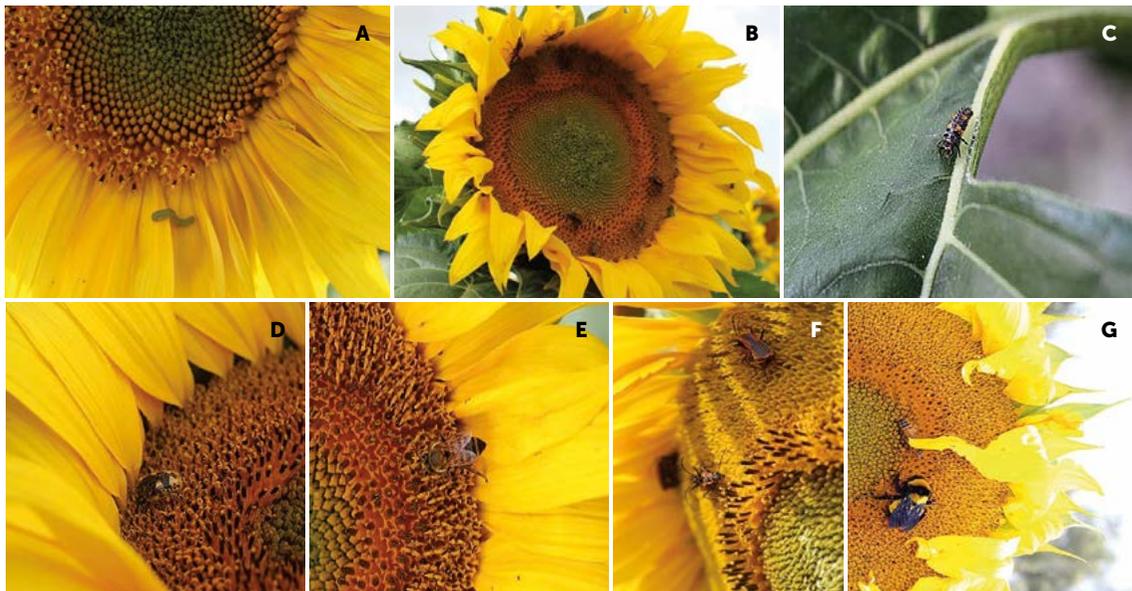
Las fases de antesis tres cuartas partes y antesis casi completa (Figura 3), se caracterizó por la disminución de visitas de las especies; el cantárido fue la única especie polinizadora que permaneció con el mismo comportamiento durante toda la etapa de floración. Además, la fase antesis casi completa, fue la que se asoció con la presen-

**Cuadro 1.** Insectos asociados a la etapa de floración en el cultivo de girasol, en Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.

Función ecológica	Hábito alimenticio	Nombre común	Orden	Familia	Género y especie
Benéfico	Polinizador	Abeja	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>
		Mayate de la calabaza	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euphoria basalis</i>
		Abejorro	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus patrorum</i>
		Cantárido	Coleoptera	Cantharidae	<i>Chauliognathus hastatus</i>
	Depredador	Crisopa	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>
		Catarina	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>
		Avispa	Hymenoptera	Vespidae	<i>Vespa squamosa</i>
Plaga	Defoliador y chupador	Oruga medidora	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Rachiplusia nu</i>
		Mosca del fruto	Diptera	Tephritidae	<i>Neotephritis finalis</i>
		Oruga cortadora	Lepidoptera	Saturniidae	<i>Hylesia nigricans</i>
		Chinche café	Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus peregrinans</i>
		Diabrotica	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Diabrotica speciosa</i>
		Chinche apestosa	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Halyomorpha halys</i>
		Chinche Verde	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>
		Periquito	Hemiptera	Membracidae	<i>Polyglypta costata</i>
		Pulgón verde	Homoptera	Aphididae	<i>Aphis spiraecola</i>
		Mosquita blanca	Homoptera	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
		Catarina calígrafa	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Zygogramma signatipennis</i>



**Figura 1.** Insectos asociados a la fase principio de la antesis en *H. annuus* L., en Cuautitlán Izcalli, México. A) Mosca del fruto en oviposición. B) Abejas. C) Abejorro. D) Cantárido. E) Avispa. F) Catarina calígrafa. G y H) Mosca del fruto. I) Pupa de Catarina.



**Figura 2.** Insectos asociados a las fases antesis cuarto exterior y mitad del capitulo en *H. annuus* L., en Cuautitlán Izcalli, México. A) Oruga medidora. B) Cantáridos. C) Larva de Catarina. D) Mayate de la calabaza. E) Abeja. F) Cantárido. I) Abejorro y Abejas.



**Figura 3.** Insectos asociados a las fases antesis tres cuartas partes y casi completa en *H. annuus* L., en Cuautitlán Izcalli, México. A) Abejorro. B) Abeja. C y D) Cantáridos. E) Oruga medidora. F) Oruga cortadora.

cia de insectos plaga, tales como *Rachiplusia nu*, *Hylesia nigricans*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Nezara viridula*.

El horario en el cual visitaban más insectos al girasol fue de 7:00 a 13:00 h y de 15:00 a 17:00 h, y en algunas ocasiones se reportó el deceso de especies como *Apis mellifera* L. debido a que permanecían en el cultivo en horas donde la temperatura comenzaba a disminuir.

De los insectos plaga que reportan Robles (1982) y Ortegón (1993) para este cultivo, en la zona se presentaron: la mosca del fruto o del capítulo (*Neotephritis finalis*), pulgón verde (*Aphis spiraecola*) y mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

## CONCLUSIONES

La actividad de los insectos en el cultivo de girasol se incrementa en la etapa de floración, principalmente la de insectos polinizadores.

El municipio de Cuautitlán Izcalli presenta un clima templado subhú-

medo, los días nublados son mayores comparados a las zonas semiáridas donde se produce comúnmente el cultivo de girasol, por lo que al realizar el monitoreo de insectos diurnos, se determinó que la actividad de polinización en el cultivo depende principalmente de *Chauliognathus hastatus*, lo que no coincide con lo que señala la literatura donde se menciona que la principal especie polinizadora corresponde a *Apis mellifera* L.

Asimismo, se identificó a la mosca del fruto como la principal especie plaga en el cultivo de girasol, la cual puede causar graves pérdidas económicas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Entomología y a la Estación Meteorológica del Departamento de Ciencias Agrícolas, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, por las facilidades prestadas para la realización de este proyecto.

## LITERATURA CITADA

- Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. & Zumbado M.A. (2010). Manual of Central American diptera. National Research Council. Research Press, Ottawa, Ontario, Canada.
- Bye, R., Linares, E. & Lentz D.L. (2009). México: centro de origen de la domesticación del girasol. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 12(1), 5-12.
- Campos, N.M.J. (2017). Manual de Prácticas de la asignatura Entomología. Instituto Tecnológico de Tizimin. Tecnológico Nacional de México. Reportado en <http://www.ittizimin.edu.mx/wp-content/uploads/2018/03/ENTOMOLOGIA.pdf>
- DeGrandi, H.G. & Watkins, J.C. (2000). The foraging activity on honey bees *Apis mellifera* L. and non-*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross-pollination and seed set. Journal of Apicultural Research, 32(1-2), 37-45.
- Greenleaf, S.S. & Kremen, C. (2006). Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103(37), 13890-13895.
- Hernández, O.V., Guillén, A.J. & López, L. (2010). 5. Taxonomía e Identificación de Moscas de la Fruta de Importancia Económica en América. En Montoya, P., Toledo, J. &

- Hernández, E. (eds.), (2010). Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo. S y G editores, México, D.F. pp. 49-80.
- Hurd, P.D.J.R., Laberge, W.E. & Linsley, E.G. (1980). Principal sunflower bees of North American with emphasis on the southwestern United States (Hymenoptera: Apoidea). *Smithson. Contrib. Zool.*, 310, 1-158.
- Mcgregor, S.E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. Reportado de <https://www.ars.usda.gov/ARSDocuments/20220500/OnlinePollinationHandbook.pdf>
- Miller, J.F. & Fick, G.N. (1997). The genetics of sunflower. En A. Schneiter, A. (Ed.), *Sunflower technology and production* (pp. 441-495). American Society of Agronomy, Madison.
- Morales, R.E.J., Escalante, E.J.A. & López, S.J.A. (2007). Producción de biomasa y rendimiento de semilla en la asociación girasol (*Helianthus annuus* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del nitrógeno y fósforo. *Ciencia Ergo Sum*, 14(2), 177-183.
- Ortegón, M.A.S., Escobedo, M.A., Loera, G.J., Díaz, F.A. & Rosales, R.E. (1993). El girasol. (pp. 15-20). México, D.F.: TRILLAS.
- Parker, F.D. (1981a). Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees and their effects on seed yields. *Journal of Apicultural Research*, 20(1), 49-61.
- Parker, F.D. (1981c). How efficient are bees in pollinating sunflowers? *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54(1), 61-67.
- Robles, S.R. (1982). Producción de oleaginosas y textiles (437p.) Ed. Limusa. México.
- Rodríguez, R.M. (2014). Normal climática de la Estación Meteorológica Almaraz, Cuautitlán Izcalli, México (1987-2013) (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
- Schneiter, A.A. & Miller, J.F. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.
- Seiler, G.J. (1997). Anatomy and morphology of sunflower. En A. Schneiter. *Sunflower technology and production*. (pp. 67-111). American Society of Agronomy, Madison.
- Siddiqui, M.D., Brown, F.I. & Allen J.S. (1975). Growth stages of sunflower and intensity indices for white blister and rust. *Plant Disease Report*, 59(1), 7-11.
- Spencer, K.A. (1990). Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomológica* 45. (p. 444). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Torretta, P.J., Navarro, F. & Medan D. (2009). Visitantes florales nocturnos del girasol (*Helianthus annuus*, Asterales: Asteraceae) en la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 68(3-4), 339-350.
- Valladares, G. (2008). Agromyzidae. En L.E. Claps, G. Debandi & S.A. Roig-Juñent (Eds.), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. (pp. 281-291). Tucumán: Sociedad Entomológica Argentina.



# The acquisition of new knowledge about useful flora in a different environment, the case of San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, Mexico

## La adquisición de nuevo conocimiento sobre flora útil en un ambiente diferente, el caso de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, México

Alcántara-Salinas, Graciela<sup>1, 2</sup>; Rivera-Hernández, Jaime E.<sup>1, 2\*</sup>; García-Albarado, J. Cruz<sup>3</sup>; Vargas-Rueda, Abel F.<sup>1</sup>; Real-Luna, Natalia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. (Geobicom), Calle Santa María 13, U. Hab. San Román, Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94542. <sup>2</sup>Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C. (SERBO), Domicilio conocido, San Sebastián Tutla, Oaxaca, México. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Maestría en Paisaje y Turismo Rural, Carretera Córdoba-Veracruz, km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94946.

\*Autor de correspondencia: jriverah@geobicom.org

### ABSTRACT

**Objective:** To describe the learning process regarding useful flora in an indigenous community.

**Design/methodology/approach:** Six visits were made with a total of 72 days of fieldwork. The ethnographic method was conducted, using the following techniques: one participatory workshop, 23 semi-structured interviews, several preferential open interviews to key informants and participatory observation.

**Results:** The learning process had two components: knowledge transmission by neighbouring communities and own experimentation, the first one being the most used. Besides, the useful flora was studied, obtaining a floristic list of 119 species.

**Study limitations/implications:** No limitations/implications were found in this study.

**Discoveries/conclusions:** To know the transmission of knowledge process is very important to understand the erosion or loss of knowledge in a world of social changes, that is why in this study the ethnographic record was determinant to document the learning process and adaptation of this community in a very different environment. Despite neighbouring communities were the main source of information regarding the use of resources, the own experimentation based on trial and error also was a phenomenon that occurred, which indicates the investigative nature of the human being. The number of useful species represented around 25 % of the total species reported in the preliminary floristic inventory of this community, which means that the acquisition of knowledge has been in such a way that has allowed adaptation to this new environment in only nine years living in this place.

**Keywords:** chaparrera, ethnobotany, learning process, rainforest.

### RESUMEN

**Objetivo:** Describir el proceso de aprendizaje sobre flora útil de una comunidad indígena.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizaron seis salidas con un total de 72 días de trabajo de campo. Se siguió el método etnográfico, utilizando las técnicas siguientes: un taller participativo, 23 entrevistas semiestructuradas, diferentes entrevistas abiertas preferenciales a informantes clave y la observación participativa.

**Resultados:** El proceso de aprendizaje tuvo dos componentes: la transmisión del conocimiento por parte de las comunidades vecinas y la experimentación propia, siendo el primero el más utilizado. Se estudió la flora útil, obteniendo una lista de 119 especies.

**Limitaciones/implicaciones del estudio:** No se tuvo ninguna en este estudio.

**Hallazgos/conclusiones:** El conocer el proceso de transmisión del conocimiento tradicional es primordial para entender la erosión o pérdida de conocimiento en un mundo de cambios sociales, por lo que en este estudio el registro etnográfico fue determinante para documentar el proceso de aprendizaje y adaptación de esta comunidad a un entorno diferente. A pesar de que las comunidades vecinas fueron las principales fuentes de información acerca del uso de los recursos, la experimentación propia a base de ensayo y error fue un fenómeno que se dio, lo que habla de la naturaleza investigadora del ser humano. El número de especies útiles representó alrededor del 25% del total de especies reportadas en el inventario florístico preliminar de esta zona, lo que sugiere que la adquisición del conocimiento se ha dado de tal manera que ha permitido la adaptación a este nuevo medio en solo nueve años de vivir en este lugar.

**Palabras clave:** chaparrera, etnobotánica, proceso de aprendizaje, selva alta.

dos de ese estado, radicando ahora en una de las selvas más húmedas de México: la de los Chimalapas. Sus pobladores provienen, principalmente, de Santiago Amoltepec (Distrito de Sola de Vega) y Santa Cruz Itundujia (Distrito de Putla) y algunos más vinieron de Santiago Jamiltepec; todas ellas ubicadas en el estado de Oaxaca, comunidades que tienen en común el encontrarse en ecosistemas muy secos, en donde hay desde matorrales espinosos y selvas bajas caducifolias hasta un bosque de pino-encino; estos ecosistemas se encuentran muy deteriorados y erosionados, por lo que sus pobladores tuvieron que salir en busca de nuevas tierras productivas, encontrando la selva de los Chimalapas, donde guiados por su líder Don Antonio Hernández Roque, obtuvieron permiso para establecerse en el límite norte de su territorio, a cambio de servir como bastión de defensa contra invasiones veracruzanas.

### Área de estudio

La región de los Chimalapas se ubica en la parte noreste de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec, Distrito de Juchitán; está conformada por dos municipios: San Miguel Chimalapa, con una extensión de 132,907 ha y Santa María Chimalapa, con 458,086 ha, para una superficie total de 590,993 ha. San Antonio Nuevo Paraíso se localiza en la frontera norte de los Chimalapas, en el municipio de Santa María Chimalapa, en altitudes entre 100-600 m, en las coordenadas geográficas 17° 09' 44" N y 94° 21' 06" W; colinda con los poblados veracruzanos El Carmen, Bajo Grande, El Luchador y Esfuerzo Nuevo (Figura 1). La vegetación dominante es la selva alta perennifolia (según Miranda y Hernández-

## INTRODUCCIÓN

Los estudios acerca de la apropiación del conocimiento en comunidades indígenas, sobre todo de cómo las comunidades aprenden a conocer y aprovechar los recursos naturales con los que conviven día con día, son escasos y se basan más en confiar en la memoria colectiva de la comunidad, que en experimentar de forma directa este fenómeno. El conocimiento tradicional acerca del uso, manejo y apropiación de los recursos naturales que hace el ser humano se basa en diferentes principios: 1) el conocimiento se transmite a través de la imitación-demostración, 2) es localizado en un lugar particular y 3) su distribución es fragmentada (no todos los individuos tienen el mismo conocimiento) (Ellen y Harris, 2000). Para los habitantes de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca, estos principios no se han dado de forma natural, ni tampoco han tenido un modelo de transmisión de conocimiento como el de culturas milenarias, quienes responden a una transmisión de conocimiento de forma vertical (padres a hijos), forma horizontal (entre hermanos, primos o amigos) o el acordado (de uno a varios, por ejemplo de un profesor o líder a un grupo y de varios a uno, por ejemplo, de un consejo de ancianos o autoridades a una persona) (Cavalli-Sforza y Feldman, 1981). El objetivo de este estudio es describir un proceso de aprendizaje que se lleva a cabo en una comunidad indígena tras una migración hacia un ecosistema diferente al de su origen.

### Antecedentes históricos

San Antonio Nuevo Paraíso es una comunidad de origen mixteco cuyos habitantes hasta hace nueve años residían en uno de los ambientes más ári-

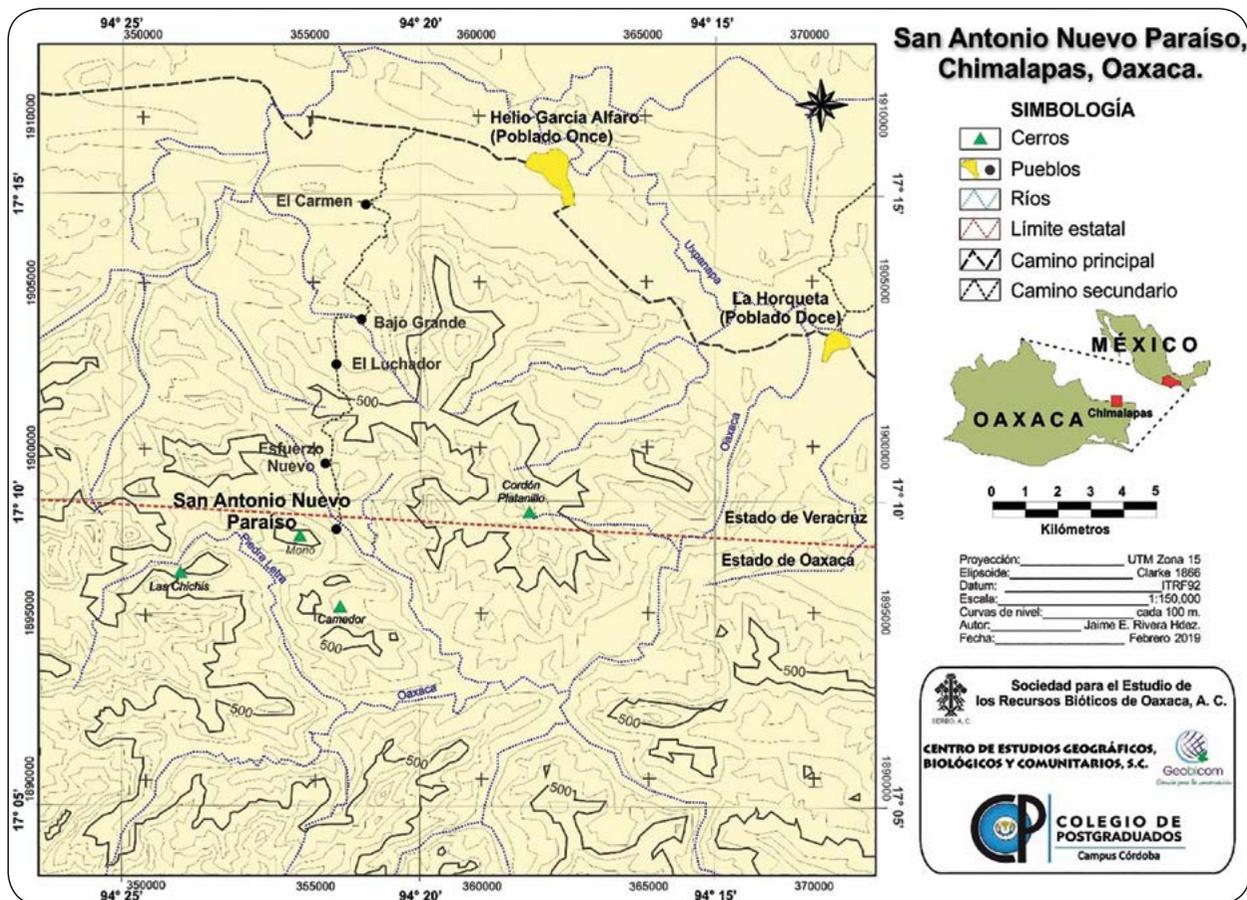


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

X., 1963) o bosque tropical perennifolio (según Rzedowski, 1978); además existe una comunidad vegetal de casi 42,000 ha llamada "chaparrera", que se caracteriza por tener árboles de baja estatura y de fustes delgados, un gran número de lianas y una mezcla de elementos de vegetación primaria y secundaria; son derivadas de los bosques tropicales perennifolios, de origen desconocido, pues los pobladores de Nuevo Paraíso nunca han hecho ningún aprovechamiento en ellas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron seis salidas de campo, con un total de 72 días de registro etnográfico. Las técnicas utilizadas fueron: talleres comunitarios, entrevistas semiestructuradas, abiertas y preferenciales (Martin, 1995; Newing, 2011). Las entrevistas semiestructuradas y abiertas se aplicaron a hombres y mujeres adultos de 11 familias del total de 20 que llegaron a los Chimalapas; se obtuvo información de las plantas que utilizan, su uso, hábitat, forma de vida y época de floración; se obtuvo información de cada informante (nombre, edad, sexo,

origen y tiempo de vivir en la zona). También se realizó un taller con la comunidad para confirmar nombres y usos de la flora útil. Por otra parte, se realizaron entrevistas preferenciales con informantes clave (fundadores de la comunidad), para obtener la historia del pueblo y de cómo ha sido el proceso de aprendizaje sobre flora útil, grabando las entrevistas con el permiso de los entrevistados. Se colectaron todas las especies reportadas como útiles y se herborizaron según la propuesta de Lot y Chiang (1986); las colectas se efectuaron en recorridos con los informantes. Las muestras botánicas se obtuvieron por quintuplicado, de los cuales cuatro duplicados se depositaron en el Herbario Nacional (MEXU) y el restante se depositó en el Herbario Regional del Centro de Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR). La información se sistematizó en una base de datos en Microsoft Access. El arreglo taxonómico de la lista sigue a APG IV (2016) y las abreviaturas de los autores de las especies se basaron en IPNI (2015) y en la base de datos del Missouri Botanical Garden ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Apropiación del conocimiento

Se identificaron dos principales medios de aprendizaje:

**1. Transmisión del conocimiento por vecinos.** La enseñanza por parte de las poblaciones vecinas veracruzanas ha sido el principal medio de transmisión de conocimiento para empezar a conocer los nombres y usos de los diferentes recursos.

**2. La experimentación propia.** Usado en menor escala, se basa en probar frutos, hojas, tallos y algunos animales; esto lo hacían cuando estaban solos en sus trabajaderos (tierras de cultivo) más lejanos, para lo cual tomaban varios criterios de selección como:

- Si encontraban frutos mordisqueados en el suelo y pisadas de animales (tepezcuintle -*Cuniculus paca*-, principalmente), eso indicaba que se lo podían comer, partiendo de la idea de que si lo come el tepezcuintle entonces no era venenoso.
- Si encontraban algún otro fruto, probaban un poco, esperaban alrededor de una hora y si no había signos de intoxicación y además era agradable el sabor, consumían más, para finalmente incluirlo en su dieta.

Sin embargo, no siempre corrían con suerte en sus experimentos, ya que en ocasiones, cometían algunos errores o sufrían algunos accidentes, tal y como lo narra Don León Caballero:

*"... adonde iba a chapear a mi parcela de cacao, había unas semillas y rastros de tepezcuintle, por lo que dije: esta semilla se come, no es veneno, pues el animal la come, tenía la cáscara dura y una almendra como coyul. La probé, sabía medio dulce y esperé, dije: voy a ver si no me hace nada. Empecé a chapear y cuando de repente me provocó un bombazo y que vomito, cuando ya salió eso, salió negro, negro..."* "... después me di cuenta de que esa semilla no era la que comía el tepezcuintle, sino otra de otro árbol que el tepezcuintle ya había acabado las del suelo, pero en el árbol estaban colgando..."

*"... yo tenía un plantío de cacao y cuando coseché quise trasladarlos en una balsa o cayuco como le llaman por aquí, corté los palos de balsa (*Ochroma pyramidale*) y la armé como un tapete, la arrimé al río y acomodé las bolsitas del cacao en la tarima esa, pero como no sabía manejarla, entonces iba*

*remando, pero le daba al contrario, entonces chocó y se volteó y yo quedé debajo de la balsa..."*

Por otra parte, la comunidad ha tenido que adaptarse a la alta humedad presente en el ambiente en el que ahora viven, por lo que han tenido que aprender a hacer sus casas con maderas resistentes a la humedad y a sus plagas naturales (p. ej. termitas), a veces con malos resultados, como cuenta don Salvador Oseguera:

*"... yo cuando llegué aquí, no conocía la madera buena, así que construí mi casa con la que estaba más cerca, que era un palo de rabo lagarto (*Zanthoxylum riedelianum*), pero ahora ya se la comió el comején y la voy a tener que tirar y la voy a volver a hacer, pero ahora con nopo (*Zuelania guidonia*) o con paque (*Dialium guianense*), que ahora ya sabemos que esa es la madera buena..."*

Por último, ellos también han aprendido a diferenciar los tipos de suelo, desde el punto de vista agrícola, tanto por color como por la vegetación que crece sobre ellos, por ejemplo, en donde son terrenos planos, con chaparrera y donde crecen mafafas o güichicatas (*Xanthosoma robustum*), son buenos terrenos para la milpa.

### Plantas útiles

Se obtuvo una lista de 119 especies utilizadas, comprendidas en 52 familias, siendo las más abundantes Fabaceae (14 especies), Malvaceae (9), Asteraceae (7), Lauraceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Solanaceae, con cuatro especies cada una (Cuadro 1). Al comparar el número de especies utilizadas con el total de especies del inventario preliminar de la flora de la zona (500 especies) (Rivera-Hernández *et al.*, 1998), resalta que la comunidad está utilizando alrededor del 25% de las especies.

Según su hábitat, 78 especies se encontraron en chaparrera (65.5%), 43 en selva alta perennifolia (36.1%) y 31 en vegetación perturbada (26%). El 38.7% crecen solo en chaparrera, 12.6% solo en selva alta perennifolia y 11.8% solo en vegetación secundaria. La mayoría de las especies son nativas y solo el 9.2% son introducidas (Cuadro 2). El término "introducidas" se usa para las especies que no crecen de forma natural en San Antonio Nuevo Paraíso, pero que pueden ser o no nativas de México. Por otra parte, se reconocieron ocho usos diferentes (Cuadro 3).

**Cuadro 1.** Lista de la flora útil de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca.

Nombre científico	Nombre común	Vegetación	Forma de vida	Usos	Origen
ANGIOSPERMAS MAGNÓLIDAS					
ARISTOLOCHIACEAE					
<i>Aristolochia schippii</i> Standl.	"guaco"	Chap	T	Med	N
PIPERACEAE					
<i>Piper auritum</i> Kunth	"hierba santa", "acuyo"	Ac, Chap	Arb	Com, Med	N
<i>Piper tuerckheimii</i> C. DC.	"cigarrillo"	Sel	Arb	Dom	N
LAURACEAE					
<i>Nectandra ambigens</i> (S.F. Blake) C.K. Allen	"aguacatillo"	Sel	A	Comb, Mad	N
<i>Nectandra</i> sp.	"aguacatillo"	Chap, Sel	A	Comb, Mad	N
<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	"laurel", "pimientillo"	Sel	A	Mad	N
<i>Persea americana</i> Mill.	"aguacate"	Sel	A	Com	N
ANNONACEAE					
<i>Guatteria galeottiana</i> Baill.	"candelero"	Chap, Sel	A	Mad, Comb	N
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	"anona"	Chap	A	Com	N
MAGNOLIACEAE					
<i>Talauma mexicana</i> (DC.) G. Don	"magnolia"	Chap, Sel	A	Mad	N
MONOCOTILEDÓNEAS					
ARACEAE					
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	"malanga"	Ac	H	Com	I
<i>Spathiphyllum phryniifolium</i> Schott	"gusnai"	Sel	H	Com	N
<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	"guachicata", "hoja elegante", "mafafa", "yuracata"	Ac, Chap	H	Med, Com	N
ARECACEAE					
<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	"chichón"	Chap, Sel	A	Cons, Com	N
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	"palmilla"	Sel	A	Dom, Cer	N
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	"tepejilote"	Chap, Sel	A	Com	N
BROMELIACEAE					
<i>Aechmea lueddemanniana</i> (K. Koch) Brongn. ex Mez	"jagueyito"	Sel	H	Cer	N
COSTACEAE					
<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.	"caña agria"	Chap	H	Med	N
DIOSCOREACEAE					
<i>Dioscorea composita</i> Hemsl.	"barbasco"	Chap, Sel	T	Dom	N
HELICONIACEAE					
<i>Heliconia schiedeana</i> Klotzsch	"platanillo"	Chap	H	Dom	N
MARANTACEAE					
<i>Calathea micans</i> (L. Mathieu) Körn.	"beliján"	Chap	H	Med, Dom	N
SMILACACEAE					
<i>Smilax aristolochiifolia</i> Mill.	"colcomecate", "guatotole", "cola de iguana"	Chap, Sel	T	Med	N
EUDICOTILEDÓNEAS					
AMARANTHACEAE					
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	"quelites"	Ac, M	H	Com	N
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	"quintonil"	M	H	Com	N



**Cuadro 1.** Continuación.

Nombre científico	Nombre común	Vegetación	Forma de vida	Usos	Origen
<i>Amaranthus</i> sp.	"quelite de chivato"	Chap	H	Com	N
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	"epazote"	Ac	H	Med	N
ANACARDIACEAE					
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	"ovo", "jobo", "ciruelo"	Chap, Sel	A	Com	N
<i>Tapirira chimalapana</i> T. Wendt & J.D. Mitch.	"caobilla"	Sel	A	Mad	N
ASTERACEAE					
<i>Bidens pilosa</i> L.	"aceitilla"	Chap	H	Med	N
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	"crucecillo"	Ac	Arb	Med	N
<i>Pseudognaphalium oxyphyllum</i> (DC.) Kirp.	"gordolobo"	P	H	Med	I
<i>Porophyllum ruderale</i> var. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronquist	"pápalo quelite"	P	H	Com	I
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	"árnica"	Ac	Arb	Med	N
No determinada	"cola de faisán"	Chap	Arb	Med	N
No determinada	"venteadura"	M	H	Med	N
BEGONIACEAE					
<i>Begonia heracleifolia</i> Schlttdl. & Cham.	"coyul"	Chap	H	Com	N
BIGNONIACEAE					
<i>Amphitecna regalis</i> (Linden) A.H. Gentry	"jícara"	Chap	A	Dom	N
<i>Tabebuia guayacan</i> (Seem.) Hemsl.	"palo de guayacán", "roble", "encino roble"	Chap, Sel	A	Med	N
BORAGINACEAE					
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	"hormiguillo", "solerilla"	Chap, Sel	A	Mad, Comb, Cer	N
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	"hormiguillo de la barranca"	Chap	A	Med	N
<i>Tournefortia umbellata</i> Kunth	"palo de gangrena", "cangrena"	Chap	Arb	Med	N
BURSERACEAE					
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	"palo mulato"	Chap, Sel	A	Med	N
CACTACEAE					
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> (DC.) Haw.	"pitaya"	Chap	H	Com	N
CALOPHYLLACEAE					
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	"barí"	Sel	A	Mad	N
CANNABACEAE					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	"capulín", "yacuacuero"	Chap	A	Com, Comb, Dom	N
CARICACEAE					
<i>Vasconcellea cauliflora</i> (Jacq.) A. DC.	"papaya cimarrona", "tapaculo"	Chap	A	Com, Med	N
<i>Jacaratia dolichaula</i> (Don. Sm.) Woodson	"papaya"	Chap	A	Com	N
CHRYSOBALANACEAE					
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	"zapote cabello", "zapote cabezón", "mesonzapote"	Chap, Sel	A	Com, Med	N

Cuadro 1. Continuación.					
Nombre científico	Nombre común	Vegetación	Forma de vida	Usos	Origen
CLUSIACEAE					
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	"leche amarilla"	Sel	A	Mad, Med	N
COMBRETACEAE					
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	"peinecillo", "guayabillo"	Sel	A	Mad	N
CUCURBITACEAE					
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	"punta de guía", "guía de calabaza"	Ac	A	Com	N
<i>Cucurbita</i> sp.	"calabacita"	Ac	H	Com	N
<i>Luffa cylindrica</i> M. Roem.	"estropajo"	Chap	T	Dom	N
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea meianthera</i> Donn. Sm.	"colorado", "uvero", "tronador"	Chap	A	Mad	N
EUPHORBIACEAE					
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	"canaco"	Chap	A	Mad, Comb	N
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	"mano de león", "mano de tigre"	Chap	Arb	Med	N
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	"yuca"	P	H	Com	I
<i>Ricinus communis</i> L.	"grilla", "grilla blanca"	P	Arb	Med	I
FABACEAE					
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	"cornizuelo"	Chap	A	Comb, Dom, Med	N
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	"paque"	Chap, Sel	A	Com, Mad	N
<i>Entada gigas</i> (L.) Fawc. & Rendle	"bejuco de agua"	Chap, Sel	T	Com	N
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	"cañamazo"	Sel	A	Mad	N
<i>Erythrina folkersii</i> Krukoff & Moldenke	"colorin", "pipe"	Chap	A	Med	N
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	"cocuite"	Ac, M	A	Mad	N
<i>Inga acrocephala</i> Steud.	"bejuco", "árbol de bejuco", "palo de bejuco"	Chap, Sel	A	Mad	N
<i>Inga inicuil</i> Schlttdl. & Cham. ex G. Don	"guajinicuil"	Chap	A	Mad, Comb, Com	N
<i>Inga</i> sp.	"chalahuite"	Chap	A	Com	N
<i>Machaerium floribundum</i> Benth.	"uña de gato"	Chap	T	Med	N
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	"cachimbo"	Chap, Sel	A	Mad, Comb	N
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	"sangregrado", "sangredrigo", "palo de drago"	Chap, Sel	A	Med	N
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	"pichu", "judío"	Chap	A	Mad	N
<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record	"amargoso"	Chap	A	Mad	N
LAMIACEAE					
<i>Hyptis</i> sp.	"pipiona"	P	H	Com, Med	I
<i>Mentha x piperita</i> L.	"yerbabuena", "hierbabuena"	P	H	Com	I
<i>Origanum vulgare</i> L.	"orégano"	P	H	Com	I
LYTHRACEAE					
<i>Punica granatum</i> L.	"granada"	P	A	Com	I

**Cuadro 1.** Continuación.

Nombre científico	Nombre común	Vegetación	Forma de vida	Usos	Origen
<b>MALPIGHIACEAE</b>					
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	"nanche", "palo de nanche"	P	A	Com, Comb, Med	I
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	"ceiba"	Chap, Sel	A	Mad	N
<i>Hampea nutricia</i> Fryxell	"jonote real"	Chap	A	Mad	N
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	"jonote"	Ac, Chap	A	For, Mad	N
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	"palo de corcho", "palo de balsa"	Chap	A	Cons	N
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	"apompo"	Chap, Sel	A	Med	N
<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	"palo de gancho"	Chap	A	Dom	N
<i>Robinsonella mirandae</i> Gómez Pompa	"majagua", "amargoso"	Chap, Sel	A	Mad, Cons	N
<i>Sida rhombifolia</i> L.	"malva"	Ac, M	H	Med, Dom	N
<i>Theobroma cacao</i> L.	"cacao"	Chap	A	Com	N
<b>MELASTOMATACEAE</b>					
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	"guayabilla"	Chap	A	Com	N
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	"guayabita", "manzanita"	Chap	A	Comb, Com	N
<i>Clidemia fulva</i> Gleason	"cinco negritos"	Chap	Arb	Med	N
<b>MELIACEAE</b>					
<i>Cedrela odorata</i> L.	"cedro", "cedrillo"	Chap, Sel	A	Mad, Med	N
<i>Guarea glabra</i> Vahl	"bejuco blanco", "trompillo"	Chap, Sel	A	Mad, Comb	N
<b>MORACEAE</b>					
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	"ojoche"	Sel	A	Comb, Mad	N
<i>Ficus lapathifolia</i> (Liebm.) Miq.	"amate", "higo"	Chap	A	Med	N
<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C. Berg	"lechেমaria"	Chap	A	Mad, Com	N
<i>Trophis mexicana</i> (Liebm.) Bureau	"manzanita"	Chap	A	Com	N
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Calyptanthes schiedeana</i> O. Berg	"guayabillo", "limoncillo"	Sel	A	Com	N
<i>Psidium guajava</i> L.	"guayaba"	Ac	A	Med, Com	N
<b>NYCTAGINACEAE</b>					
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	"buganvilia"	P	Arb	Med	N
<b>PASSIFLORACEAE</b>					
<i>Passiflora serratifolia</i> L.	"granada montés"	Chap	T	Com	N
<b>PHYTOLACCACEAE</b>					
<i>Phytolacca icosandra</i> L.	"jabonera", "conguera"	Chap, M	H	Com	N
<b>PORTULACACEAE</b>					
<i>Portulaca oleracea</i> L.	"verdolaga"	M	H	Com	N
<b>ROSACEAE</b>					
<i>Rosa</i> sp.	"flor de rosa"	P	Arb	Med	I
<i>Rubus</i> sp.	"zarza"	Chap	Arb	Med	N
<b>RUBIACEAE</b>					
<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerm.	"nazareno"	Chap, Sel	A	Comb, Mad	N
<b>RUTACEAE</b>					
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	"rabolagarto"	Chap, Sel	A	Mad	N

**Cuadro 1.** Continuación.

Nombre científico	Nombre común	Vegetación	Forma de vida	Usos	Origen
<b>SALICACEAE</b>					
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	"nopo"	Chap, Sel	A	Mad, Cer	N
<b>SAPINDACEAE</b>					
<i>Paullinia cururu</i> L.	"siete corazón"	Chap	T	Med	N
<i>Serjania</i> sp.	"bejuco colorado"	Chap, Sel	T	Comb, Mad	N
<b>SAPOTACEAE</b>					
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	"mamey"	Chap, Sel	A	Com, Mad, Med	N
<b>SOLANACEAE</b>					
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	"huele de noche"	Chap	Arb	Com, Med	N
<i>Solanum chrysotrichum</i> Schltdl.	"berenjena", "sosa"	Chap	Arb	Med	N
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	"hierba mora", "yerbamora"	Ac, M	H	Com, Med	N
<i>Solanum</i> sp.	"tilasno"	M, Sel	H	Com	N
<b>URTICACEAE</b>					
<i>Boehmeria macrophylla</i> Hornem.	"cordoncillo", "palo de agua"	Chap	Arb	Med	N
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	"chancarro", "guarumbo"	Ac, Chap	A	Comb, Com, Cons, Dom, For, Med	N
<b>VITACEAE</b>					
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	"bejuco de uva"	Sel	T	Com, Med	N
<b>NO DETERMINADAS</b>					
Especie 1	"bejuco de calentura"	Chap	T	Med	N
Especie 2	"bejuco chiquinuma"	Chap	T	Com	N
Especie 3	"bejuco uña de águila", "uña de gavián"	Chap, Sel	T	Med	N

Vegetación: Chap=Chaparrera, Ac=Acahual, Sel=Selva, P=Pueblo, M=Milpa. Forma de vida: A=Árbol, Arb=Arbusto, H=Herbácea, T=Trepadora. Uso: Cer=Ceremonial, Comb=Combustible, Com=Comestible, Cons=Construcción, Dom=Doméstico, For=Forraje, Mad=Maderable, Med=Medicinal. Origen: N=Nativa, I=Introducida.

**Cuadro 2.** Número de especies útiles que fueron registradas en cada tipo de vegetación.

Número de especies	Selva alta perennifolia	Chaparrera	Vegetación perturbada (acahual-milpa)
46		X	
15	X		
14			X
11			Introducidas
27	X	X	
5		X	X
1	X		X
Total: 119	43	78	31

**Cuadro 3.** Usos reconocidos de las plantas y número de especies por uso.

Número de especies	Uso	Número de especies	Uso
16	Combustible	48	Comestible
12	Doméstico	4	Construcción
47	Medicinal	2	Forrajero
33	Maderable	4	Ceremonial

Del total, 31 especies tienen dos usos, seis tres usos y una seis usos (*Cecropia obtusifolia*). En cuanto a la forma de vida, 64 (53.8%) son árboles, 15 (12.6%) arbustos, 13 (10.9%) plantas trepadoras y 27 (22.7%) herbáceas. La mayoría de los habitantes son hablantes de mixteco, pero la mayoría de los nombres de plantas que ahora conocen son en español, provenientes de los pueblos veracruzanos vecinos; al resto de las plantas las llaman con los nombres en mixteco o español que ya conocían, ya que se trata de especies parecidas o incluso las mismas especies de su lugar de origen.

## CONCLUSIONES

Cerca del 25% de la flora es usada por la comunidad en un proceso de aprendizaje de nueve años, por lo que se puede afirmar que los habitantes están logrando apropiarse del conocimiento, principalmente a través de la enseñanza de sus vecinos veracruzanos. La mayoría de las especies útiles registradas provienen de las chaparreras, lo que sugiere un uso importante de esta comunidad vegetal. Los datos obtenidos son importantes pues muestran cómo estos habitantes se adaptan a un nuevo medio del cual deben aprender de manera rápida para subsistir, cuyo método no coincide en lo descrito por la literatura. Existe un proceso de experimentación propia llevado a cabo con base en el ensayo y el error, lo cual refleja la naturaleza curiosa e investigativa del ser humano, la cual ha evidenciado desde sus inicios, experimentando con todo lo que tiene a su alrededor y lo cual le ha ayudado a mejorar su nivel de vida; esta curiosidad primitiva y permanente ha dado pie a lo que hoy en día llamamos investigación.

## AGRADECIMIENTOS

A la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A. C. (SERBO) donde los dos primeros autores realizaron el trabajo de campo. Al Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. (Geobicom) y al Colegio de Postgraduados Campus Córdoba por su apoyo para la redacción del manuscrito. El trabajo de campo estuvo apoyado por Silvia H. Salas Morales, Elizabeth Torres Bahena, Catherine Perret, Donato Acuca Vázquez, Tereso Álvarez Rodríguez y Ricardo de Santiago Gómez.

## LITERATURA CITADA

- APG IV. (2016). An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20. Doi: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Cavalli-Sforza, L.L. & Feldeman, M.W. (1981). *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton: Princeton University Press.
- IPNI. (2015). The International Plant Names Index. Reportado de <http://www.ipni.org/index.html>.
- Ellen, R. & Harris, H. (2000). Introduction. En R.F. Ellen, P. Parkes, A. Bicker. (Eds.) *Indigenous environmental knowledge and its transformations: Critical anthropological perspectives* (pp. 1-33). Amsterdam: Harwood.
- Lot, A. & Chiang, F. (1986). *Manual de herbario* (1a ed., 142 p.). México, D. F.: Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.
- Martin, G. (1995). *Ethnobotany. A methods manual*. Doi: 10.10007/978-1-4615-2496-0
- Miranda, F. & Hernández-X, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 28: 29-179. DOI: 10.17129/botsci.1084
- Newing, H. (2011). *Conducting Research in Conservation. A social science perspective*. Doi: 10.4324/9780203846452
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. (432 p.). México, D. F.: Limusa.
- Rivera-Hernández, J.E., Torres-Bahena, E. & Salas-Morales, S.H. (1998). Contribución al conocimiento florístico y ecológico de las chaparreras de San Antonio Nuevo Paraíso, Chimalapas, Oaxaca. *Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica*. México, D.F.



## The Arco program for the control of huanglongbing in Tecoman, Colima, y Axtla, San Luis Potosí, Mexico

### El programa Arco para el control del huanglongbing en Tecomán, Colima, y Axtla, San Luis Potosí, México

Ortiz-Isabel, Blanca E.<sup>1</sup>; Manzo-Ramos, Fernando<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Estudios del Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México, C.P. 56230.

\*Autor de correspondencia: fernando.manzo.ramos@gmail.com

#### ABSTRACT

**Objective:** A comparative analysis of the ARCO Program is presented in two states incipiently affected by the citrus huanglongbing.

**Methodology:** Exploratory tours, open interviews with key actors of the ARCO program and structured interviews with producers were conducted.

**Results:** Both states have contrasting conditions in their citrus growing activity; such as producers' socioeconomic conditions, orchards' scale and technological and market orientation. In Tecoman Colima, the production of citrus fruits is large scale with export production, while in Axtla de Terrazas, S. L. P., production is small scale, complementary to the income of indigenous families and oriented to the national market. Despite these differences, the ARCO program operated similarly in both conditions, affecting its effectiveness. Language, in-classroom training sessions and the inappropriateness of the content presented in such sessions were determining factors to explain both the limited knowledge to identify and treat the disease, and the low awareness and interest of the producers of Axtla de Terrazas to participate in the ARCO program.

**Limitations on the study:** Due to the case study nature of the study, results, conclusions and recommendations are only applicable to the places and times being studied.

**Conclusions:** The ARCO program demonstrated an ill capacity to consider into its design the important producers' socioeconomic differences. Recommendations are made to improve program design and, therefore, the future performance of the ARCO program.

**Keywords:** huanglongbing, sanitary campaign, citrics;

#### RESUMEN

**Objetivo:** Presentar un análisis comparativo del Programa ARCO en dos estados afectados incipientemente por el Huanglongbing de los cítricos.

**Metodología:** Se realizaron recorridos exploratorios, entrevistas abiertas a actores clave del programa y entrevistas estructuradas a productores.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019. pp: 25-30.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.

**Resultados:** Ambos estados tienen condiciones contrastantes en su actividad cítrica; como son las condiciones socioeconómicas de los productores, la escala y tecnificación de los huertos y su orientación al mercado. Los resultados muestran que, en Tecomán Colima, la producción de cítricos es de gran escala con producción de exportación; mientras que en Axtla de Terrazas, S.L.P., la producción es de pequeña escala, complementaria de los ingresos de familias indígenas y orientada al mercado nacional. A pesar de tales diferencias, el programa ARCO operó de la misma manera en ambas condiciones, afectando su eficacia. El idioma, las sesiones presenciales de capacitación y lo poco apropiado del contenido ofrecido en tales sesiones fueron factores determinantes para explicar tanto el limitado conocimiento para identificar y tratar la enfermedad, como la baja sensibilidad e interés de los productores de Axtla de Terrazas para participar en el programa ARCO.

**Limitaciones del estudio:** Debido a su enfoque, Estudio de Caso, los resultados, conclusiones y recomendaciones de esta investigación no pueden ser extrapolados fuera de los lugares y periodos de tiempo estudiados.

**Conclusiones:** El Programa ARCO demostró incapacidad para considerar las significativas diferencias en las condiciones socioeconómicas de los productores en su diseño. Se hacen recomendaciones para mejorar el diseño y, por lo tanto, el futuro desempeño del programa.

**Palabras clave:** huanglongbing, campaña sanitaria, citricultura.

Tal relevancia socioeconómica de los cítricos se vio amenazada en el año 2009, cuando se reportó la entrada al país de la enfermedad conocida como el huanglongbing de los cítricos (HLB), por vez primera en el estado de Yucatán (SENASICA, 2012). Así, la reacción de respuesta del Estado, para proteger la citricultura, se llevó a cabo a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), organismo gubernamental encargado de proteger los recursos agrícolas de plagas y enfermedades en el país, puso en marcha una serie de acciones para proteger su impacto social, económico y fitosanitario. En asociación con centros de investigación públicos como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), investigadores de algunas otras instituciones, así como técnicos de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal (OASV), y en el año 2012 se implementó el "Protocolo para establecer áreas regionales de control del huanglongbing y el psílido asiático de los Cítricos (ARCOs)".

En México se han llevado a cabo programas de control fitosanitario que además de implementar acciones de prevención y control de plagas y enfermedades consideran un componente educativo o de formación de capacidades, comúnmente conocido como programa de extensión. Muchos de estos programas de extensión no se evalúan, por tanto, no se conoce el resultado entre los productores, así como el resultado de la implementación del programa en las diversas regiones cítricas. Es así, que el objetivo del presente análisis consiste en describir las diferencias encontradas entre dos regiones cítricas en las cuales aún se lleva a cabo la implementa-

## INTRODUCCIÓN

**La producción** de alimentos para satisfacer las demandas exigidas por las sociedades contemporáneas cada vez resulta más difícil de alcanzar, debido a la aparición de plagas y enfermedades que disminuyen la cantidad y calidad de los cultivos, lo que se traduce como pérdidas económicas.

En el territorio agrícola mexicano se aprovechan distintos cultivos; tanto por la diversidad de ambientes como por la cultura de sus habitantes, por lo que existen zonas agrícolas dedicadas al aprovechamiento de un cultivo principal, los cuales son vulnerables a plagas y enfermedades.

México ocupa el 5° lugar en la producción mundial cítrica, con 6.9 millones de toneladas, y es el segundo lugar en producción de limón con 1.9 millones de toneladas, el tercero en producción de toronja con 0.4 millones de toneladas (Varela, 2018). El cultivo de cítricos representa un importante factor de desarrollo económico en las regiones tropicales y subtropicales; debido a las 526 mil hectáreas establecidas con cítricos, distribuidas en 23 entidades federativas, con producción de 6.7 millones de toneladas anuales, y valor de 8,050 millones de pesos, en beneficio de más de 67 mil productores; que genera aproximadamente 70 mil empleos directos, 250 mil indirectos, y la contratación estimada de 28 millones de jornales por año, según Robles y Delgadillo (2010).

ción de este programa, a través de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal (OASV).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los lugares de estudio se ubican en los municipios de Tecomán, Colima, dedicado a la producción de limón mexicano, así como Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, productor de cítricos dulces como naranja y mandarina. En la primera fase se revisó y recolectó información relacionada con la descripción del programa ARCO. La segunda fase fue explorar las zonas de estudio, lo que incluyó recorridos de campo y entrevistas exploratorias a actores involucrados con los ARCO (investigadores, técnicos y productores). La información recabada en la segunda fase se utilizó para generar las herramientas a utilizar en la tercera fase que consistió en la aplicación definitiva de cuestionarios a los actores involucrados (Cruz-Betanzos, 2016; Ortiz-Isabel, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ARCO: una propuesta fitosanitaria contra el HLB

El HLB es una enfermedad causada por la infección de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* en árboles de cítricos (Bové, 2006), se dispersa por medio de injerto con yemas infectadas, transporte de plantas enfermas; de forma natural por medio de los insectos *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae* y por la planta *Cuscuta campestris* (Yamamoto *et al.*, 2006; McCleand y Oberholzer, 1965; Bové, 2006).

En el año 2002, en México se detectó a *D. citri*, el principal insecto vector del HLB y comúnmente conocido como el psílidoasiático de los cítricos (PAC). Este insecto puede adquirir a la bacteria en los estadios ninfales 4° y 5°, así como en su etapa de adulto hasta el final de su vida, pero no es capaz de transmitirla a su descendencia (Garnier *et al.*, 2000; Texeira *et al.*, 2005).

El programa ARCO se implementó en el año 2012, y actualmente continua vigente en 24 estados de la república (SENASICA, 2017). Desde su inicio, la propuesta maneja el modelo de la delimitación de áreas amplias (polígonos), en donde se realizan diferentes acciones de manera coordinada, tales como el monitoreo del vector por medio de trampas, aspersión de aceite parafínico para disminuir las poblaciones del psílido (porten o no la bacteria que causa la enfermedad), así como la aplicación del control biológico, con el objetivo de impactar las poblaciones del PAC y disminuir el riesgo de introducción y dispersión del HLB entre y dentro de las

entidades. Dichas aplicaciones de control químico y biológico son realizadas en periodos cortos definidos con base en épocas biológicamente justificadas, así como el control de focos de infestación de huertas.

Además, este programa cuenta con el componente de extensión, el cual contempla la participación de los productores ya que son ellos los responsables de dar seguimiento a las estrategias de manejo de la enfermedad en las huertas cítricas, para ello se realizan capacitaciones y divulgación acerca de la información disponible de manejo del HLB; con la finalidad de que adopten las recomendaciones tecnológicas.

El éxito del programa ARCO depende de la participación de los productores, ya que son ellos quienes incorporan a sus sistemas de producción las estrategias de control de manera permanente, y logran impactar en la enfermedad en el área establecida. Los productores deben conocer la magnitud del problema fitosanitario, mediante el acceso a la información necesaria acerca de la enfermedad, para generar un interés en el cuidado y protección de sus huertos; y así poder mantenerlos libres de vectores para seguir generando ingresos a partir de estos árboles frutales.

Si bien los productores enfrentan plagas y enfermedades cada vez más difíciles de manejar en campo, es importante no perder de vista que el uso excesivo de plaguicidas ha llevado a la necesidad de adoptar nuevas estrategias de lucha, que contemplen un manejo integrado de los diferentes métodos de control de plagas y enfermedades de las plantas (Tamayo y Londoño, 2001). Un manejo integrado de plagas y enfermedades debe incluir todos los métodos disponibles y adecuados para prevenir y reducir las poblaciones de plagas (Rogg, 2000). Además, este enfoque puede dar una base para que todo tipo de productores (grandes o pequeños), produzcan y protejan sus cultivos de una manera eficiente, efectiva y rápida (Falcón, 1979).

### Situación de las ARCO en Colima y San Luis Potosí

En el municipio de Tecomán el 62% del uso potencial de la tierra es destinado a la agricultura (INEGI, 2010), y dentro del estado de Colima, este municipio es el principal productor de limón mexicano, éste participa con 63% de la superficie cosechada y con 68% de la producción obtenida de fruta. También se localizan 16 de las 20 empresas agroindustriales con las que cuenta la entidad, las cuales aportan el 39% del valor de la producción agrícola

del estado y se encuentran 60 empresas destinadas a los cítricos que generan alrededor de 1,200 empleos; representando fuerte influencia socioeconómica en la región (Merchand, 2005). En contraste, el municipio de Axtla de Terrazas posee un territorio montañoso debido a su localización dentro de la Sierra Madre Oriental. La región Huasteca ha tenido en los últimos años un dinámico crecimiento en la superficie plantada con naranjos, pues ha sustituido en gran parte a las antiguas plantaciones de café que se vieron seriamente afectadas por las heladas de 1989. Sin embargo, cabe mencionar el bajo nivel productivo por el que este sector está transcurriendo debido al desplome de los precios que las empresas tienden a ofrecer a los productores, por lo cual los citricultores han mostrado desinterés hacia sus huertos, generando una represión a su economía familiar (Hernández, 2011). El principal sistema de producción característico de La Huasteca es la producción en ladera, este sistema incluye huertas ubicadas en terrenos con fuertes pendientes y quebradas, donde es frecuente encontrar huertas que superan una inclinación del 100%, localizadas en las faldas de la Sierra Madre Oriental; además, la edad de las plantaciones supera los 20 años, y en su mayoría se encuentran descuidadas o semi abandonadas (Gómez y Schwentesius, 1997).

En esta zona el cultivo de naranja y mandarina es bajo condiciones de temporal y sólo en pequeñas áreas (4% de las vegas de los ríos), en terrenos planos se aplican riegos de auxilio; condición similar al municipio de Tecomán, ya que los productores con más de 30 ha de limón cuentan con un sistema de riego tecnificado como aspersión, goteo y microaspersión.

De acuerdo con el Cuadro 1, el programa atiende en su mayoría a productores pequeños en ambas zonas citrícolas; y de acuerdo a las reuniones que convoca Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima (CESAVECOL) en Tecomán, se encontró que los productores pequeños asisten con mayor frecuencia (70%) en comparación de los productores grandes (55.2%).

De tal manera se puede deducir que los productores pequeños al no poder pagar asistencia técnica personalizada asisten a este tipo

**Cuadro 1.** Tipología de los productores participantes en las ARCO en el municipio de Tecomán, Colima y el municipio de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, México, en 2015.

	Pequeños Productores		Grandes Productores	
	Colima	S. L. P.	Colima	S. L. P.
Superficie sembrada (ha)	1 a 30	0 a 19	>30	>19
Productores (número)	21	106	9	5

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cruz-Betanzos (2016) y Ortiz-Isabel (2016).

de reuniones por la información que adquieren en ellas; por tanto, éstas tienen mayor impacto en este tipo de productores y se traducen en el fortalecimiento para la toma de decisiones relacionadas con el control de la enfermedad. Por lo anterior, se debe incentivar la participación y considerar que para el caso de Axtla de Terrazas, el 35% de este tipo de productores tienen como lengua principal el Náhuatl. El promedio de edad de los pequeños productores de Axtla de Terrazas es de 57 años, por lo cual, por vivir en comunidades muy marginadas, algunos de ellos ya de edad muy avanzada, no tuvieron la oportunidad de recibir educación escolar, no hablan o entienden muy bien el idioma español o los tecnicismos utilizados en las capacitaciones.

En relación con la adopción de la propuesta técnica del ARCO, se encontró que la actividad de trampeo no es conocida por los productores (Cuadro 2), ya que la realizan los técnicos de los OASV, y solo algunos de ellos suelen acompañarlos. También se encontró que los productores de limón en su mayoría aplican el producto que se utiliza para combatir al vector, en comparación con los productores de naranja y mandarina, esto puede estar relacionado con la experiencia que tienen los productores de Tecomán en el manejo de su cultivo, ya que están más familiarizados con el control químico de plagas enfermedades.

La aceptación de las recomendaciones propuestas por ARCO en el manejo del HLB es mayor en Tecomán, el

**Cuadro 2.** Conocimientos adquiridos por los productores participantes en las ARCO en los municipios de Tecomán, Colima y de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, México, en 2015.

Tipo de conocimiento	Tecomán, Colima	Axtla de Terrazas, S. L. P.
Vigilancia del vector (trampeo).	31% acompaña algunas veces a los técnicos.	0% acompaña a los técnicos.
Aplicación del producto.	60% aplica el producto.	5.5% aplica el producto.
Recomendaciones del ARCO.	59.2% llevan a cabo las recomendaciones que dan los técnicos.	75.2% opina que las recomendaciones están bien, pero dicen que tienen cosas más importantes que hacer.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cruz-Betanzos (2016) y Ortiz-Isabel (2016).

59.2% de los productores las lleva a cabo. Por el contrario, en el caso de Axtla de Terrazas el 75.2% opina que las recomendaciones son buenas y serían de gran ayuda, pero la mayoría de ellos no vive solo de la citricultura y no pueden dedicarle todo el tiempo y la atención a las labores que requiere el programa, sino que deben buscar otras formas de sustento para sus familias como lo es el jornal. Por lo que se debe continuar y buscar otras formas de motivación para desarrollar la comunicación entre técnicos y productores.

La participación de los productores en las actividades del ARCO es indispensable, su asistencia a las reuniones y capacitaciones se dan por diferentes motivos (Cuadro 3). Para el caso de Tecomán los motivos por los que el 35% de los productores participan, es por el apoyo (insecticidas) que se otorga para combatir al vector, ya que la enfermedad puede afectar la calidad de su producto; el 30% y el 8% acuden por el interés de conocer más sobre la enfermedad y como combatirla, respectivamente; mientras que el 11% asistió por la invitación que le hicieron los técnicos (Cruz-Betanzos, 2016).

En el caso de Axtla de Terrazas, los productores asistieron a las reuniones y capacitaciones porque fueron citados por sus autoridades locales y el 45.8% continuó asistiendo porque la información le pareció importante. Al 5.5% de los productores grandes, los técnicos llevaron la información del ARCO hasta su domicilio; es decir se les atiende de manera personalizada. En cuanto a la resolución de dudas y participación de los productores al momento de las reuniones, en Tecomán, el 52.5% escucha pero no participa ni opina, el 21% pocas veces opina y sólo el 5.3% es el que generalmente opina y par-

ticipa dando su punto de vista (Cruz-Betanzos, 2016). En Axtla de Terrazas, el 93.5% de los productores no preguntó ni opinó, solo asistió a escuchar la información que los técnicos de Sanidad Vegetal acudían a darles, 5.5% de los asistentes tuvo dudas, pero por vergüenza no preguntaron o por miedo a no saber expresarse ante los técnicos, y solo el 0.9% no entendió de que trataban las reuniones, hasta que otros productores les explicaron un poco en su lengua natal (Náhuatl), ya que estas personas de edad avanzada, no hablan ni entienden bien el idioma español.

Por último, los productores de ambas zonas mencionaron algunas recomendaciones que desean fuesen tomadas en cuenta para mejorar el programa y apoyarlos de distintas maneras, de tal manera que los motiven a participar de manera activa y con gusto. Los productores de Tecomán proponen incrementar el número de cursos y capacitaciones (31.4%), también el 25.5% propone incluir más ingredientes activos para el control del vector, y el 19.6% aumentar la asesoría técnica (Cruz-Betanzos, 2016). El 30.2% de los productores de Axtla de Terrazas requiere que las capacitaciones y reuniones sean también en lengua Náhuatl, sugieren que se contraten técnicos que hablen la lengua; el 6.4% sugiere que las reuniones y capacitaciones sean más dinámicas, que no sean tan aburridas, ya que la mayoría de los citricultores son gente de edad avanzada y se quedan dormidos en cualquier reunión. El 4.5% de los productores sugiere que el programa sea más práctico para que genere interés entre los demás productores.

Otros estudios señalan que, aunque la mayoría de los productores que entrevistaron a nivel nacional opinó

**Cuadro 3.** Participación de los productores en el programa ARCO de los municipios de Tecomán, Colima y de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, México, en 2015.

	Tecomán, Colima	Axtla de Terrazas, S. L. P.
Motivación	35% Apoyo en productos. 30% Información sobre control de HLB. 11% Invitación por parte de técnicos. 8% A recibir capacitación.	48.6% La autoridad comunitaria citó a los productores. 45.8% Por la importancia de la información. 5.5% Técnicos llevaron la información a casa de los productores.
Reuniones y Capacitación	52.5% Escucha, pero no participa. 21% Pocas veces opina. 5.3% Generalmente participa.	93.5% No preguntó o no opinó porque no entendió muy bien. 5.5% Le dio vergüenza preguntar u opinar. 0.9% No entendió/no habla español.
Recomendaciones para mejorar e incentivar la participación	31.4% Incrementar el número de cursos y capacitaciones. 25.5% Incluir más ingredientes activos para el control del vector. 19.6% Aumentar la asesoría técnica.	30.2% Información en español y náhuatl. 6.4% Que las capacitaciones sean más dinámicas. 4.5% Que sea más práctico.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cruz-Betanzos (2016) y Ortiz-Isabel (2016).

que la campaña debe continuar para seguir apoyando a la citricultura del país, se identificó poca participación para cumplir con la normativa en cuanto al manejo cuarentenario de casos positivos en los estados bajo control del HLB. Peor aún, pese a los 3 años que han estado recibiendo capacitación sobre los riesgos, prevención y manejo de la enfermedad, los productores aún se oponen a eliminar árboles infectados (IICA, 2012).

## CONCLUSIONES

**A** tres años de la implementación de ARCO, este estudio permite conocer los resultados del programa a mediano plazo; los cuales son referencia para lograr un impacto final en la búsqueda del control de la enfermedad. Además, de que se formularon propuestas cercanas a una realidad en particular para cada zona, que se deben aprovechar para mejorar las acciones de ARCO. Las diferencias más marcadas entre estas dos regiones son: el lenguaje, ya que existen regiones citrícolas en donde el idioma principal no es el español; y el destino de la producción, la producción de limón en Tecomán es principalmente para exportación, mientras que la producción de naranja y mandarina en Axtla de Terrazas es destinada a la venta a intermediarios a muy bajo precio, para ser procesado. Por tanto, se concluye que existen diferencias muy marcadas y contrastantes entre las regiones estudiadas, por lo que se recomienda adecuar el programa de acuerdo a las condiciones y situación de cada región, para el óptimo control del vector y la enfermedad.

## LITERATURA CITADA

Bové, J.M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1), 7-37.

Cruz-Betanzos, N. (2016). Impacto de la implementación del área regional para el control del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en Tecomán, Colima. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Falcón, A.L. (1979). Principio de Control Integrado de Plagas. Curso: Control Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de cultivos para pequeños agricultores. CATIE-UC/USAID OIRSA, Turrialba, Costa Rica.

Garnier, M., S. Jagoueix, E., Cronje, R.P., Le Roux, F.G. & Bové, J. (2000). Genomic characterization of *Liberibacter* present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrum capense*, in the Western Cape Province of South Africa. Proposal of *Candidatus Liberibacter africanus* subsp. *capensis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50(6), 2119-2125.

Gómez, M.A. & Schwentesius, R. (1997). La agroindustria de naranja en México. SAGARPA y Universidad Autónoma Chapingo.

Hernández, H.E. (2011). Proyecto integral de manejo de cítricos en el Estado de Hidalgo. Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Huejutla, Hidalgo.

IICA. (2012). Evaluación de la campaña contra el Huanglongbing (HLB) en 2008, 2009 y 2010. IICA, SAGARPA, SENASICA, CEF-Profit. IICA: México.

INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal. Tecomán, Colima.

McClellan, A.P. & Oberholzer, P.C. (1965). *Citrus psylla*, a vector of the greening disease of sweet orange. *South Africa Journal of Agricultural Science*, 8(1), 297-298.

Merchand, M.A. (2005). La dinámica transnacional de la agroindustria del limón y su hinterland agrícola en el Valle de Tecomán. *Análisis Económico XX(44)*, 215-248.

Ortiz-Isabel, B.E. (2016). Análisis del proceso de elaboración de un programa de extensión rural para pequeños productores de cítricos en la huasteca potosina. el caso del programa Áreas Regionales de Control del psílido asiático de los cítricos en el municipio de Axtla de Terrazas, San Luis Potosí. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Robles, G.P. & Delgadillo, V.I. (2010). Protocolo de actuación para la detección del Huanglongbing. SENASICA: México.

Rogg, H. (2000). Manual: manejo integrado de plagas de cultivos tropicales. Abya Yala: Ecuador.

SENASICA. (2012). Ficha técnica HLB: Huanglongbing. Dirección General de Sanidad Vegetal: México, D.F.

SENASICA. (2012). Protocolo para establecer Áreas Regionales de Control del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos. Dirección General de Sanidad Vegetal. México, D.F.

SENASICA. (2017). Huanglongbing de los cítricos. Introducción de la campaña. Documentos. [www.gob.mx](http://www.gob.mx)

Tamayo, P.J. & Londoño, E.M. (2001). Manejo Integrado de Enfermedades y Plagas del Frijol. *Boletín Técnico 10*. CORPOICA: Colombia.

Teixeira, D.C., Ayres, A.J., Kitajima, E.W., Tanaka, F.A.O., Danet, J.L., Jagoueix, E.S., Saillard, C. & Bové, J.M. (2005). First report of huanglongbing-like disease of citrus in Sao Paulo State, Brazil and association of a new *liberibacter* species, '*Candidatus Liberibacter americanus*', with the disease. *Plant Disease*, 89, 107.

Varela, G.F. (2018). Importancia y distribución de los cítricos. *Revista en línea Tecnoagro No. 124*. <https://tecnoagro.com.mx/revista/2018/no-124/importancia-y-distribucion-de-los-citricos/>

Yamamoto, P.T., Teixeira, D.C., Martins, E.C., Santos, M.A., Felipe, M.R., Garbim, L.F., Carmo, A.U., Abrahao, D.P., Souza, M.C. & Bové, J.M. (2006). Detection of *Candidatus Liberibacter americanus* and *asiaticus* in *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Proceedings of Huanglongbing-Greening International Workshop, Ribeirão Preto 2006*: 87

## Comparative analysis of the main research approaches of agricultural systems

### Análisis comparativo de los principales enfoques de investigación de los sistemas agrícolas

Pérez-Vázquez, Arturo<sup>1</sup>; Leyva-Trinidad Doris A.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, Mpio. Manlio F. Altamirano; Veracruz, Ver. C.P. 91700. México. <sup>2</sup>Catedrática CONACyT comisionada al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) en el Centro de Investigación y Desarrollo en Agrobiotecnología Alimentaria (CIDEA), Pachuca Ciudad del Conocimiento y la Cultura, Blvd. Circuito La Concepción 3, C.P. 42162, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo.

\*Autor de correspondencia: leyva.doris@cidea.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** To conduct a comparative analysis of the different theoretical and methodological approaches used to study agroecosystems.

**Design/methodology/approach:** A documentary research was carried out in scientific and academic databases and each of the methodologies developed to analyse agroecosystems was reviewed. Key words were used: farming systems approach, agroecosystems analysis, agroecosystems methodology and agroecosystem health.

**Results:** It was found out that the study and analysis of agroecosystems and its context has great importance to determine their characteristics, properties and functioning according to the hierarchical level. There are currently countless methods for the analysis and assessment of agroecosystems, considering qualitative and quantitative data in static, evolutionary and co-evolutionary approach.

**Limitations of the study/implications:** Although several methodologies have been developed to obtain relevant results through the analysis of agroecosystems, these attempts are still lax and multidisciplinary.

**Findings/Conclusions:** Four main methodologies have been developed to study agriculture and agroecosystems. The approaches have often been systemic, pluridisciplinary and including various dimensions and paradigms (quantitative and qualitative). However, it is necessary to consider an inclusive perspective, a participatory and pluridisciplinary approach, allowing the analysis of agroecosystems in a holistic and complexity manner.

**Keywords:** system, agriculture, approaches

#### RESUMEN

**Objetivo:** Realizar un análisis comparativo de los diferentes enfoques teóricos y metodológicos utilizados para estudiar a los agroecosistemas.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó una investigación documental en bases de datos científicas y académicas y se revisó cada una de las metodologías desarrolladas para el análisis de los agroecosistemas. Las palabras claves utilizadas fueron enfoque de sistemas de finca, análisis de agroecosistemas, metodología de agroecosistemas y salud de agroecosistemas.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019, pp. 31-36.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.

**Resultados:** La literatura reporta que el análisis de los diversos fenómenos que ocurren dentro de los agroecosistemas y su entorno son importantes para determinar sus características, propiedades y funcionamiento de acuerdo al nivel jerárquico. Existen un sinnúmero de métodos para el análisis, desarrollo y evaluación de los agroecosistemas, considerando aspectos cualitativos y cuantitativos en evaluaciones estáticas, evolutivas y co-evolucionaria.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Aunque existen varias metodologías para el análisis de los agroecosistemas, estos intentos siguen siendo poco rigurosos y usualmente multidisciplinarios.

**Hallazgos/conclusiones:** Diversas metodologías se han desarrollado para estudiar a la agricultura y los agroecosistemas. Los enfoques a menudo han sido sistémico, pluridisciplinario y considerando las diversas dimensiones y/o paradigmas (cuanti y cualitativo). Sin embargo, es necesario considerar una perspectiva incluyente, participativa y bajo un enfoque más pluridisciplinario, que permita el análisis de los agroecosistemas de manera holística y compleja.

**Palabras clave:** sistema, agricultura, enfoques

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años a nivel mundial, surgió el interés por examinar y determinar los mecanismos que permitan evaluar la sostenibilidad y la eficiencia de los sistemas agrícolas. Aunque han surgido varias propuestas, estos intentos han sido poco integrales y pluridisciplinarios. Un análisis eminentemente sistémico del agroecosistema permite obtener evidencias sobre el desarrollo y desempeño de los sistemas agrícolas y predecir su comportamiento en una escala espacio-temporal.

El enfoque de sistemas se caracteriza por una visión amplia en el estudio de los fenómenos. Es decir, trata de incluir todos los aspectos posibles y se concentra en las interacciones entre los diferentes componentes del sistema (Jenkins, 1969; Checkland, 1992). Además, provee un marco multidimensional y pluridisciplinario en el cual la información -de diferentes disciplinas- puede ser integrada sin forzar a tener un mapa unidimensional de la realidad (Clayton y Radcliffe, 1996). Tres características definen a los sistemas: emergencia, control jerárquico y comunicación (Checkland, 1992). La primera significa que, a cualquier nivel dado de complejidad, hay propiedades emergentes que no pueden ser explicadas exclusivamente por referencia de los niveles inferiores. La segunda se refiere a la imposición de nuevas relaciones funcionales para cada nivel basado en la dinámica del nivel inferior, y la tercera a la transmisión de información que afecta la regulación y retroalimentación. Los sistemas complejos surgen de cómo percibimos a la realidad, por ello, se debe pensar que los sistemas no son estáticos y que existe una dinámica de sistemas a considerar para determinar su desarrollo y adecuado entendimiento (García-Jiménez, 2014).

### El enfoque de sistemas aplicado a la agricultura

La actividad agrícola ha sido considerada como un sistema, y por tanto su abordaje debe de ser con un enfoque sistémico-pluridisciplinario. Jones et

al. (1997) señalan que existen tres razones para usar el enfoque de sistemas complejos: 1) La naturaleza de los problemas actuales; 2) la necesidad del conocimiento de los sistemas agrícolas; 3) lo inadecuado de los métodos convencionales de proveer información en un contexto de complejidad. El enfoque de sistemas ha traído un progreso en tres áreas de la metodología de investigación de agroecosistemas: el desarrollo de conceptos y herramientas, las metodologías participativas, y el uso de sistemas de información geográfica (SIG).

### Agroecosistemas

El concepto de agroecosistema (AGS) tiene sus raíces en la concepción de la agricultura como un ecosistema "agrícola", semejándose a los procesos de sucesión ecológica. Los estudios en agroecosistemas han utilizado tanto un enfoque reduccionista como sistémico. El enfoque reduccionista con aportaciones útiles para disminuir o resolver problemas específicos, buscando una mayor productividad o un mejor funcionamiento de algún elemento del sistema. Desde el enfoque sistémico, el agroecosistema puede definirse como: un modelo o abstracción del fenómeno de la agricultura (actividad agrícola, pecuaria, forestal, acuícola o sus combinaciones) donde inciden factores económicos, sociales y ecológicos para la obtención de alimentos y otros satisfactores que la sociedad demanda. Por la carga agroecológica del concepto, se busca que los agroecosistemas tengan cierto grado de sustentabilidad (Altieri, 2002). Un manejo adecuado de los agroecosistemas no es solamente asunto del productor en lo individual, sino compete también a la esfera de política local, nacional, e

internacional y de los centros de investigación que estén relacionadas con un manejo adecuado de los recursos naturales en el contexto de la agricultura (De Rider, 1997). El objetivo del presente ensayo fue realizar una revisión y análisis comparativo de los diferentes enfoques teóricos y metodológicos utilizados para en el estudio de los agroecosistemas.

### **Análisis comparativo de enfoques teóricos y metodológicos para en el estudio de los agroecosistemas**

#### **Sistema de investigación en fincas (*Farming Systems Research, FSR*)**

Las bases teóricas de la metodología de Investigación de Sistemas de Finca fue establecida en 1976 por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y modificada en 1980 para incluir un enfoque más cualitativo, incorporando a sociólogos. El FSR es concebido como un enfoque (Bywater, 1990); otros lo conciben como una serie de actividades desarrolladas por investigadores y técnicos agrícolas (Biggs, 1995; Sevilla-Guzman and Woodgate, 1998) y para otros, es un nuevo paradigma y una ciencia dentro de la investigación agrícola y de extensionismo (Norman *et al.*, 1995). El FSR incluye nuevos objetivos, conceptos, actividades, métodos, comportamiento y marco filosófico de la investigación. Además, el FSR requiere de un "pensamiento sistémico" y puede emplearse en varios campos del conocimiento y por tanto, tiene que ver más con una filosofía que con una serie de actividades. Chambers (1992) llama a este método como "Investigación de campo en sistemas de finca" pero en la literatura es conocido como *Farming Systems Research*. FSR posee características de equipos multidisciplinarios o trata de manera interdisciplinaria entender la diversidad, racionalidad y aparente complejidad de los sistemas de finca. Se basa en que los investigadores entiendan y reconozcan la importancia de lo que hacen los agricultores, los porque y de entender los sistemas de finca en su conjunto y los procesos de producción agrícola. La interacción entre investigadores y la gente rural ha dado como resultado un mejor entendimiento de la problemática campesina, sus retos y oportunidades de desarrollo. En América Latina existen diversas experiencias en el uso del FSR. El Plan Puebla (Jiménez, 1970) fue uno de los proyectos que desarrolló investigación en áreas rurales tomando en cuenta los principios que emergen de un enfoque de sistemas y de desarrollo rural. Otras instituciones en Costa Rica, Guatemala y Colombia también han contribuido con experiencias en el uso de este enfoque de investigación en

fincas (Hildebrand, 1981; Gibbon, 1994). Este enfoque continua vigente con innovaciones metodológicas.

**El enfoque de Investigación de sistemas de fincas** tiene fines eminentemente de investigación, académico y de toma de decisiones; con una perspectiva holística para optimizar el desarrollo tecnológico e incrementar la productividad, rentabilidad y el nivel de vida del productor. Trata de incrementar el conocimiento de sistemas de finca para resolver problemas; donde problemas y soluciones son identificadas por el investigador y agricultores (enfoque participativo). La metodología incluye: diagnóstico, diseño, experimentación en campo, evaluación y diseminación de nuevas tecnologías bajo un enfoque multidisciplinario y es realizada comunmente en campos experimentales y del productor. Este enfoque fue difundido inicialmente por centros de investigación internacionales como CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) e IRRI (International Rice Research Institute).

#### **Análisis de agroecosistemas**

Los conceptos y metodologías de análisis de agroecosistemas fueron desarrollados en la Universidad de Chiang Mai en Tailandia por Conway (1987). Este método está basado en un enfoque ecológico-sistémico para analizar los agroecosistemas en términos de sus propiedades emergentes. Esta metodología fue denominada *Agroecosystem Analysis* (AEA). Dicha metodología hace uso de la Evaluación Rural Participativa (ERP), como una metodología para recabar la información y utiliza una serie de técnicas participativas como mapas, calendarios estacionales, diagramas de flujo, análisis de fuerzas, etc. Con el tiempo AEA y ERP llegaron a convertirse en metodologías complementarias y sinérgicas en el estudio de los agroecosistemas.

Conway (1987) menciona que la complejidad de un agroecosistema emerge primariamente debido a las interacciones entre procesos socio-económicos-ecológicos. En términos de los límites de los agroecosistemas no existe un criterio universal para definir donde empieza o termina. Para medir el desempeño de los agroecosistemas, Conway (1985), Hart (1985) y Marten (1988) han propuesto la necesidad de estudiarlos considerando diversos niveles jerárquicos (planta, cultivo, finca, región, país y a un nivel jerárquico mayor), subsistemas (suelo, cultivos, plagas, malezas, etc.) y propiedades emergentes.



Los estudios de los agroecosistemas a menudo consideran la finca como la unidad básica de estudio. Pero esta unidad puede ser no relevante para muchos otros científicos quienes visualizan el análisis de los agroecosistemas a una escala mayor o menor. Un agroecosistema, desde el punto de vista del investigador, puede ser un gran pastizal o un extenso lago o un pequeño huerto como un huerto familiar o sistema hidropónico, etc. La escala geográfica puede variar de un agroecosistema que incluya a una sola finca o varias fincas o parcelas con diversos cultivos. Puede englobar a una cuenca que incluya un sinnúmero de fincas y ecosistemas naturales o aún más grandes. La definición de un agroecosistema está determinada por el contexto-específico, y en cada caso se da de manera arbitraria. El nivel jerárquico más bajo puede ser a nivel de planta o animal, cultivo o grupo de animales, su microambiente inmediato y la gente que los cuida y cosecha. El próximo nivel puede ser la finca y así sucesivamente, donde cada subsistema conforma un agroecosistema mayor o suprasistema. Por esta razón, cada agroecosistema debe ser analizado en su propio contexto y jerarquía, en relación estrecha con los supra y sub-niveles de éste y en su totalidad para poder entender el desempeño de un agroecosistema y las interacciones al interior y exterior (Conway, 1987).

Los agroecosistemas pueden ser caracterizados por un limitado número de propiedades dinámicas que no solo describen su comportamiento, sino también se pueden usar como indicadores del desempeño de un agroecosistema y que pueden ser empleados en el diseño y evaluación del mismo o de pro-

yectos de desarrollo (Conway, 1987). Las propiedades emergentes sugeridas son: productividad, estabilidad, sustentabilidad y equidad. Las tres primeras se relacionan a propiedades de los sistemas ecológicos y la última a sistemas socio-económicos. No obstante, estas propiedades deben evaluarse en cada nivel jerárquico, mediante un proceso de seguimiento que permita poder estimar los cambios en ellas y poder comprender los resultados. El dilema de evaluar el desempeño de agroecosistemas y tendencias es simplificar sin perder la esencia de las relaciones clave en los agroecosistemas como un todo. Una de las fortalezas de esta metodología es que es flexible, de fácil comprensión y participativa, acudiendo al concepto de la "ignorancia óptima".

La metodología de **análisis de agroecosistemas** tiene como objetivo la toma de decisiones en investigación-acción para lograr agroecosistemas sustentables; presenta una perspectiva holística y busca entender su desempeño a diferente nivel jerárquico. No se requiere un conocimiento detallado del sistema, donde el concepto de "ignorancia óptima" es privilegiado. Reconoce las propiedades emergentes y busca mejorar la agricultura de bajos (tradicional) y altos insumos (industrial), mediante un enfoque interdisciplinario, participativo e incluyendo la escala espacial y temporal y flujos.

### Salud de agroecosistemas

A mediados de los 70s en la investigación en agroecosistemas surgió un innovador y emergente enfoque para estudiar a la agricultura (Lowrance *et al.*, 1984). En donde el concepto de salud era empleado equivalente a la salud humana. Sin embargo, los agroecosistemas difieren ya que su "salud" depende mucho del controlador debido a su manipulación con el propósito de maximizar la producción para la demanda del mercado. El paradigma de salud de agroecosistemas ha sido propuesto como un enfoque y marco metodológico para evaluar agroecosistemas (Nielsen, 1994; Rapport, 1995) y para diagnosticar los problemas de la agricultura y remediar el impacto de la agricultura moderna (Waltner-Toews, 1994). Dentro de la "metáfora de salud" el paciente es el ecosistema y el investigador se basa en el marco conceptual de supervisión, diagnosis y acción prescriptiva (Okey, 1996). Existe una gran controversia de aplicar el concepto de "salud" para el estudio de agroecosistemas debido a que un agroecosistema no puede ser concebido como un organismo y porque es imposible establecer normas de salud para ecosistemas dinámicos (Okey, 1996). La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) define la salud como "un estado completo de bienestar físico, mental y social y no sólo de ausencia de enfermedad o debilidad. Soule y Piper (1992) perciben a un agroecosistema sano como aquel que funciona en un estado estable en dinámica de biomasa, de flujo de nutrientes, despliega un alto nivel de integridad y sustentabilidad, y que está "enfermo" o estresado en función de los síntomas que presente, particularmente biológicos y ambientales. Dicho enfoque está basado en el enfoque de sistemas que ha sido exitoso en estudios a nivel de planta o animal y de finca (Faye *et al.*, 1999).

La metodología de salud de agroecosistemas incluye cinco pasos, no necesariamente lineales: 1) descripción del agroecosistema en términos sistémicos

2) identificación de los tomadores de decisión y/o productores 3) establecer metas que son percibidas como atributos de salud del sistema, objetivos operacionales relacionados a las metas en escala espacial y temporal diversa y determinación de indicadores medibles que provean información sobre si esos objetivos han sido o no alcanzados 4) identificación e implementación de deseables y viables cambios que incluye resolver problemas por diferente tomador de decisión a diferente nivel y 5) monitorear un grupo de indicadores y adaptar situaciones cambiantes o resultados no esperados o deseables (Faye *et al.*, 1999).

De acuerdo a Xu y Mage (2001) la salud del agroecosistema puede ser caracterizada desde cuatro perspectivas relacionadas a la estructura, función, organización y dinámica. Criterios como disponibilidad de recursos, diversidad y accesibilidad son útiles para el estado estructural de salud del agroecosistema y productividad, eficiencia y efectividad son útiles para evaluar aspectos funcionales. Criterios de organización como autonomía y auto-dependencia para caracterizar la naturaleza organizacional inherente a la salud del agroecosistema. Los criterios útiles para dinámica de salud de agroecosistemas son estabilidad, resiliencia y la capacidad de responder a cambios o situaciones de estrés.

La salud del agroecosistema identifica indicadores de salud para ser registrados y proporcionar recomendaciones y políticas específicas. Al evaluar la salud del agroecosistema, es necesario hacer referencia a la integridad ecológica. La condición de la salud consiste en un equilibrio entre estabilidad y capacidad de recuperación. Cabe resaltar que un agroecosistema frágil puede carecer de la capacidad de recuperación, siendo más vulnerable a eventos extremos. Un agroecosistema sano es capaz de mantener niveles constantes de producción a pesar de las variaciones ambientales; tiene la capacidad de reorganizar o evolucionar en respuesta a condiciones de estrés del mercado, fluctuaciones climáticas u otras. La salud del agroecosistema puede residir parcialmente en un equilibrio entre la eficiencia ecológica y económica, al proporcionar ingresos adecuados para el productor, alimentos suficientes y asegurar la disponibilidad de ingresos y otros productos.

La metodología de **salud de agroecosistemas** busca identificar indicadores de salud, para su evaluación, aportar recomendaciones y políticas específicas y

mantener niveles consistentes de la producción a pesar de fluctuaciones ambientales. Presenta una perspectiva holística e incorpora analogías médicas en la evaluación mediante propiedades emergentes (estabilidad, resiliencia, complejidad, eficiencia y equidad), indicadores, e índices para generar un modelo de gestión. Evalúa el impacto de las prácticas agrícolas y busca mejorar el desempeño de la agricultura industrial y el deterioro de recursos naturales, todo ello bajo un abordaje multidisciplinario.

### Investigación etnobotánica (Hernández X.)

Esta metodología busca obtener experiencias agrícolas para resolver problemas y trata de crear un entendimiento de la agricultura tradicional. Posee un enfoque sistémico, donde se privilegia el conocimiento indígena. Busca estudiar la tecnología agrícola tradicional en grupos marginados, particularmente en las unidades de producción campesina. Su enfoque es entender la agricultura de bajos insumos (tradicional) y es interdisciplinario y transdisciplinario (con campesinos formando parte del equipo). La metodología incluye la selección del área de estudio, regionalización, colecta de información ecológica, calendarios agrícolas y definición de los sistemas agrícolas, formulación de generalizaciones, hipótesis de trabajo, experimentos, evaluación de la tecnología en campos de agricultores. Además, de registrar y recuperar el conocimiento tradicional, es más cuantitativa que cualitativa.

### CONCLUSIONES

Diversas metodologías se han desarrollado para estudiar a la agricultura y los agroecosistemas. Muchas de las veces, se ha evaluado desde un enfoque sistémico, pluridisciplinario y considerando las diversas dimensiones, paradigmas (cuantitativo y cualitativo) y propiedades emergentes. No obstante, en México existe una gran tradición en el estudio de los agroecosistemas y ha contribuido con aportes teóricos y metodológicos. Un ejemplo de ello es el posgrado (Maestría y Doctorado en ciencias) en Agroecosistemas Tropicales del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, que marcó huella desde el año 1993 en proponer que la agricultura tendría que considerarse desde una perspectiva incluyente, participativa, sistémica y bajo un enfoque eminentemente pluridisciplinario. El entendimiento de los agroecosistemas pasa por conocer su estructura y funcionamiento, y sus atributos sociales, económicos y ambientales en una apropiada escala y contexto.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. (2002). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 27-34). Buenos Aires (Argentina): Ediciones Científicas Americanas.
- Biggs, S.D. (1995). Farming systems research and rural poverty: relationships between context and content. *Agricultural Systems*, 47(2), 161-174.
- Bywater, A.C. (1990). Exploitation of the Systems Approach in Technical Design of Agricultural Enterprises. En J.G.W. Jones & P.R. Street (Eds.), *Systems Theory Applied to Agriculture in the Food Chain* (pp. 61-78). London, UK.
- Chambers, R. (1992). Rural appraisal: Rapid, relaxed and participatory IDC (Institute of Development Studies) Discussion paper 331 University of Sussex, Brighton. Recuperado de <https://www.ids.ac.uk/publications/rural-appraisal-rapid-relaxed-and-participatory/>
- Checkland, P. (1992). From framework through experience to learning: the essential nature of action research. En H. Nissen, H. Klein & R. Hirschheim (Eds.), *Information systems research: contemporary and emergent traditions* Amsterdam: Elsevier.
- Clayton, A.M.H. & Radcliffe, N.J. (1996). *Sustainability: a systems*. (1a ed.). 270 p. Londres: Earthscan.
- Conway, G.R. (1985). Agroecosystem Analysis. *Agricultural Administration* 20(1), 31-55. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0309-586X\(85\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0309-586X(85)90064-0)
- Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2), 95-117. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)
- De Ridder, N. (1997). Hierarchical levels in agro-ecosystems: selective case studies on water and nitrogen. (Doctoral Thesis) Wageningen: Wageningen. Agricultural University.
- Faye, B., Waltner-Toews, D. & McDermott, J. (1999). From "ecopathology" to "agroecosystems health". *Preventive Veterinary Medicine*, 39, 111-128.
- García-Jiménez, R. (2014). Teoría general de sistemas y complejidad. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Recuperado de [www.eumed.net/rev/cccss/27/teoria-sistemas.html](http://www.eumed.net/rev/cccss/27/teoria-sistemas.html)
- Gibbon, D. (1994). Farming systems research/extension: background concepts, experience and networking. En J.B. Dent & M.J. McGregor (Eds.), *Rural and farming system analysis: European perspectives* (pp. 3-18). Wallingford: CABI.
- Hart, R. (1985). Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Hernández, X.E. (1977). Agroecosistemas de México. CP-ENA. p. 42
- Hildebrand, P. E. (1981). Combining disciplines in rapid appraisal: the sondeo approach. *Agricultural Administration*, 8(6), 423-432.
- Jenkins, G.M. (1969). "The Systems Approach." En J. Beishon & G. Peters (Eds.), *Systems Behavior*, New York, NY, USA: Harper and Row.
- Jiménez, L. (1970). El Plan Puebla: Un programa regional para aumentar los rendimientos de maíz entre agricultores con pequeñas explotaciones. En: *Estrategias para aumentar la productividad agrícola en zonas de minifundio*. Conferencia Internacional. Puebla, México, CIMMYT. pp: 71-80.
- Jones, J.W., Thornton, P.K. & Hansen, J.W. (1997). Opportunities for systems approaches at the farm scale. En P.S. Teng, M.J. Kropff, H.F.M. ten Barge, J.B. Dent, F.P. Lansigan & H.M. van Laar (Eds.), *Applications of Systems approaches at the farm and regional levels* (pp. 1-18). Kluwer Academic Publishers. London (United Kingdom).
- Lowrance, R., Stinner, B.R. & House, G.J. (1984). *Agricultural ecosystems. Unifying concepts*. John Wiley and Sons. New York.
- Marten, G.G. (1988). Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. *Agricultural Systems*, 26(4), 291-316. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(88\)90046-7](https://doi.org/10.1016/0308-521X(88)90046-7)
- Nielsen, N.O. (1994). Agro-ecosystem health: Proceedings of an international workshop. Agro-ecosystem Health Project. University of Guelph, Guelph, Canada.
- Norman, W.D., Worman, F.D., Siebert, J.D. & Modiakgotla, E. (1995). *The Farming Systems Approach to Development and Appropriate Technology* (233 p.), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Okey, B.W. (1996). Systems approaches and properties, and agroecosystem health. *Journal of Environmental Management*, 48(2), 187-199.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Documentos Básicos, suplemento. 45 Edición. Ginebra. 20 p. Recuperado de: [http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)
- Rapport, D.J. (1995). Ecosystem health: an emerging integrative science. En D. Rapport, C.L. Gaudet & P. Calow (Eds.), (pp. 5-31), *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems*. London: Springer.
- Sevilla-Guzmán, E. & Woodgate, G. (1998). Overview and Discussion: From Farming Systems Research to Agroecology. *Proceedings of the 2nd European IFSA Symposium*, pp. 249-255.
- Soule, J.D. & Pipper, D. (1992). *Farming in Nature's Image: An ecological approach to agriculture*. Island Press, Washington, D. C. 286 p.
- Waltner-Toews, D. (1994). Ecosystem health: a framework for implementing sustainability in agriculture. En N.O. Nielsen (Ed.), *Proceedings of an International Workshop on Agroecosystem Health*. (pp. 8-23). University of Guelph, Guelph, Canada.
- Xu, W. & Mage, J.A. (2001). A review of concepts and criteria for assessing agroecosystems health including a preliminary case study of Southern Ontario. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83, 215-233.



## Use of water developments by white-tailed deer in an extensive AHU in the biosphere reserve Tehuacan-Cuicatlan, Mexico

### Uso de bebederos artificiales por venado cola blanca en una UMA extensiva en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México

Mandujano-Rodríguez, Salvador<sup>1\*</sup>; Hernández Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología A.C., Red Biología y Conservación de Vertebrados, km 2.5 Carretera Antigua Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa, Veracruz. C.P. 91070, México.

\*Autor de correspondencia: salvador.mandujano@inecol.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** To describe the use of water developments by the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in an extensive animal handling unit (AHU) in the Tehuacan-Cuicatlan Biosphere Reserve.

**Design/methodology/approach:** Water developments were monitored using 26 camera-traps during the dry seasons of 2014, 2016 and 2018. The visit rate and the daytime visits pattern were estimated and analyzed in the program R.

**Results:** The average visit rate was 4.14 deer/100 days. In the dry season of 2018 this rate was significantly higher than in 2014 and 2016. The pattern of visits to the drinking troughs was mainly diurnal.

**Limitations of the study/implications:** This type of studies allows to evaluate the success of the actions of habitat improvement in extensive AHUs.

**Findings/Conclusions:** Water developments in extensive AHUs, mainly in arid environments such as the study site, are an important source of water for white-tailed deer and other species of mammals and birds which were observed to also take advantage of this resource.

**Keywords:** phototrapping, visit rate, daytime pattern, habitat management.

#### RESUMEN

**Objetivo:** Describir el uso de bebederos artificiales por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una unidad de manejo animal (UMA) extensiva en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se monitorearon bebederos empleando 26 cámaras-trampa durante las temporadas secas de 2014, 2016 y 2018. Se estimó la tasa de visita y el patrón diurno de visitas a los bebederos. Los análisis se hicieron en el programa R.

**Resultados:** La tasa de visita promedio fue de 4.14 venados/100 días. En la temporada seca del 2018 esta tasa fue significativamente mayor al 2014 y 2016. El patrón de visitas a los bebederos fue principalmente diurno.



**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Este tipo de estudios permiten evaluar el éxito de las acciones de mejoramiento del hábitat en UMAs extensivas.

**Hallazgos/conclusiones:** Los bebederos artificiales en UMAs extensivas, principalmente en ambientes áridos como el del sitio de estudio, son una importante fuente de agua para el venado cola blanca y otras especies de mamíferos y aves las cuales se observó que también aprovechan este recurso.

**Palabras clave:** fototrampeo, tasa visita, patrón diurno, manejo hábitat.

## INTRODUCCIÓN

**En regiones** áridas el agua es un recurso limitante para algunas especies de vertebrados (Larsen *et al.*, 2012; McKee *et al.*, 2015; Simpson *et al.*, 2011), y es un factor importante para evaluar la calidad del hábitat (Delfín-Alfonso *et al.*, 2009). La distribución local, densidad poblacional y actividad de algunas especies de herbívoros son mayores en sitios cercanos a fuentes de agua (Thrash *et al.*, 1995; Muposhi *et al.*, 2016). Por ejemplo, los venados bura (*Odocoileus hemionus*) realizan movimientos hacia sitios con una mayor disponibilidad de agua (Rautenstrauch y Krausman, 1989) y se desplazan en áreas menores cuando la disponibilidad de agua es alta (McKee *et al.*, 2015). En el norte de México, los movimientos del venado cola blanca (*O. virginianus*) están relacionados positivamente con la precipitación, debido a que la disponibilidad de recursos incrementa con las lluvias (Bello *et al.*, 2001; 2004). En regiones tropicales dominadas por selva baja caducifolia con marcada temporalidad en la disponibilidad de recursos, los venados satisfacen sus requerimientos hídricos con la humedad contenida en plantas, frutos, flores y partes suculentas, aprovechando el rocío, y utilizando depósitos naturales como las sartenejas en la Península de Yucatán (Mandujano y Gallina, 1995; Villarreal Espino-Barros y Marín Fuentes, 2005; Delgado-Martínez *et al.*, 2017).

Ante las condiciones climáticas adversas presentes en regiones áridas, se han realizado medidas para el mejoramiento del hábitat las cuales incluye la instalación de bebederos artificiales para la fauna silvestre (Epaphras *et al.*, 2008; Hayward y Hayward, 2012; Halloran y Deming, 1958; Treviño-Ruiz, 2010). Los objetivos de los bebederos son contrarrestar la pérdida y degradación de fuentes de aguas naturales, expandir la distribución, incrementar la productividad, reducir la mortalidad y favorecer el manejo (Destefano *et al.*, 2000; O'Brien *et al.*, 2006; Rosenstock *et al.*, 1999). En México se han realizado estudios que muestran el uso que dan los mamíferos a fuentes de agua tanto naturales como artificiales, mostrando que los bebederos son una herramienta útil no solo en zonas de clima árido, sino en zonas que presenten temporalidad (Delgado-Martínez *et al.*, 2017; Martínez-Kú *et al.*, 2008). Además, la instalación de bebederos para fauna silvestre es una práctica común al interior de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2014; Treviño-Ruiz, 2010).

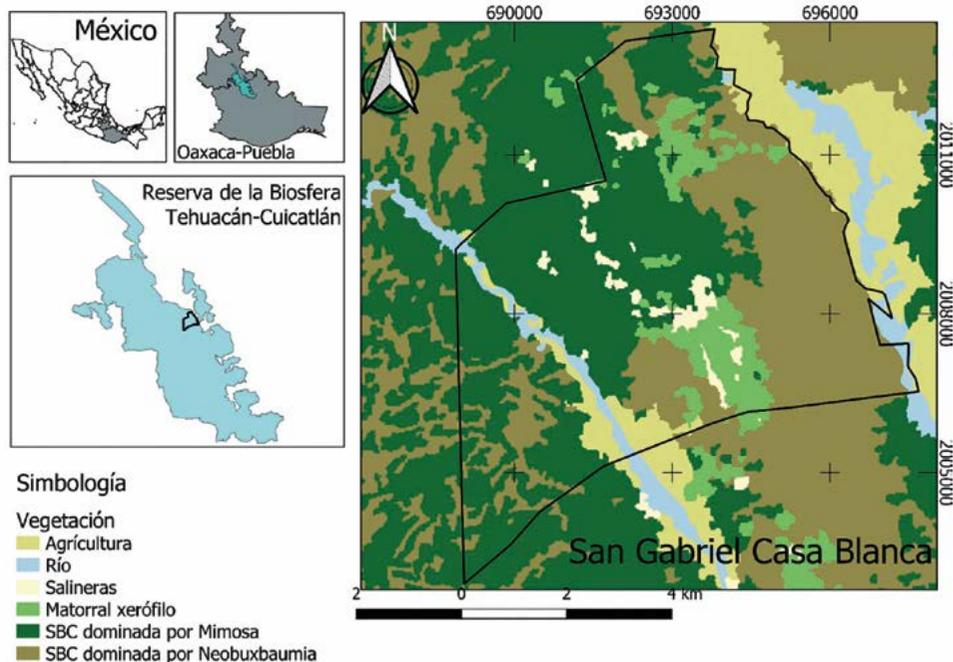
La distribución del venado cola blanca incluye la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), la cual cuenta con un clima árido y precipi-

taciones en verano de 250 a 500 mm (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000; Mandujano *et al.*, 2016a). Durante la temporada seca del año la disponibilidad de agua disminuye y la mayoría de las plantas pierden las hojas, lo que reduce la cantidad de recursos alimenticios (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000). Al interior de la RBTC, en los Bienes Comunales de San Gabriel Casa Blanca se encuentra una UMA de aprovechamiento extensivo de venado cola blanca (Mandujano *et al.*, 2016b). Debido a las condiciones climáticas adversas presentes en la zona, se instalaron dos tipos de bebederos artificiales para proveer de agua a esta especie durante la temporada de secas. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el uso de los bebederos por el venado cola blanca durante la época seca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio fue en los Bienes Comunales de San Gabriel Casa Blanca, localizado en el municipio de San Antonio Nanahuatipam en el estado de Oaxaca dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) (Figura 1). Tiene una extensión territorial de 5,900 ha; se localiza entre las coordenadas 17° 39' - 18° 53' LN y 96° 55' - 97° 44' LO. El relieve de la zona está constituido por terrenos accidentados, cañadas y cerros. El clima presente es caluroso-semidesértico, la temperatura promedio anual es de 24 °C y las lluvias ocurren en verano con una precipitación total anual de 438 mm. El uso del suelo se encuentra dividido de la siguiente manera: un 8% para la agricultura, donde la actividad agrícola principal constituye el cultivo de caña de azúcar; 1% en asentamientos urbanos; 63% ocupado por la selva baja caducifolia; y



**Figura 1.** Ubicación de la UMA extensiva en la localidad de San Gabriel Casa Blanca dentro de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

28% ocupado por el matorral crassicaule (Mandujano *et al.*, 2016b).

Desde el año 2012, el sitio de estudio se dio de alta como una UMA extensiva para la conservación y aprovechamiento extensivo de venado cola blanca y otras especies (Mandujano *et al.*, 2016b). Como medida para incrementar la calidad del hábitat, entre los años 2014 y 2016 se instalaron 28 bebederos artificiales concentrados en un área aproximada de 63 ha dentro de la UMA. Se construyeron dos tipos de bebederos: el Tipo 1 tiene forma cuadrada, está a nivel del suelo, tiene una capacidad de 100 L; el Tipo 2 tiene una forma circular con una profundidad de 40 cm; y está elevado 30 cm del suelo lo que permite ingresar al bebedero (Figura 2). El número de bebederos es de 15 y 13 para los tipos 1 y 2, respectivamente.

### Trabajo en campo

Durante los meses de enero a mayo se monitorearon 5, 9 y 12 bebederos en 2014, 2016 y 2018 respectivamente, mediante el uso de cámaras trampa (Figura 3). Las cámaras se colocaron a 5 m del bebedero, a una altura de 50 cm sobre el suelo, de manera que las cámaras tomaran en su totalidad el bebedero, así como las posibles rutas de acceso de los mamíferos. Las cámaras se programaron para tomar tres fotografías consecutivas con un tiempo de

espera de 15 segundos para una nueva activación del sensor, y se revisaron las cámaras. Para considerar visitas independientes se consideró una independencia entre registros de 10 minutos de manera similar a otros estudios (Hofmann *et al.*, 2016).

### Análisis de datos

Se calculó la tasa de visita como:  $\text{tasa de visitas} = \frac{\text{Número de eventos}}{\text{total de días}} \times 100$ . Las tasas de visita se calcularon para cada periodo de muestreo y por tipo de bebedero. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para conocer diferencias en las tasas de visita durante los tres periodos de muestreo; para conocer si la tasa de visita varía

entre tipos de bebederos se empleó la prueba de t-Student. Para conocer el patrón de visita diurno de los venados en los bebederos, se empleó el paquete R overlap (Ridout y Linkie, 2009).



**Figura 2.** Muestra de los dos tipos modelos de bebederos presentes en la UMA: Tipo 1 (foto superior) y Tipo 2 (inferior).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del 2014 al 2018 se muestrearon 26 bebederos durante 2,365 días/cámara y se obtuvieron un total de 100 visitas independientes de venados cola blanca. La tasa de visita durante los tres años fue de  $4.14 \pm 4.87$  venados/100 días. Hubo diferencia significativa en las tasas de visitas anuales, siendo mayor en el 2018 (Figura 4a;  $F=6.59$ ,  $gl=3, 23$ ,  $P=0.02$ ). Las tasas de visita obtenidas son menores a lo reportado en la península de Yucatán en aguadas (Delgado-Martínez *et al.*, 2017). Las visitas durante los años 2014 y 2016 fueron similares y menores a las de 2018. Esto puede deberse a que conforme pasa el tiempo los venados reconocen los bebederos como una fuente de agua alternativa de agua y recurren más a ellos, una vez que los han ubicado (Berbert y Fagan, 2012). Otra posible explicación es que durante el año 2018 las condiciones climáticas fueron más adversas para el venado (mayor

temperatura y menor precipitación) de manera que visitó más frecuentemente a los bebederos para satisfacer sus necesidades hídricas (Fuller *et al.*, 2014).

No se observó diferencia significativa en la tasa de visita por tipo de bebedero (Figura 4b;  $t=-0.48$ ,  $P=0.6$ ). Se esperaba inicialmente que las visitas fueran mayores en los bebederos de Tipo 2 (ver Figura 2) ya que permiten a los animales ingresar a los bebederos sin riesgos de caer y aprovechar el agua del fondo. Además de que al no estar a ras de suelo permite a los animales estar atentos a su entorno y prevenir la llegada de depredadores potenciales.

Durante los tres años de evaluación, las visitas a los bebederos presentaron un pico de actividad de 06:00 a 12:00 h (Figura 5). El patrón encontrado es similar a los reportados en trabajos previos (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014; López-Tello *et al.*, 2015) y contrastante al patrón crepuscular reportado en el noreste del país (Gallina y Bello, 2014), y también a lo observado con venado bura en Nuevo México (Harris *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

Ante las condiciones climáticas adversas en zonas con climas secos, los bebederos artificiales constituyen una alternativa para garantizar la disponibilidad de agua durante los periodos de escasez. Los bebederos en la UMA de San Gabriel Casa Blanca fueron instalados como

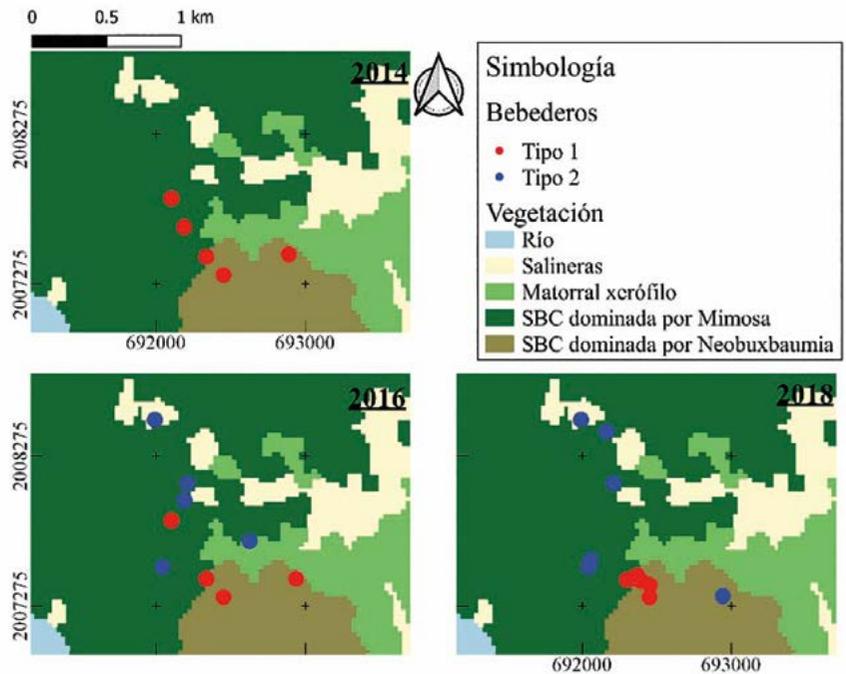


Figura 3. Ubicación de los dos tipos de bebederos muestreados en el 2014, 2016 y 2018.

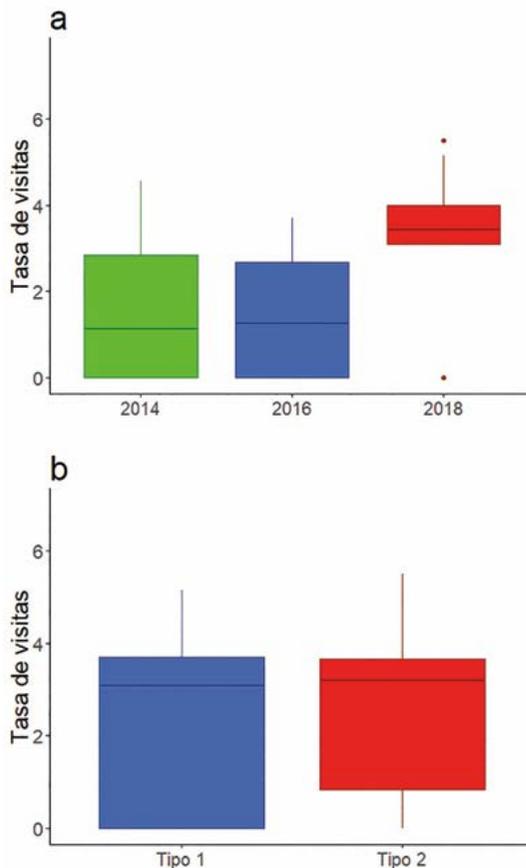
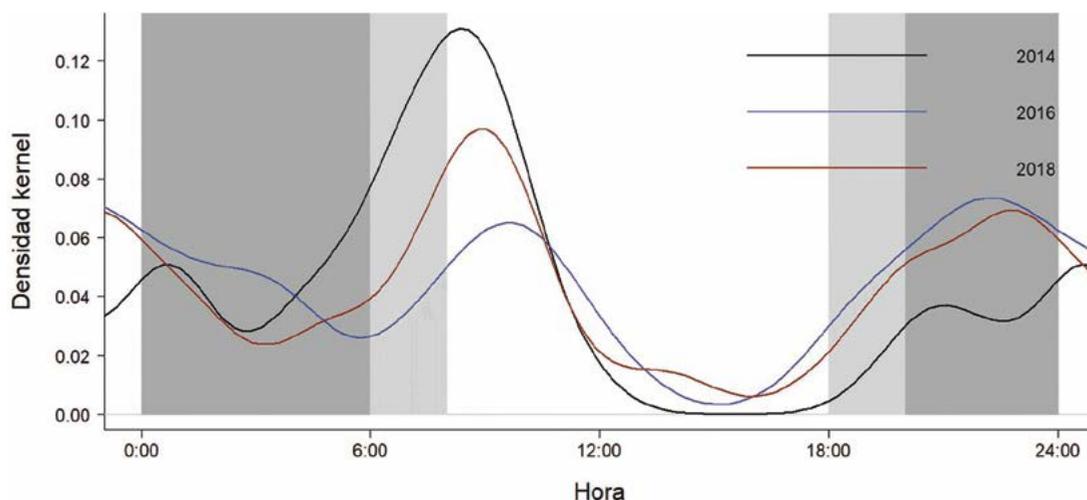


Figura 4. Tasa de visita a los bebederos por el venado cola blanca en los diferentes años (a) y tipos de bebedero (b).



**Figura 5.** Patrón diario de visitas a los bebederos por el venado cola blanca durante las tres temporadas de muestreo. Sección gris oscuro indican noche, mientras que el gris claro indica el crepúsculo.

medida de mejoramiento del hábitat de venado cola blanca. Aunque no se documenta este aspecto en el presente trabajo, se observó que los bebederos son usados por otras especies de mamíferos como *Lynx rufus*, *Pecari tajacu* y *Urocyon cinereoargenteus*, y de aves como *Zenaida asiatica*, *Buteo jamaicensis* y *Geococcyx californianus*.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de los proyectos CONACYT CB-2009-01-130702 y CB-2015-01-256549. El primer autor recibió beca de CONACYT No. 27763. Agradecemos el apoyo en campo de K. L. Velázquez-Carrillo y A. Zavaleta; los comentarios y sugerencias de L. A. Pérez-Solano; y el apoyo de la comunidad de San Gabriel Casa Blanca.

## LITERATURA CITADA

- Arriaga-Cabrera, L., Espinoza-Rodríguez, J.M., Aguilar-Zúñiga, C., Martínez-Romero, E., Gómez-Mendoza, L. & Loa-Loza, E. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2004). Movements of the white-tailed deer and their relationship with precipitation in Northeastern Mexico. *Interciencia*, 29(7), 357-361.
- Bello, J., Gallina, S., Equihua, M., Mandujano, S., & Delfin, C. (2001). Activity areas and distance to water sources by white-tailed deer in Northeastern Mexico. *Vida Silvestre Neotropical*, 10(1-2), 30-37.
- Berbert, J.M. & Fagan, W.F. (2012). How the interplay between individual spatial memory and landscape persistence can generate population distribution patterns. *Ecological Complexity*, 12, 1-12. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2012.07.001>
- Cortés-Marcial, M. & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i4.13285>
- Delfín-Alfonso, C.A., Gallina, S. & López-González, C.A. (2009). Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 215-228.
- Delgado-Martínez, C. M., Alvarado, F., Mendoza, E., Flores-Hernández, S., Navarrete, A., Navarrete, E. & Botello, F. (2017). An ignored role of sartenejas to mitigate water shortage hazards for tropical forest vertebrates. *Ecology*, 0(0), 1-3. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ecy.2078>
- Destefano, S., Schmidt, S. L. & James, C deVos, J. (2000). Observations of predator activity at wildlife water developments in Southern Arizona. *Journal of Range Management*, 53(3), 255-258.
- Epaphras, A. M., Gereta, E., Lejora, I.A., Ole Meing'ataki, G.E., Ng'umbi, G., Kiwango, Y. & Mtahiko, M.G.G. (2008). Wildlife water utilization and importance of artificial waterholes during dry season at Ruaha National Park, Tanzania. *Wetlands Ecology and Management*, 16(3), 183-188. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11273-007-9065-3>
- Fuller, A., Hetem, R.S., Maloney, S.K. & Mitchell, D. (2014). Adaptation to heat and water shortage in large, arid-zone mammals. *Physiology*, 29(3), 159-167. Recuperado de <https://doi.org/10.1152/physiol.00049.2013>
- Gallina, S. & Bello Gutierrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423-436. Recuperado de <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>
- Gastelum-Mendoza, F.I., Arroyo-Ortega, J.P. & León-López, L.I. (2014). Estimación de la abundancia poblacional de fauna silvestre, mediante el uso de cámaras trampa. *Agroproductividad*, 7(5), 32-36.
- Halloran, A. F. & Deming, O.V. (1958). Water development for desert bighorn sheep. *The Journal of Wildlife Management*, 22(1), 1-9.
- Harris, G., Sanderson, J.G., Erz, J., Lehnen, S.E. & Butler, M.J. (2015). Weather and prey predict mammals' visitation to water. *PLoS ONE*, 10(11), 1-21. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141355>

- Hayward, M.W. & Hayward, M.D. (2012). Waterhole use by African fauna. *South African Journal of Wildlife Research*, 42(2), 117-127. Recuperado de <https://doi.org/10.3957/056.042.0209>
- Hofmann, G.S., Coelho, I.P., Bastazini, V.A.G., Cordeiro, J.L.P. & de Oliveira, L.F.B. (2016). Implications of climatic seasonality on activity patterns and resource use by sympatric peccaries in northern Pantanal. *International Journal of Biometeorology*, 60(3), 421-433. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1040-8>
- Larsen, R.T., Bissonette, J.A., Flinders, J.T. & Whiting, J.C. (2012). Framework for understanding the influences of wildlife water developments in the western United States. *California Fish and Game*, 98(3), 148-163.
- López-Tello, E., Gallina, S. & Mandujano, S. (2015). Activity patterns of white-tailed deer in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Puebla-Oaxaca, Mexico. *DGS Newsletter*, 27, 32-43.
- Mandujano, S., Barrera-Salazar, A., Yañez-Arenas, C.A., Ramos-Robles, M.I., López-Tello, E., Gallina, S. & Mortero-Montiel, O. (2016a). Venado cola blanca en la región de la Cañada en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán de Oaxaca. En S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca. Potencial, conservación, manejo y monitoreo* (p. 288). Xalapa, Ver.: Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- Mandujano, S., López-Téllez, M.C., Barrera-Salazar, A., Romero-Castañón, S., Ramírez-Vera, B., López-Tello, E., Yañez-Arenas, C.A. & Castillo-Correo, J.C. (2016b). UMA extensiva de venado cola blanca en San Gabriel Casa Blanca, en la región de la Cañada. En S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca. Potencial, conservación, manejo y monitoreo* (p. 288). Xalapa, Ver.: Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- Mandujano, S. & Gallina, S. (1995). Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical*, 4(1), 107-118.
- Martínez-Kú, D.H., Escalona-Segura, G. & Vargas-Contreras, J.A. (2008). Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. *Avances En El Estudio de Los Mamíferos II*. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México, 449-468.
- McKee, C.J., Stewart, K.M., Sedinger, J.S., Bush, A.P., Darby, N.W., Hughson, D.L. & Bleich, V.C. (2015). Spatial distributions and resource selection by mule deer in an arid environment: Responses to provision of water. *Journal of Arid Environments*, 122, 76-84. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.06.008>
- Muposhi, V.K., Gandiwa, E., Chemura, A., Bartels, P., Makuza, S.M. & Madiri, T.H. (2016). Habitat Heterogeneity Variably Influences Habitat Selection by Wild Herbivores in a Semi-Arid Tropical Savanna Ecosystem. *PLoS ONE*, 11(9). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163084>
- O'Brien, C., Waddell, R.B., Rosenstock, S.S. & Rabe, M.J. (2006). Wildlife use of water catchments in Southwestern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 582-591. Recuperado de [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[582:WUOWCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[582:WUOWCI]2.0.CO;2)
- Rautenstrauch, K.R. & Krausman, P.R. (1989). Influence of water availability and rainfall on movements of desert mule deer. *Journal of Mammalogy*, 70(1), 197-201.
- Ridout, M. & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), 322-337.
- Rosenstock, S.S., Ballard, W.B. & Devos, J.C. (1999). Viewpoint: Benefits and impacts of wildlife water developments. *Journal of Range Management*, 52(4), 302-311.
- Simpson, N.O., Stewart, K.M. & Bleich, V.C. (2011). What have we learned about water developments for wildlife? Not enough! *California Fish and Game*, 97(4), 190-209.
- Thrash, I., Theron, G.K. & Bothma, J. du P. (1995). Dry season herbivore densities around drinking troughs in the Kruger National Park. *Journal of Arid Environments*, 29(2), 213-219. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(05\)80091-6](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(05)80091-6)
- Treviño-Ruiz, A.A. (2010). Informe final SNIB.CONABIO proyecto No, CJ076. Alternativas para el mejoramiento de hábitat en UMA localizadas en la Zona 1, en base a la conservación y aprovechamiento sustentable. México, D.F.
- Villarreal Espino-Barros, O.A. & Marín Fuentes, M.M. (2005). Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54(206-207), 191-196.



# Determination of steroid hormones in wild bighorn sheep feces cimarrón (*Ovis canadensis* Shaw) in Baja California Mexico

## Determinación de hormonas esteroides en heces de borrego cimarrón (*Ovis canadensis* Shaw) silvestres en Baja California, México

Escobar-Flores, Jonathan G.<sup>1\*</sup>, Salame-Méndez, Arturo<sup>2</sup>, Sandoval, Sarahi<sup>3</sup>, Martínez-Gallardo, Roberto<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Durango, México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa Departamento de Biología de la Reproducción, México. <sup>3</sup>CONACyT-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Durango, Durango, México. <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Campus Ensenada, Ensenada, Baja California, México.

\*Autor para correspondencia: escobarf@ipn.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Determine steroid hormones in wild bighorn sheep feces cimarrón (*Ovis canadensis*) using a non-invasive method.

**Design/methodology/approach:** Progestogens, androgens and estradiol were measured in the feces of wild bighorn sheep living in the Sierra San Felipe mountains in Baja California in the winter, spring and summer of 2007. The steroids were quantified by immunoassay, carried out in a microtiter plate.

**Results:** The hormonal profile showed that 96 samples were feces from males and 65 from females. The concentration of progestogens in feces of females varied by season, with the highest concentrations in spring (280 ng/g). The concentrations of progestogens and estrogens in females increased as environmental conditions improved from winter to spring, coinciding with the increase in androgens in males, which averaged 23.78 ng/g.

**Limitations/implications of the study:** With this method it was not possible to identify the sex of samples from juvenile individuals. It is recommended that fresh stool samples be analyzed in order to relate hormone concentrations to seasonal reproductive events.

**Findings/conclusions:** The springtime increase in progestogen and estrogen concentrations in the feces of females and of androgens in males suggests the initiation of reproductive activity. The concentrations of these hormones in both sexes during the summer are very low (<5 ng/g), which suggests low reproductive activity.

**Keywords:** hormonal profile, enzyme immunoassay, *Ovis canadensis*, reproduction.



## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar hormonas esteroides en heces de borrego cimarrón silvestre cimarrón (*Ovis canadensis*) mediante un método no invasivo.

**Diseño/metodología/enfoque:** En este estudio se evaluaron progestágenos, andrógenos y estradiol en heces de borrego cimarrón silvestres que habitan en la Sierra San Felipe en Baja California, durante la primavera, invierno y verano del año 2007. Los esteroides se cuantificaron mediante inmuno ensayo enzimático y la cuantificación se realizó en una placa de micro titulación.

**Resultados:** Con el perfil hormonal se identificó que 96 eran heces provenientes de machos y 65 de hembras. La concentración de progestágenos en las heces de hembras varió entre las estaciones del año, registrándose en primavera la concentración más alta (280 ng/g). Las concentraciones de progestágenos y estrógenos en las hembras aumentaron a medida que las condiciones ambientales mejoraron desde el invierno hasta la primavera, coincidiendo con el aumento de andrógenos en los machos a una concentración promedio de 23.78 ng/g.

**Limitaciones en el estudio/implicaciones:** Con este método no fue posible asignar el sexo de las muestras provenientes de individuos juveniles. Se recomienda analizar muestras de heces frescas para relacionar las concentraciones de hormonas con eventos reproductivos estacionales.

**Hallazgos/conclusiones:** El aumento de las concentraciones de progestágenos y estrógenos en las heces de las hembras y los andrógenos en los machos en la primavera sugiere el inicio de la actividad reproductiva. Las concentraciones de estas hormonas en ambos sexos durante el verano son muy bajas (<5 ng/g), lo que sugiere actividad reproductiva baja.

**Palabras clave:** ensayo inmunoenzimático, *Ovis canadensis*, perfil hormonal, reproducción.

malmente es precedido por combates o conductas pre-cortejo (McElliott et al., 2001).

Los borregos cimarrones tienen un sistema de reproducción de tipo poliginico, un alto dimorfismo sexual, normalmente están segregados sexualmente, con excepción de la época de cortejo o ruta. Estos comportamientos, que se relacionan con su distribución espacio-temporal, pueden ser explicados mediante el análisis hormonal y relacionarlo con las conductas de los borregos cimarrones observadas en campo (Martínez y Ayala, 2007).

Sin embargo, pocos trabajos de aspectos reproductivos por métodos indirectos se han realizado con el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en vida libre, por lo que el objetivo de esta investigación fue cuantificar andrógenos, progestágenos y estradiol contenidos en heces fecales, para posteriormente realizar un sexado de las muestras y comparar los perfiles hormonales de machos y hembras con la temporalidad del año.

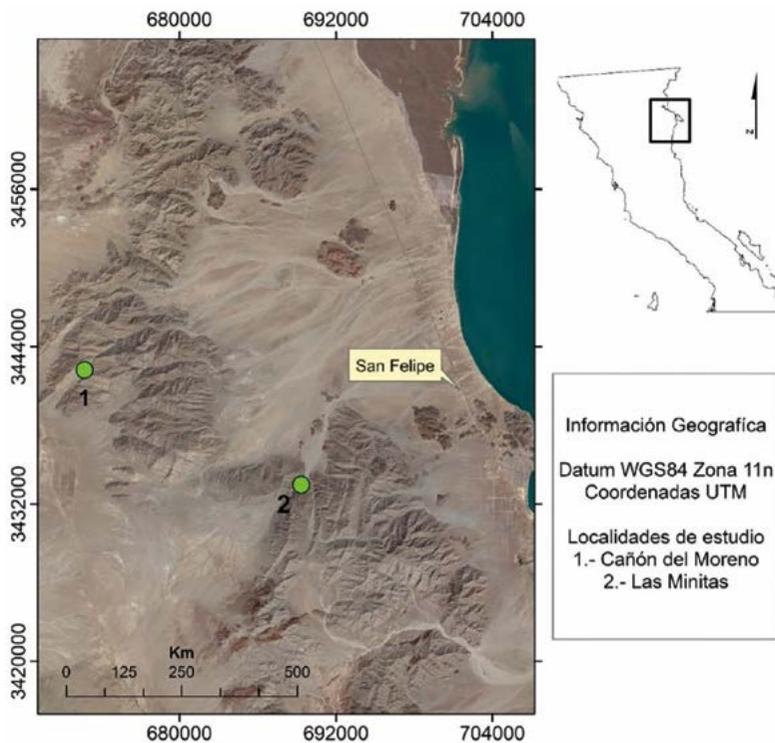
## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Sierra San Felipe, la cual se localiza dentro de la ecorregión desierto del Alto Golfo en Baja California (Figura 1). El clima es seco con lluvias en verano e invierno. Las temperaturas máximas se registran en el verano y llegan a alcanzar los 50 °C (SMN, 2010). La vegetación en la sierra es matorral xerófilo y las especies dominantes son: *Ambrosia dumosa*, *Ditaxis lanciolata*, *Fouquieria splendens*, *Yucca shidigera*, *Pachycereus pringlei*, *Encelia farinosa*, *Cercidium microphyllum*, *Psoralea spinosa* (Delgadillo, 1998).

## INTRODUCCIÓN

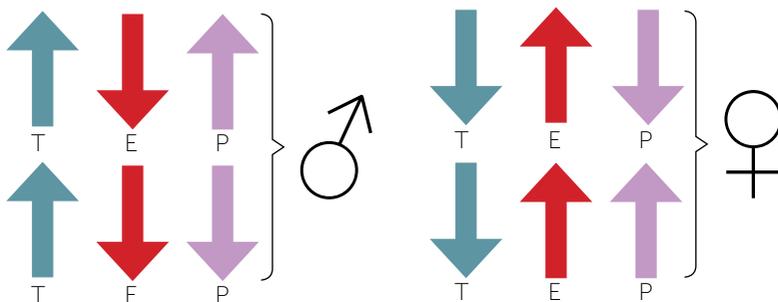
El análisis de hormonas esteroides sexuales en heces fecales es una herramienta útil para la determinación del sexo en especies que no presentan dimorfismo sexual y donde el estudio de la fisiología reproductiva no requiere un contacto directo con el organismo (Soto et al., 2004). La relevancia de este método "no invasivo", incide en la nula manipulación del individuo, evitando así algún estrés provocado por el incremento de niveles de glucocorticoides (Schwarzenberger, 2007). El conocimiento de los niveles hormonales en animales silvestres ayuda a conocer los factores que determinan la organización social y los sistemas de apareamiento (Schakleton, 1991).

Los ungulados silvestres son buenos modelos de estudio por su longevidad y su amplia variedad de sistemas de reproducción, lo cual permiten explicar cómo la variación hormonal puede afectar sus comportamientos, donde el acceso a hembras receptivas es determinado por un estatus social, que nor-



**Figura 1.** Localidades de estudio en la Sierra San Felipe, Baja California, México.

Se seleccionaron dos sitios de estudio, Cañón El Moreno y Las Minitas, que se caracterizan por tener los registros más numerosos de borregos cimarrones para la Sierra San Felipe (Lee et al., 2012) (Figura 1). Para la colecta de las muestras fecales se realizaron recorridos a pie en tres estaciones del año: primavera, verano e invierno del año 2007 para las dos localidades. Los recorridos consistieron en una búsqueda exhaustiva de heces fecales de borrego cimarrón, comenzando de las partes más bajas de la sierra en los 500 m y terminando en los 1,200 m. De cada muestra localizada se estimó la antigüedad por su color y consistencia; heces con color café oscuro y consistencia blanda se consideraban recientes (menor a un mes) y se colectaban en una bolsa de papel estraza para su transporte al laboratorio. Cada muestra fue georeferenciada con un GPS Garmin y Datum WGS84.



**Figura 2.** Las flechas hacia abajo indican una menor concentración y las flechas hacia arriba lo contrario. Testosterona (T), Estradiol (E2), Progesterona (P4).

## Cuantificación de hormonas esteroides

Se realizó la extracción total de esteroides (ETE), progestágenos (progesterona-P4), estrógenos (estradiol-E2) y andrógenos (testosterona-T) con éter dietílico. Posteriormente se cuantificaron dichos esteroides con la técnica de inmunoensayo enzimático (EIA), utilizando kits de Diagnostic, Inc<sup>®</sup>, Webster, Texas. Se determinó la concentración de cada hormona en un espectrofotocolorímetro (Microplate Reader, MR 600, Dynatech Product<sup>®</sup>).

Con los resultados de las concentraciones se determinó el sexo de cada muestra, a partir de la relación diferencial entre las hormonas sexuales (HES); la premisa antes mencionada se basa en la hipótesis hormonal de la diferenciación sexual, es decir, en los machos hay mayor producción de andrógenos —testosterona—, que de estrógenos —estradiol—, mientras que en las hembras es lo contrario (Bishop y Hall, 1991; Salame-Méndez y Villalpando-Fierro, 1998) (Figura 2). Para determinar si hay diferencias significativas entre la concentración de HES y la estación del año, se realizó un análisis de varianza de una vía en el programa R Statistics.

Se realizaron los análisis de varianza de una vía en el programa R Statistics.

## RESULTADOS

Un total de 196 muestras fueron recolectadas. Se encontró que 96 correspondían a machos, 65 a hembras, y 35 no presentaron una diferenciación de concentraciones de andrógenos y estrógenos, por tanto, no se les asignó sexo y todas estas heces tuvieron un tamaño pequeño (volumen  $<0.7621 \text{ cm}^3$ ), posiblemente estas heces corresponden a corderos.

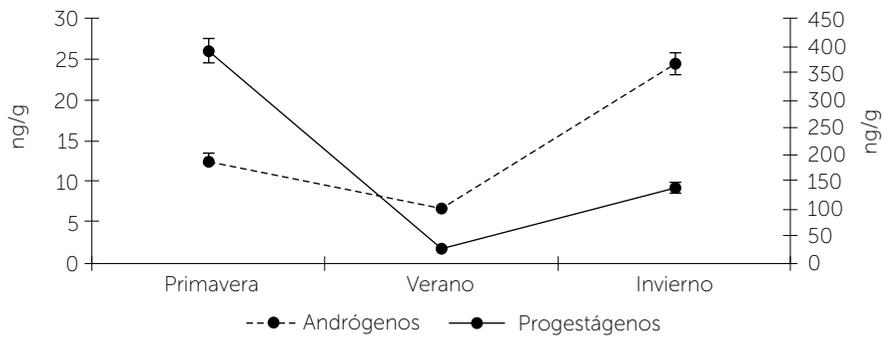
Los resultados del ANOVA, en las muestras identificadas como machos, muestran que la concentración de andrógenos fue diferente estadísticamente entre las estaciones del año ( $F=12.60$ ,  $p<0.05$ ), encontrando un aumento de andrógenos paulatinamente a través de las estaciones. En verano se registraron las menores concentraciones promedio (5.84 ng/g), seguidas de las muestras de primavera (12.68 ng/g), y la mayor concentración se tuvo durante el invierno (23.78 ng/g). La concentración de progestágenos siguió una tendencia similar, en otoño se obtuvo la menor concentración (29.36 ng/g), en primavera la mayor concentración (316.30 ng/g) que se

redujo durante el invierno (130.39 ng/g) (Figura 3).

En las muestras identificadas como de hembras, las concentraciones de progestágenos variaron significativamente entre las estaciones del año ( $F=38.1$ ,  $p<0.05$ ), las concentraciones más bajas de progestágenos fueron en el verano (37.16 ng/g) y la mayor concentración fue en la primavera (276.96 ng/r). Respecto a la concentración de estrógenos, no se encontraron diferencias significativas entre las estaciones del año ( $F=2.98$ ,  $p>0.05$ ); con concentraciones bajas en el verano (0.14 ng/g) y altas en el invierno (1.59 ng/g) (Figura 4).

### DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación indican que la comparación diferencial de HES (andrógenos, progestágenos y estrógenos), es útil para asignar el sexo en muestras fecales de género desconocido, como fue el caso del borrego cimarrón. Sin embargo, este método puede ser cuestionado, ya que la concentración de dichas hormonas está en función de las condiciones ambientales y el alimento que consumen los organismos, lo cual puede incurrir en errores de interpretación cuando se asigna el sexo principalmente en corderos y añeros, individuos que están en desarrollo y no es claro asignar un sexo (Soto-Mendoza, 2006; Valdespino *et al.*, 2007). La concentración de HES siguió un patrón estacional en ambos sexos, en el verano la concentración hormonal fue baja (Figuras 3 y 4), lo cual posiblemente esté relacionado con las condiciones de estiaje y por tanto la actividad reproductiva puede estar en latencia. Resultados similares reportaron Rubin *et al.* (2000) para poblaciones de borregos cimarrones en los desiertos de California.

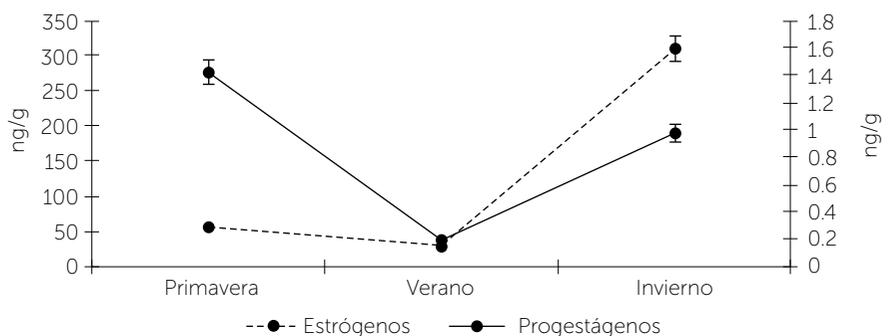


**Figura 3.** Resultados de las concentraciones de HES en heces identificadas como provenientes de machos de borrego cimarrón de sierra San Felipe, Baja California.

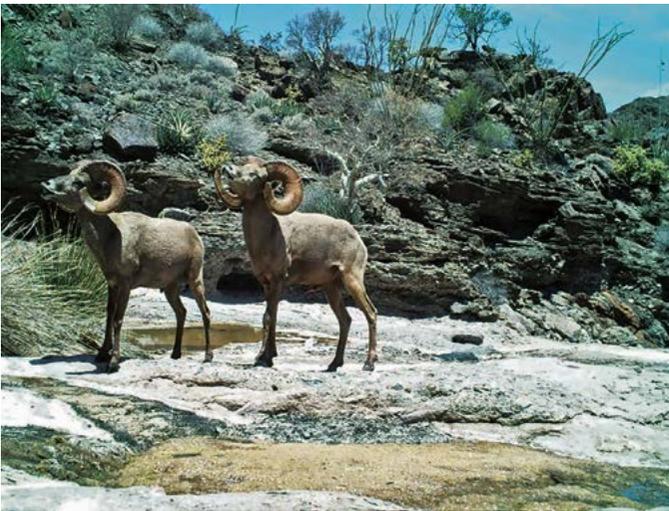
En los desiertos de California. Se sabe que en mamíferos poligínicos, los niveles de testosterona están correlacionados con el desarrollo de masa muscular y esquelética, y comportamientos agresivos previo al cortejo (Sapolsky, 1993). En el borrego cimarrón se ha documentado que los niveles de testosterona tienen un patrón estacional relacionado con el establecimiento de la estructura social previo al período de apareamiento (Geist, 1971). Por ejemplo, Pelletier *et al.* (2003) reportaron que durante el otoño, los niveles de testosterona en borregos cimarrones machos que habitan en Alberta, Canadá son más altos (60 ng/g), y se relacionó con un aumento de conductas agresivas de los machos previo al apareamiento. Los hallazgos de este estudio indicarían que es durante el invierno cuando los niveles de testosterona son más altos y por lo que se esperarían conductas precortejo durante esta estación (Figura 5).

Las concentraciones de estradiol y progesterona encontradas en hembras sugieren que los eventos de apareamiento, gestación y lactancia ocurrirán entre el invierno y la primavera. Lo anterior se corroboró con la observación de grupos de hembras con añeros (Figura 6), resultados que también obtuvieron Borjesson *et al.* (1996) y Schoenecker *et al.* (2004), en borregos cimarrones silvestres.

También se observó un aumento similar de las concentraciones de progesterona y estrógenos en la estación de invierno, lo cual es importante en los borregos silvestres para la expresión de conductas de estro (Soto, 2006). Durante el verano se encontró que la producción de las HES es muy baja, principalmente estradiol con concentraciones menores a 0.1 ng/g, las cuales son



**Figura 4.** Resultados de las concentraciones de HES en heces identificadas como provenientes de hembras de borrego cimarrón de sierra San Felipe, Baja California.



**Figura 5.** Machos adultos realizando conductas de Flehmen que indica la detección de hembras receptivas en el sitio (Fotografía: Jonathan Escobar-Flores).

similares a las encontradas por Soto (2006), en borregos cimarrones en cautiverio y concluye que las hembras se encuentran en anestro.

## CONCLUSIONES

El monitoreo "no invasivo", por medio de la cuantificación de hormonas sexuales a partir de heces es útil para identificar los eventos reproductivos en el borrego cimarrón, a un menor costo que los métodos de manipulación directa. Sin embargo, no se recomienda para determinar el sexo en organismos menores a un año, ya que no es clara la diferenciación entre andrógenos y estrógenos. Los resultados de este trabajo representan un acercamiento en la fisiología reproductiva del borrego cimarrón que se distribuye en vida libre, y su potencial uso se relaciona con la ubicación de sitios de nacimientos y crianza, que son vitales para la conservación de esta especie. Se recomienda el uso de este método en sitios donde es difícil la observación de borregos cimarrones y se desconocen sus eventos reproductivos.

## LITERATURA CITADA

- Bishop, C.M. & Hall, M.R. (1991). Non-invasive monitoring of avian reproduction by simplified faecal steroid analysis. *Journal of Zoology*, 224(4), 649-688. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb03793.x>
- Borjesson, D.L., Boyce, W.M., Gardner, I. A., De Forge, J. & Lasley, B. (1996). Pregnancy detection in bighorn sheep (*Ovis canadensis*) using Fecal-based enzyme immunoassay. *Journal of Wildlife Diseases*, 32, 67-74.
- Delgadillo, J. (1998). *Florística y Ecología del Norte de Baja California, México*. 2da. Edición. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México. 413 pp.



**Figura 6.** Rebaño de hembras con corderos y añeros durante la estación de invierno (Fotografía: Jonathan Escobar-Flores).

- Geist, V. (1971). *Mountain sheep: a study in behavior and evolution*. The University of Chicago Press, Chicago Illinois.
- Lee, R., Martínez, G.R., Zatarain, J. & Escobar, F.J.G. (2012). Observations of distribution and abundance of bighorn sheep in Baja California, México. *California Fish and Game*, 98(1), 51-59.
- Martínez, G. R. & Ayala, C.S. (2007). *Biología, Hábitat y manejo del borrego cimarrón (Ovis canadensis) en México* (pp.151-163). Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- McElligott, A.G., Gammell, M.P., Harty, H.C., Paini, D.R., Murphy, D.T., Walsh, J.T. & Hayden, T.J. (2001). Sexual size dimorphism in fallow deer (*Dama dama*): do larger, heavier males gain greater mating success? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49(4), 266-272.
- Pelletier, F., Bauman, J. & Festa-Bianchet, M. (2003). Fecal testosterone in big horn sheep (*Ovis canadensis*): behavioural and endocrine correlates. *Canadian Journal of Zoology*, 81(10), 1678-1684. <https://doi.org/10.1139/z03-156>
- Rubin, E.S., Boyce, W.M. & Bleich, V.C. (2000). Reproductive strategies of desert bighorn sheep. *Journal of Mammalogy*, 81(3), 769-786. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2000\)081<0769:RSO DBS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2000)081<0769:RSO DBS>2.3.CO;2)
- Salame-Méndez, A. & Villalpando-Fierro I. (1998). La diferenciación sexual en vertebrados: hipótesis y teorías. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, 89-110.
- Sapolsky, R.M. (1993). The physiology of dominance in stable versus unstable social hierarchies. En W.A. Mason, S.P. Mendoza. (Eds). *Primate Social Conflict* (pp. 171-204). New York: State University of New York Press.
- Schakleton, D.M. (1991). Social maturation and productivity in bighorn sheep: are young males incompetent? *Applied Animal Behaviour Science*, 29(1-4), 173-184. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(91\)90245-5](https://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90245-5)
- Schoenecker, K. A., Lynda R.O. & Kirkpatrick, J. (2004). Comparison of three fecal metabolites for pregnancy detection used with single sampling in bighorn sheep (*Ovis canadensis*). *Journal of Wildlife Disease*, 40(2), 281-473. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-40.2.273>

- Schwarzenberger, F. (2007). The many uses of non-invasive fecal steroid monitoring in zoo and wildlife species. *International Zoo Yearbook*, 41(1), 52-74. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2007.00017.x>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2010). Estación meteorología de San Felipe. Fecha de acceso febrero del 2010.
- Soto-Mendoza, S. (2006). Monitoreo no invasivo de las etapas reproductivas en borregas cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en cautiverio mediante la observación conductual reproductiva y la cuantificación de esteroides fecales. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Maestría en ciencias de la producción y de la salud animal. México. D.F.
- Valdespino, C., Martínez-Mota, R., García-Feria, L. M., & Martínez-Romero, L. E. (2007). Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: evolución de una metodología no invasiva. *Acta zoológica mexicana*, 23(3), 151-180.



# Production of vegetables under field schools for the overcoming of poverty

## Producción de hortalizas bajo escuelas de campo para la superación de la pobreza

Vásquez-Ortiz, Romualdo<sup>1\*</sup>, Noriega-Cantú, David H.<sup>1</sup>, Morales-Guerra, Mariano<sup>2</sup>,  
Martínez-Sánchez, Jesús<sup>3</sup>, Salinas-Cruz, Eileen<sup>3</sup> y Contreras-Hinojosa, José R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP Campo Experimental Iguala. Km. 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala de la Independencia, Guerrero. C. P. 40,000. <sup>2</sup>INIFAP Campo Experimental Valles Centrales. Melchor Ocampo No. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca C.P. 68200. <sup>3</sup>INIFAP Campo Experimental Centro de Chiapas. km. 3 Carretera Internacional Ocozocoautla-Cintalapa. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. C.P. 29140.

\*Autor para correspondencia: vazquez.romualdo@inifap.gob.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Increase the diversity of species and yield in vegetable gardens to contribute to overcoming poverty in the town of Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

**Design/methodology/approximation:** The study was carried out with 30 families represented by a member belonging to the organization "El Copalito", from the town of Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. The work was carried out through the Participatory-Action-Research (IAP), which corresponded to the approach and knowledge of the study area; the design and establishment of the plot-school of vegetables, through agroecological management; the development of capacities through the Field Schools (ECAs). The variables were the diversity and production of species in vegetable gardens, sale and economic income for families.

**Results:** On average, the farmers plant 2.3 species of vegetables per family, but there are families that grow up to seven species: chile criollo, tomato, pápalo, miltomate, chipile, quelites and huanzontle, obtaining a total yield of 1 kg m<sup>-2</sup> through conventional management, one income per day of \$ 81.26. In the plot-school of vegetables were implemented ten agroecological innovations and increased to 5 species, however, there were producers who planted 16 species with average yield of 2.2 kg m<sup>-2</sup> that corresponds 120% increase with respect to the baseline; an additional income of \$ 31.20 per day corresponding to 27.74%. There were statistically significant differences in the knowledge and adoption of technological innovations by the producers-promoters before and after having received the training courses.

**Limitations on the study/implications:** The result obtained reflects an improvement in family income and contributes to overcoming poverty in the place of study; However, it is necessary to continue spreading agro-ecological technological innovations in order to obtain a better quality product.

**Findings/Conclusions:** The training, technical assistance and dissemination through the model of Field Schools, has influenced so that the technological innovations developed with the project have been accepted and adopted by the producers in their vegetable gardens.

**Keywords:** backyard, training, technological innovation

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019, pp. 49-55.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.



## RESUMEN

**Objetivo:** Incrementar la diversidad de especies y rendimiento en huertos de hortalizas para contribuir a la superación de la pobreza en la localidad de Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

**Diseño/metodología/aproximación:** El estudio se realizó con 30 familias representadas por un integrante que pertenecen a la organización "El Copalito", de la localidad de Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. El trabajo se llevó a cabo mediante la Investigación-Acción-Participativa (IAP), que correspondió al acercamiento y conocimiento del área de estudio; el diseño y establecimiento de la parcela-escuela de hortalizas, mediante un manejo agroecológico; el desarrollo de capacidades a través de las Escuelas de Campo (ECAs). Las variables fueron la diversidad y producción de especies en huertos de hortalizas, venta e ingresos económicos para las familias.

**Resultados:** En promedio los productores siembran 2.3 especies de hortalizas por familia, pero hay familias que cultivan hasta siete especies: chile criollo, tomate, pápalo, miltomate, chipile, quelites y huanzontle, obteniendo un rendimiento total de  $1 \text{ kg m}^{-2}$  mediante un manejo convencional, un ingreso por día de \$81.26. En la parcela-escuela de hortalizas se implementaron diez innovaciones agroecológicas y se incrementó a 5 especies, sin embargo, hubo productores que sembraron 16 especies con rendimiento promedio de  $2.2 \text{ kg m}^{-2}$  que corresponde 120% de incremento con respecto a la línea base; un ingreso adicional de \$31.20 por día correspondiente a 27.74%. Hubo diferencias estadísticamente significativas en el conocimiento y adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores antes y después de haber recibido los cursos de capacitación.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** El resultado obtenido refleja un mejoramiento en el ingreso familiar y contribuye en la superación de la pobreza en el lugar de estudio; sin embargo, se requiere seguir difundiendo las innovaciones tecnológicas agroecológicas para obtener un producto de mejor calidad.

**Hallazgos/conclusiones:** La capacitación, asistencia técnica y la difusión mediante el modelo de Escuelas de Campo, ha incidido para que las innovaciones tecnológicas desarrolladas con el proyecto hayan sido aceptado y adoptado por los productores en sus huertos de hortalizas.

**Palabras clave:** traspatio, capacitación, innovación tecnológica

local, regional y nacional (Schejtman y Berdegué, 2004). Contribuyen a mejorar la nutrición y la economía de las familias, es un espacio para aplicar programas tendientes a reducir el hambre y desnutrición que afecta a la población en situación de pobreza. Sin embargo, en algunos casos se ha abandonado esta actividad por falta de herramientas, asistencia técnica o por el paternalismo que han generado algunas instituciones; por tanto, se debe fomentar el desarrollo de capacidades humanas, sin crear la co-dependencia con las instituciones que brindan apoyos (López, 2017). Esto se puede lograr mediante un modelo de capacitación basado en "aprender-haciendo" de las Escuelas de Campo, que consiste en el desarrollo de capacidades por medio de sesiones de capacitación y la formación de productores-promotores de acuerdo con el desarrollo fenológico del cultivo (Morales et al., 2015). La hipótesis de trabajo es, si las familias en pobreza identifican las oportunidades de las comunidades para usar sustentablemente sus recursos, a través del uso de innovaciones tecnológicas, organizativas y de mercado, es posible hacer aportes sustanciales al mejoramiento de la disponibilidad de alimentos y del ingreso familiar. Bajo esta perspectiva, la orientación de los HF se enfocó en la producción agroecológica, que consistió en la combinación del conocimiento campesino y las innovaciones ecológicas de producción para fomentar en al menos 20% la diversidad de especies y en 30% la cantidad de la producción en comparación con su situación inicial, de esta manera las familias en pobreza podrán mejorar sus condiciones de alimentación e ingreso económico.

## INTRODUCCIÓN

Los huertos familiares (HF) son un sistema de producción de hortalizas basado en la utilización de insumos locales, para evitar daños al ambiente o a la salud de la gente y los ecosistemas (SEMARNAT, 2013). Los insumos que se utilizan son la composta, estiércoles y residuos de plantas, aprovecha las cualidades de ciertas plantas para repeler algunas plagas de los cultivos. Los HF son una opción para minimizar el problema de la inseguridad alimentaria, se consideran como alternativa de bienestar

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la localidad de Tlalcozotitlán y comunidades aledañas que pertenecen al municipio de Copalillo, Guerrero; sus habitantes hablan el Náhuatl. Datos de la CONEVAL (2015) indican que, en México, uno de los problemas nacionales más relevantes es la pobreza. En Copalillo, el 91% de la población se encuentra en situación de pobreza, el 58.8% de sus habitantes carece de acceso a la alimentación y 67.4% tiene un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo. Este municipio es uno de los más pobres y marginados del país, de acuerdo con sus características geográficas y agroecológicas, tiene un promedio de 600 mm anuales y una temperatura de 26 °C, se ubica entre los 17° 52' 47.13" LN y 99° 9' 6.79" LO, a 580 m de altitud y tiene un clima semiárido semicálido (BS1hw) (García, 1988).

La población objetivo fueron 30 familias representadas por un integrante, que pertenecen a la organización "El Copalito S. P. R. de R. L. de C. V.". El trabajo se realizó mediante la Investigación-Acción-Participativa (IAP), que correspondió al acercamiento y conocimiento de la realidad estudiada con una evaluación ex ante por medio de una encuesta (línea base), técnicas participativas como lluvia de ideas y observación en campo (Guzmán et al., 1996). La segunda fase fue el diseño y establecimiento de la parcela-escuela de hortalizas, donde se aplicaron diez innovaciones tecnológicas relacionado con el incremento del número de especies por huerto, establecimiento de semillero en casa sombra con tela agribón, elaboración y aplicación de abonos orgánicos, aplicación de fertilizantes químicos solubles al suelo, aplicación de fertilizantes foliares orgánicos y comerciales, elaboración y aplicación de caldo bordelés, ceniza y sulfocálcico, instalación de sistema de riego por goteo,

uso de tela agribón para la producción de jitomate e implementación de trampas amarillas con aceite adherido para monitoreo y control de plagas, desarrollado por medio de sesiones de capacitación mediante un manejo agroecológico (FAO, 2018; Mier y Terán et al., 2018) bajo el modelo de escuelas de campo (ECAs) propuesto por Morales et al. (2015), en el contexto de la formación de productores-promotores. Las actividades realizadas fueron la preparación del terreno con caballos para la formación de camas, se instaló un sistema de riego por goteo en superficie de 260 m<sup>2</sup>. Se clasificaron los cultivos por tipo de siembra: a) De siembra directa: zanahoria (*Daucus carota*), rábano (*Raphanus sativus*), cilantro (*Coriandrum sativus*), pápalo (*Porophyllum ruderale*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y albahaca (*Ocimum basilicum*). b) Cultivos de trasplante: lechuga (*Lactuca sativa* L.), cebolla (*Allium cepa*), huanzontle (*Chenopodium nuttalliae*), tomate (*Solanum lycopersicum*), miltomate (*Physalis* sp.), chile criollo (*Capsicum* sp.) y cempasuchilt (*Tagetes erecta*) se produjeron en almácigos en charolas de unicel de 200 cavidades, bajo casa sombra cubierta de tela Agribón (Figura 1).



**Figura 1.** Almácigo tradicional realizado por el productor a la intemperie (A). Almácigo con charola de unicel bajo condiciones de casa sombra de tela agribón (B).

En las especies de siembra directa, la fertilización del suelo fue con composta y guano de murciélago, se realizaron aplicaciones de fertilizantes orgánicos foliares a dosis de 70 mL de Super Maximus (aminoácidos 11.96%; N 3.59%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.19%; K<sub>2</sub>O 3.04%; B 0.0084%; Zn 0.0598%; Fe 0.0717%; Mn 0.0430%; Mo 0.0050%; Cu 0.0395%) diluido en 20 L de agua y se asperjó sobre las hortalizas, las aplicaciones se intercaló con el producto Q-Algy (materia orgánica 1.39%; N 0.05%; K<sub>2</sub>O 0.40%; Ca 0.13%; Mg 0.18%; Na 0.91%; Fe 4.2 mg/L; Mn 1.15%) en dosis de 200 mL en 20 L de agua cada 15 días. En los cultivos de trasplante principalmente tomate y chile, la nutrición se realizó con una mezcla de fertilizantes químicos solubles en



cantidades de 16.6 g de fosfato monoamónico, 177 g de Ultrasol (potasio) y 16.6 g de fosfonitrato, disuelto en un bote de 20 L de agua y posteriormente, se vació sobre el rotoplas de 1200 L de capacidad para ser aplicado a las hortalizas, esta actividad se realizó tres veces por semana, cada 20 días se incrementó la dosis de fertilizantes al 50 % y se dejó de fertilizar a los 20 días antes de terminar la cosecha. Después del trasplante se aplicó por única vez el insecticida sistémico imidacloprid (confidor) en dosis de 20 mL en 1200 L de agua para prevenir virosis. Se colocaron trampas amarillas con aceite adherido para realizar muestreo de mosquita (*Bemisia tabaci*), trips (*Thysanoptera*), etc., para su control se aplicó el caldo sulfocálcico y ceniza en dosis de 0.5 L en 15 L de agua y asperjar al cultivo, intercalado con el producto Sultrón (azufre elemental) en dosis de 200 mL en 20 L de agua. Para el control de enfermedades como cenicilla, se utilizó el caldo bordelés al 1%, que consistió mezclar un kg de cal más un kg de sulfato de cobre en 100 L de agua y posteriormente se aplicó 10 L del caldo bordelés más 10 L de agua en una bomba de mochila de 20 L. Se realizó la cosecha y estimación de rendimiento por m<sup>2</sup>, se llevó un registro de peso (kg), manojo y docena, así como la venta de hortalizas de acuerdo con lo recomendado por Cox (1980).

### **Análisis de la información**

Se determinaron las siguientes variables: Diversidad de especies en huertos de hortalizas (%), rendimiento de hortalizas en huerto tradicional (línea base) vs huerto de la parcela-escuela con manejo agroecológico (kg m<sup>-2</sup>), venta e ingresos económicos en huerto tradicional vs parcela-escuela (\$). La información se procesó en hojas de cálculo del Programa Excel (2016), el análisis se realizó de forma descriptiva obteniendo frecuencias y porcentajes. Para conocer el grado de adopción de innovaciones tecnológicas se utilizó la metodología propuesta por Merino (2018), se realizó el análisis estadístico con la prueba no paramétrica de Wilcoxon de acuerdo con Pérez-Tejeda (2008) permite a una misma muestra se le aplican dos pruebas en diferentes ocasiones (antes y después), para conocer la diferencia y magnitud de las diferencias; se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) v. 19.0 en español.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Primera fase: Diagnóstico del manejo de los huertos de hortalizas**

Los resultados obtenidos en la evaluación inicial in-

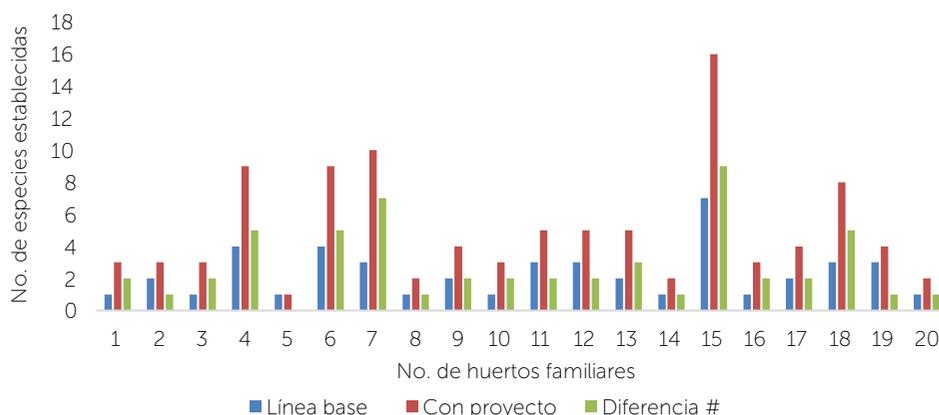
dican que los productores siembran las hortalizas de acuerdo con su experiencia y la enseñanza de sus ancestros, los recursos con que cuentan, el precio del producto, la experiencia en la venta y las condiciones agroclimáticas de la zona. Realizan una asociación de cultivos, con un manejo tradicional y de subsistencia, con una superficie aproximada de 2,500 m<sup>2</sup> por familia. Olvera-Hernández *et al.* (2017) encontraron huertos de traspatio con una dimensión promedio de 2,195 m<sup>2</sup>. Los productores siembran en promedio 2.3 especies de hortalizas por familia, pero, hay familias que siembran hasta siete especies que son chile criollo, tomate, pápalo, miltomate, chipile, quelites y huanzontle, obteniendo un rendimiento total de 1 kg m<sup>-2</sup>. Colín *et al.* (2012), encontraron que las familias con mayor porcentaje de especies en el huerto familiar son Asteraaceae y Rosaceae con 20 y 17% del total. El 80% de los encuestados indican que diario consumen tomate cuándo su familia tiene la capacidad productiva y el 20% solo consumen chile cuándo la familia no tiene capacidad productiva y/o de compra. Utilizan tierra de la parcela para establecer el semillero, el riego es rodado por medio de canales que son construidos con mortero y arena, controlan las plagas con insecticida químico muralla (imidacloprid) para prevenir la virosis, el insecticida pounce (permetrina) para el control de pulgón (*Myzus persicae*), minadores (*Lirioyza spp.*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), utilizan el agrymicin (sulfato tribásico de cobre) para prevenir las enfermedades como cenicilla (*Leveillula taurica*). Para la fertilización aplican el guano de murciélago al suelo y foliares como el bayfolan o poliquel multi que es proporcionado por el gobierno del estado a través de la organización. El 96% de los productores venden una parte de su producto y el 4% solo cultiva para el autoconsumo, el 26% de los encuestados lo realiza en la comunidad con sus vecinos, familiares y conocidos y el 70% lo lleva a vender en el mercado de Copalillo o mercados cercanos para adquirir otros alimentos para su consumo diario, semanal o quincenal dependiendo de su capacidad de compra. Estos resultados concuerdan con Colín *et al.* (2012), encontraron que la producción del huerto está orientada a la venta y en segundo término al auto abasto. Dorrego (2015) encontró que las hortalizas se destinan al autoconsumo y a la venta en distintos porcentajes, ya que suele haber excedentes. Los hogares tienen inseguridad alimentaria, por tanto, el 31.3% realizan actividades relacionadas con la construcción y el 48.4% actividades artesanales para dar sustento a sus familias.

### Segunda fase: Producción agroecológica en el huerto de hortalizas

Con la implementación del proyecto se capacitaron 45 productores y productoras, un productor-promotor en diez innovaciones tecnológicas agroecológicas implementadas en la parcela-escuela de hortalizas. Se desarrollaron bajo la premisa de "Aprender-haciendo", con la coordinación de la empresa agropecuaria INNOVAMEX.

La diferencia presentada entre el número de especies de hortalizas con tecnología del productor (línea base) y la implementación del proyecto fue significativa ( $P < 0.01$ ),

donde;  $Z_c = -3.865 \geq Z_{\alpha} = 0.000$  en la cantidad de especies con la intervención del proyecto. En la Figura 2 se observa que los productores incrementaron en promedio 5 especies; sin embargo, hubo un productor que sembró hasta 16 especies de hortalizas, de las cuales se tuvo un promedio de incremento de 117% en número de especies comparado con la línea base en 20 huertos familiares implementado con las capacitaciones de las ECA. Vivar et al. (2008) señalan que las familias utilizan al menos 12 especies de hortalizas y frutas en la dieta alimenticia como fuente de micronutrientes y vitaminas.



**Figura 2.** Número de especies en los huertos familiares antes y después de la implementación del proyecto en dos años de trabajo en Tlalcozotitlán, Copalillo, Gro.

**Cuadro 1.** Rendimiento, costo de producción y relación B/C en la parcela-escuela de hortalizas en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

Sistema de producción	kg m <sup>-2</sup>	Costo de producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Relación beneficio/costo
Manejo agroecológico*	2.2	16,200.00 <sup>1</sup>	1.67 <sup>2</sup>
Tecnología del productor (línea base)	1.0	8,920.00	1.05

\*Innovación implementada en la parcela-escuela de hortalizas; <sup>1</sup>Costos de producción; <sup>2</sup>Ingresos generados para el productor.



**Figura 3.** Cosecha de tomate y cebolla de la parcela-escuela con manejo agroecológico en dos ciclos de producción en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

Con respecto al rendimiento, en la parcela-escuela de hortalizas se obtuvo un promedio de 2.2 kg m<sup>-2</sup> del cual hubo un incremento de 120% comparado con la tecnología del productor (línea base) (Cuadro 1). La mayor producción se tuvo en los meses de febrero y abril en los dos años de producción al cosechar tomate y cebolla (Figura 3). Vivar et al. (2008) con la implementación de innovaciones tecnológicas agropecuarias incrementaron el rendimiento en parcelas de los agricultores de 600 a 900 kg ha<sup>-1</sup> en cultivo de arveja; de 600 a 1,200 kg ha<sup>-1</sup> en frijol, lo que corresponde a 50 y 100% de incremento respectivamente, después de haber participado en las capacitaciones de ECAs.

El ingreso económico promedio de los encuestados fue de \$81.26 por día; con la venta de hortalizas de la parcela-escuela con manejo agroecológico obtuvieron un ingreso promedio adicional de \$31.20 por día, con lo que los productores incrementaron su ingreso diario a \$112.46, siendo febrero y abril los meses de mayores ingresos por la venta de tomate y cebolla comparado con el mes de noviembre en dos años de operación del proyecto (Figura 4). El productor obtuvo 27.74% de incremento en el ingreso familiar,

con una relación beneficio/costo de 1.67 con el manejo agroecológico y de 1.05 con la tecnología tradicional del productor (Cuadro 1). Resultados similares reportan Colín *et al.* (2012), quienes obtuvieron un incremento de ingresos de 34.41% en los huertos familiares en Coajomulco, Morelos.

### Grado de adopción de innovaciones por los productores

Hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ) en el conocimiento y adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores antes y después de haber recibido los cursos de capacitación y acompañamiento de escuelas de campo, desarrollada en el huerto de hortalizas (Cuadro 2).

En la Figura 5 se muestra incremento del conocimiento y uso de los componentes tecnológicos antes y después del proceso de capacitación, donde el componente elaboración y aplicación de abonos orgánicos tuvo un 28% de adopción por los productores se debió a que los materiales e insumos para su

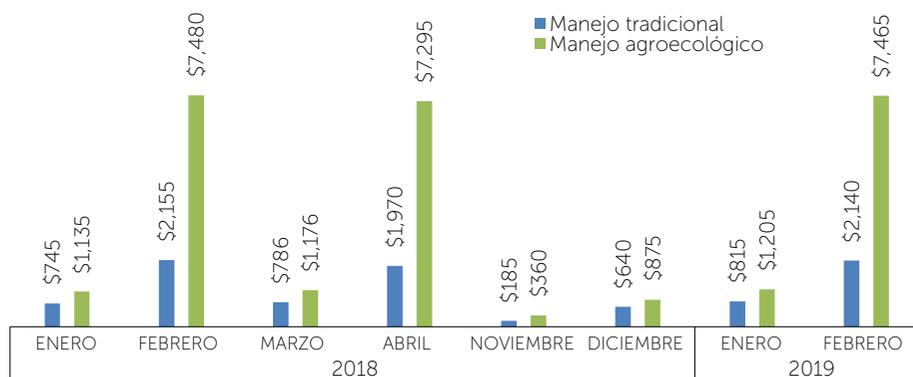


Figura 4. Venta de hortalizas de la parcela-escuela y manejo tradicional en dos años de operación del proyecto en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

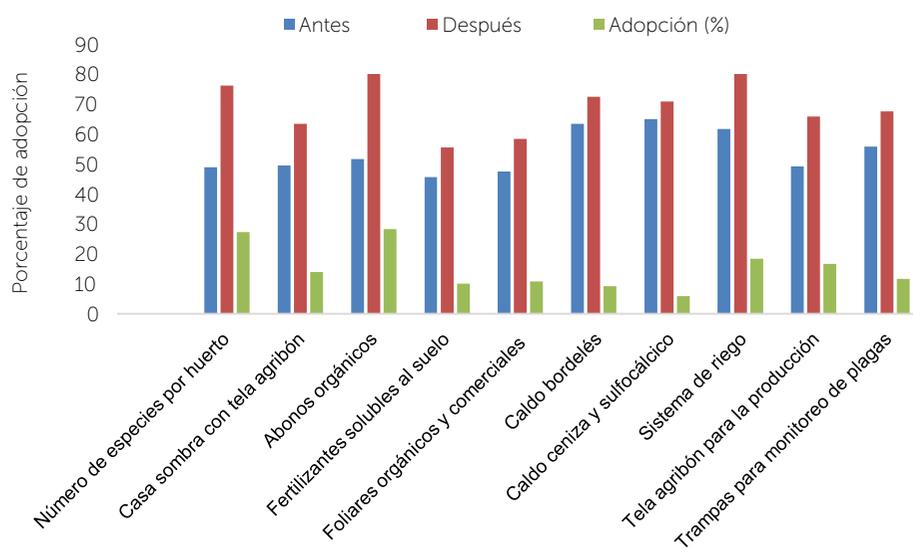


Figura 5. Adopción de componentes tecnológicos con la capacitación de Escuela de Campo.

Cuadro 2. Prueba de rangos con signos de Wilcoxon en el conocimiento y uso de componentes tecnológicos para productores que participaron en las capacitaciones en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. 2017-2018.

Número	Componentes tecnológicos	Estadístico Zc	Sig. bilateral
1	Incremento del número de especies por huerto	-3.125** <sup>a</sup>	0.002
2	Establecimiento de semillero en casa sombra con tela agribón	-3.035** <sup>a</sup>	0.002
3	Elaboración y aplicación de abonos orgánicos	-3.357** <sup>a</sup>	0.001
4	Aplicación de fertilizantes químicos solubles al suelo	-2.558** <sup>a</sup>	0.011
5	Aplicación de fertilizantes foliares orgánicos y comerciales	-2.588** <sup>a</sup>	0.010
6	Elaboración y aplicación de caldo bordelés	-2.636** <sup>a</sup>	0.008
7	Elaboración y aplicación de caldo ceniza y sulfocálcico	-2.646** <sup>a</sup>	0.008
8	Instalación de sistema de riego por goteo	-2.994** <sup>a</sup>	0.003
9	Uso de tela agribón para la producción de jitomate	-3.176** <sup>a</sup>	0.001
10	Uso de trampas para monitoreo y control de plagas	-3.357** <sup>a</sup>	0.001

Valor crítico con aproximación normal ( $Z_{\alpha}$ ) con  $0.01 = 0.002$ ; <sup>a</sup>Se basa en rangos negativos, con base en capacitación a productores de hortalizas. Fuente: elaboración propia.

elaboración se encuentra en la comunidad y son fáciles de aplicarlo, seguido por el incremento del número de especies en los huertos de hortalizas con 27% que fue con el apoyo del proyecto en proporcionarles semillas de otras especies que no tienen pero lo consumen y venden para generar ingreso económico para sus familias. Vivar *et al.* (2008) encontraron que la producción diversificada, limpia y sostenible, contribuyen al aumento de la productividad, la disponibilidad de alimentos e ingreso económico. El 17 y 18% de adopción en uso de tela agribón para cubrir las plantas de tomate desde la siembra en almácigo hasta un mes de desarrollo en campo contra insectos plaga y riego por goteo para hacer uso eficiente del agua y proporcionarles a las plantas cuando la requieran. La adopción de fertilizantes al suelo y foliares, así como el uso de caldos minerales para el control de plagas y enfermedades fue menor debido a que los productores reciben insumos y fertilizantes de programas productivos por parte de la gestión de la organización y la empresa agropecuaria INNOVAMEX. Altieri *et al.* (2014) consideran que la investigación agroecológica ha demostrado que la agrobiodiversidad es clave para que el agroecosistema regule la incidencia de plagas, almacenamiento de agua, desintoxicación de químicos nocivos, etc.

## CONCLUSIONES

La capacitación, la asistencia técnica y la difusión mediante el modelo de Escuelas de Campo, ha incidido para que las innovaciones tecnológicas desarrolladas con el proyecto hayan sido aceptado y adoptado por los productores en sus huertos de hortalizas. Con ello tienen acceso a hortalizas frescas, ingreso económico, contribuye a la superación de la pobreza y hace un aprovechamiento racional de los recursos naturales locales. Finalmente se recomienda la réplica del modelo en otras zonas agroecológicas similares a la comunidad de Tlalcozotitlán como difusión de la metodología y tecnologías generadas.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. & Montalba, R. (2014). El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *Revista LEISA de Agroecología*, 30(1), 5-8.
- Colín, H., Hernández, C.A. & Monroy, R. (2012). El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Revista Etnobiología*, 10(2), 12-28.
- CONEVAL. (2015). Medición de la pobreza en México y en las Entidades Federativas 2014. [www.coneval.gob.mx](http://www.coneval.gob.mx).
- Cox, W.G. (1980). *Laboratory manual of general Ecology*. Wm. C. Brown Company Publishers. USA.
- Dorrego, C.A. (2015). Construcción de la sostenibilidad en Bolivia. Propuesta agroecológica de las mujeres. *Revista LEISA de Agroecología*, 31(4), 13-15.
- FAO. (2018). Programa de las Naciones unidas para la Alimentación y Agricultura. FAO's work on Agroecology, a pathway to achieving the SDGs.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. *Offset Larios*, 217p.
- Guzmán, G., Alonso, A., Pouliquen, Y. & Sevilla, E. (1996). Las metodologías participativas de investigación: un aporte al desarrollo local endógeno. *Agricultura ecológica y desarrollo rural*. En: *II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Pamplona-Iruña. Septiembre. 301-316.
- López, P.F. (2017). Contribución de los huertos familiares biointensivos al desarrollo sostenible de las familias rurales y periurbanas. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.
- Merino, G.F. (2018). Adopción de tecnología florícola promovida bajo el modelo de Escuelas de Campo en San Lorenzo Jilotepequillo, Santa María Ecatepec, Oaxaca". (Tesis de Licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande. Tlaxiaco, Oaxaca.
- Mier y Terán, G.C.M., Giraldo, O.F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B.G., Rosset, P., Khadse, A. & Campos, C. (2018). Bringing agroecology to scale: Key drivers and emblematic cases. *Journal of Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 637-666.
- Morales, G.M., Hernández, G.C.A., Vásquez, O.R. (2015). Escuelas de campo. Un modelo de capacitación y acompañamiento técnico para productores agropecuarios. Folleto técnico No. 48. INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca, México. 35p.
- Olvera-Hernández, J.I., Álvarez-Calderón, N.M., Guerrero-Rodríguez, J.D. & Aceves-Ruiz, E. (2017). Importancia de especies vegetales en el traspaso de familias campesinas del Noreste de Puebla, México. *Revista de Agroproductividad*, 20(7), 21-26.
- Pérez-Tejeda. (2008). *Estadística para las ciencias del comportamiento y de la Salud*. (3a ed.). 722 p. México: Cengage Learning™.
- SEMARNAT. (2013). *El huerto familiar biointensivo*. Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo. Tlalpan, México, D.F. 47p.
- Shejtman, A. & Berdegué, J. (2004). *Desarrollo Territorial Rural*. Debate y temas Rurales No. 1, del Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP). Santiago, Chile.
- Vivar, H., Barrera, V., Coronel, J. & De los Ríos, I. (2008). Investigación y desarrollo tecnológico promueven la reducción de la extrema pobreza en las comunidades de Saraguro-Ecuador. INIAP. Editorial Ingráfica, Cuenca, Ecuador. 36 pp.



# Determination of the sensory shelf-life in chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) of exportation with four commercial coatings stored at room temperature and refrigeration

## Determinación de la vida útil sensorial en chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) de exportación con cuatro recubrimientos comerciales almacenado a temperatura ambiente y refrigeración

Gutiérrez-Torres, Jorge A.<sup>1</sup>; Núñez-Pastrana, Rosalía<sup>2</sup>; Leyva-Ovalle, Otto R.<sup>2</sup>; Ortiz-Laurel, H.<sup>1</sup>; Contreras-Oliva, Adriana<sup>1</sup>; López-Espíndola, Mirna<sup>1</sup>; Herrera-Corredor, José A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable; <sup>2</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba Córdoba.

\*Autor de correspondencia: jandreshc@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To compare sensory shelf-life of chayote (*Sechium edule* var. *virens levis*) coated with four edible coatings stored at two temperature conditions.

**Design/methodology/approximation:** Chayote samples were obtained from Coscomatepec, Veracruz. Survival curves were modelled using survival analysis under the Kaplan-Meier, Cox Regression, Weibull, Exponential, Logist, LogLog, Log Normal and Gauss with 4 commercial edible coatings: Guar Gum Substitute, Lacquer Gum, Guar Gum and Comercial wax, in two storage temperatures: refrigeration (8 °C) and room temperature (27 °C). Critical attributes considered as limiting shelf-life were mold presence and viviparism. Degree of sensory liking was determined at week two and four evaluating visual characteristics of chayote samples: appearance, color, brightness, defects, freshness and overall liking.

**Results:** LogLog y Logistic models adjusted better to survival data. The results indicated shelf life of chayote stored at room temperature (27 °C) was four weeks with the exception of commercial wax which shelf life was reduced to two days. Under refrigerated storage conditions (8 °C), a sensory shelf life of eight weeks was obtained with the treatments of Guar Gum Substitute, Guar Gum and Lacquer Gum. At week two, lacquer gum treatment at room temperature was more liked in appearance, color, brightness, freshness and overall liking while under refrigeration storage, Commercial Wax and Guar Gum Substitute treatments had the highest liking values for the majority of attributes. At week four, only refrigerated treatments were evaluated. Lacquer Gum treatment had the highest liking values for all attributes.

**Limitations on the study/implications:** The study is limited to chayote from the region of Coscomatepec variety smooth green. Results may not apply to other varieties.

**Findings/Conclusions:** LogLog y Logistic models were more suitable for modeling sensory shelf life on chayote. Commercial wax can enhance visual quality of chayote in the short term but lacquer gum was able to preserve the visual characteristics for longer time under refrigeration storage.

**Keywords:** Sensory shelf-life, chayote, edible coating, export.

### RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la vida de anaquel sensorial en chayote (*Sechium edule* var. *virens levis*) con cuatro recubrimientos comestibles almacenados en dos condiciones de temperatura.



**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019. pp: 57-62.

**Recibido:** julio, 2018. **Aceptado:** junio, 2019.

**Diseño/metodología/aproximación:** Las muestras de chayote se obtuvieron de Coscomatepec, Veracruz. Las curvas de supervivencia se modelaron usando análisis de supervivencia con los modelos Kaplan-Meier, Cox, Weibull, Exponential, Logística, LogLog, Log Normal y Gaussiano con cuatro recubrimientos comerciales: sustituto de goma guar, goma laca, goma guar y cera comercial en dos temperaturas: refrigeración (8 °C) y temperatura ambiente (27 °C). Los atributos críticos considerados como limitantes para la vida de anaquel fueron presencia de moho y viviparismo. El nivel de agrado sensorial a las semanas dos y cuatro, se realizó evaluando características visuales en chayote: apariencia, color, brillo, defectos, frescura y agrado en general.

**Resultados:** Los modelos LogLogístico y Logístico se ajustaron mejor a los datos de supervivencia. Los resultados indicaron que la vida de anaquel del chayote almacenado a temperatura ambiente (27 °C) fue de cuatro semanas con la excepción de la cera comercial cuya vida de anaquel se redujo a dos días. En condiciones de refrigeración, se registró una vida de anaquel de ocho semanas en los tratamientos de Sustituto de goma guar, goma guar y goma laca. En la semana dos, el nivel de agrado del tratamiento con goma laca a temperatura ambiente fue mayor en apariencia, color, brillo, frescura y agrado en general, mientras que, en refrigeración, los tratamientos con cera comercial y sustituto de goma guar tuvieron los más altos valores de agrado para la mayoría de sus atributos. En la semana cuatro, solo se evaluaron los tratamientos en refrigeración. El tratamiento con goma laca tuvo los mayores valores de nivel de agrado en todos sus atributos.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** El estudio está limitado a chayote de la región de Coscomatepec, Veracruz de la variedad verde liso (var. *virens levis*). Los resultados podrían no aplicar para otras variedades.

**Hallazgos/conclusiones:** Los modelos LogLogístico y Logístico fueron más adecuados para modelar la vida de anaquel en chayote. La cera comercial puede mejorar la calidad visual de chayote en el corto plazo pero la goma laca fue capaz de extender las características visuales por mayor tiempo en condiciones de refrigeración.

**Palabras clave:** Vida útil sensorial, chayote, recubrimiento comestible, exportación

de la fruta no es el adecuado. (Alferez *et al.*, 2003). Las modificaciones pueden evaluarse mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, instrumentales o sensoriales. A pesar de los avances de la ciencia y la tecnología de los alimentos, los productos alimenticios tienen una vida útil finita. Por tanto, existen indicadores de que la vida útil de un producto ha llegado a su fin; entre éstos se encuentran: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debido a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad. La importancia de los modelos para estimar la vida útil radica en el hecho que proporcionan vías objetivas para medir la calidad y determinar los límites de uso del alimento siempre y cuando se fundamenten en el conocimiento de los mecanismos de deterioro, así como en un análisis sistemático de los resultados (Salinas *et al.*, 2007). Los métodos probabilísticos de estimación de la vida útil de los frutos se utilizan principalmente en estudios de evaluaciones sensoriales, consistentes en considerar la vida útil o vida de anaquel como un variable aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo estadístico (Ocampo, 2003). Es por ello que el presente trabajo evaluó la vida útil sensorial del chayote almacenado en frío y temperatura ambiente con cuatro recubrimientos comestibles comerciales con el fin de establecer el mejor recubrimiento de acuerdo a la percepción de los consumidores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Colegio de Postgraduados Campus

## INTRODUCCIÓN

**El chayote** (*Sechium edule* (Jacq. Sw.) registra en su composición un alto contenido de humedad en estado fresco y alta transpiración que provoca pérdida de peso y reducción de su vida de anaquel. Posee una semilla de testa suave no lignificada (Orea y Engleman, 1983) que favorece su fusión con el pericarpio y provoca viviparismo durante la madurez hortícola, reduciendo su calidad y el valor comercial de los frutos (Aung *et al.*, 1996), que se traduce en pérdidas físicas y económicas para todos los eslabones de la cadena productiva. Los componentes que normalmente se ven afectados al deteriorarse los alimentos son: humedad, proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales. La frecuencia de estas alteraciones se incrementa en la medida que el manejo

Córdoba en el laboratorio de Frutas y Hortalizas. El material biológico fue *S. edule* var. *virens levis*, conocido como verde liso, y se recolectó en madurez hortícola. Los recubrimientos aplicados fueron proporcionados por la empresa "Cytecsa" bajo los siguientes números de registro: Sustituto de Goma Guar: CT-50-SMG, Goma Laca: CT-50-TG y Goma Guar: CT-50-CAA. Adicionalmente se utilizó cera comercial (Hortiwax®). Para el estudio de vida útil sensorial se llevó un registro diario de manera visual de aquellos chayotes con presencia de hongos o que tuvieran viviparismo tanto en temperatura ambiente como en frío con la finalidad de tener un control estricto por cada tipo de tratamiento y contabilizando el número de semanas de supervivencia. Se clasificaron los siguientes estatus: 1) germinación; 2) sin daño al momento del muestreo; y 3) presencia de hongos u otras causas. El análisis se llevó a cabo mediante el software estadístico R versión 3.2.2, comparando diversos modelos paramétricos y no paramétricos como Kaplan-Meier, Regresión de Cox, Weibull, Exponencial, Logist, LogLog, Log Normal y Gauss.

Se llevaron a cabo dos evaluaciones de preferencia de chayote para evaluar la aceptación o rechazo de los diferentes recubrimientos en la segunda y cuarta semana de evaluación. Participaron consumidores de chayote del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Para ello se codificó aleatoriamente cada uno de los chayotes de acuerdo al tipo de recubrimiento y condiciones de almacenamiento, quedando el primer estudio de la siguiente manera: CERA-F: Cera de la marca Hortiwax® almacenado en frío. GOMLACA-A: Goma Laca almacenado a temperatura ambiente. TESTIGO-F: Testigo sin recubrimiento almacenado en frío. TESTIGO-A: Testigo sin recubrimiento almacenado a temperatura ambiente. GOMGUAR-F: Goma Guar almacenado en frío. GOMGUAR-A: Goma Guar almacenado a temperatura ambiente. GOMLACA-F: Goma Laca almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-F: Sustituto Goma Guar almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-A: Sustituto Goma Guar almacenado a temperatura ambiente. Y para el segundo estudio la codificación quedó de la siguiente manera: TESTIGO-F: Testigo sin recubrimiento almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-F: Sustituto de Goma Guar almacenado en frío. GOMGUAR-F: Goma Guar almacenado en frío. GOMLACA-F: Goma Laca almacenado en frío. A

cada consumidor se le pidió que hiciera una evaluación visual de cada chayote y anotara en la boleta su respuesta a cada atributo de acuerdo a las instrucciones. Para las diferencias significativas entre los atributos sensoriales de los chayotes se utilizó una prueba de diferencia de medias ANOVA y Tukey. Se utilizaron técnicas multivariadas para la interpretación de los datos como lo fue el Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Clústers. Ambos estudios fueron analizados mediante el software estadístico R versión 3.2.2.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para el modelado de las curvas de supervivencia, el valor del criterio de información Akaike (AIC) registrado de los diferentes modelos paramétricos, permitió conocer qué modelo se ajustó más a los datos. En este caso los modelos LogLogístico y Logístico fueron los que presentaron mejor ajuste (Cuadro 1).

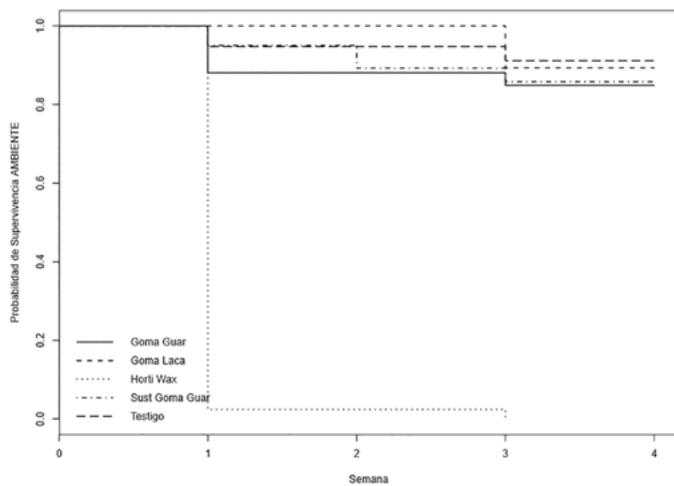
La Figura 1 muestra la probabilidad de supervivencia a temperatura ambiente, donde claramente se ve que el tratamiento Cera cae en la primera semana debido principalmente a la presencia de hongos. Los tratamientos, Sustituto de Goma Guar, Goma Laca y Goma Guar tuvieron un tiempo de vida útil de cuatro semanas y el testigo un tiempo de vida útil de tres semanas, después de este tiempo se registró presencia de viviparismo.

La Figura 2 indica la probabilidad de supervivencia en condiciones de frío (refrigeración), donde el tratamiento Cera tuvo un comportamiento similar al del tratamiento a temperatura ambiente, con una vida útil de dos semanas, tiempo en el cual cae súbitamente por presencia de hongos. Los demás tratamientos (Sustituto de Goma Guar, Goma Laca, Goma Guar y el Testigo) tuvieron un tiempo de vida útil de ocho semanas, teniendo mayor probabilidad de supervivencia el tratamiento de Goma Laca. Cabe destacar que en estas condiciones no se presentó viviparismo, y el principal motivo de baja es la presencia de hongos, que bien se pudo deber a las condiciones del equipo de almacenamiento o alteración en la temperatura de almacenamiento.

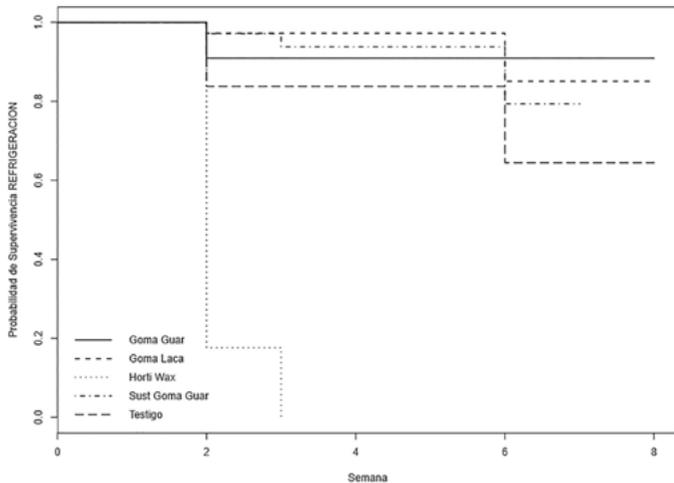
En la Figura 3 se puede apreciar el comportamiento de la curva de supervivencia comparando las dos

**Cuadro 1.** Criterio de información Akaike (AIC) de los diferentes modelos paramétricos de análisis de supervivencia aplicado a los cinco tratamientos

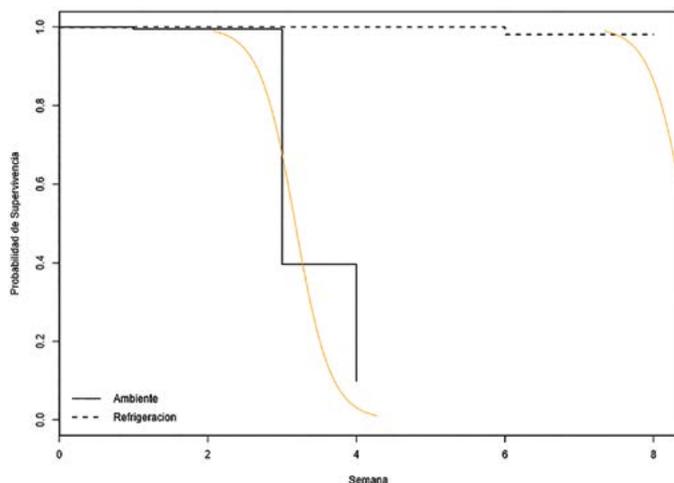
Modelo	AIC
Weibull	169.6203
Exponencial	449.6269
LogLogístico	151.6212
Logístico	141.6067
LogNormal	180.4942
Gauss	172.2982



**Figura 1.** Curva de supervivencia de los frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados a temperatura ambiente.



**Figura 2.** Curva de supervivencia de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados en refrigeración (8 °C).



**Figura 3.** Curva de supervivencia de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración con el modelo de ajuste Log Log.

temperaturas de almacenamiento (refrigeración de 8 °C y temperatura ambiente) donde en esta última se reduce al 50% la probabilidad de supervivencia. Cadena-Iñiguez *et al.* (2006) realizó un estudio similar sobre el almacenamiento y manejo postcosecha de frutos de chayote utilizando cera comercial Brimex20<sup>MR</sup>, cera de carnauba, película comestible y 1- Metilciclopropeno (1-MCP) a temperaturas de 7, 10 y 12 °C, donde el tratamiento que mejor éxito obtuvo fue el de Cera Brimex20<sup>MR</sup> más 300 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP con solo 20% de frutos con viviparismo, esto debido al sellado que se hace con la cera y a la acción inhibitoria del 1-MCP obteniendo una vida de anaquel de 28 d en promedio.

**Estudio de preferencia semana dos de evaluación**

De acuerdo al ANOVA realizado se registraron diferencias en los atributos: apariencia ( $P=6.66 e^{-16}$ ), color ( $P=1.66 e^{-11}$ ), brillo ( $P=3.93 e^{-12}$ ), defectos ( $P=4.22 e^{-15}$ ), frescura ( $P=1.71 e^{-15}$ ) y gusto general ( $P=1.97 e^{-12}$ ); por tanto, se puede inferir que estadísticamente los chayotes evaluados son diferentes en todos sus atributos. Se realizó una prueba de diferencia de medias Tukey (Cuadro 2). Asimismo, en el ACP en la Figura 4 que corresponde al gráfico de factores individuales, se puede observar que los tratamientos CERA-F y GOMLACA-A que corresponde al recubrimiento de cera de la marca Hortiwax<sup>®</sup> almacenado en frío y Goma Laca almacenado a temperatura ambiente son los más cercanos al CP 1, el cual muestra una varianza del 96.25% de los datos; caso contrario con los tratamientos TESTIGO-A y SUSTGOMGUAR-A, que corresponden al testigo almacenado a temperatura ambiente y al tratamiento de Sustituto de Goma Guar almacenado a temperatura ambiente.

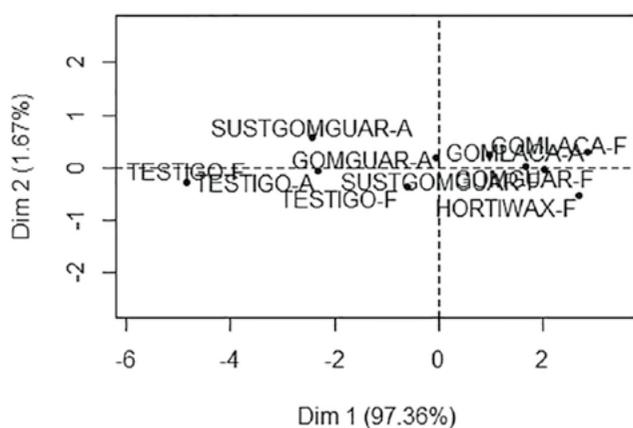
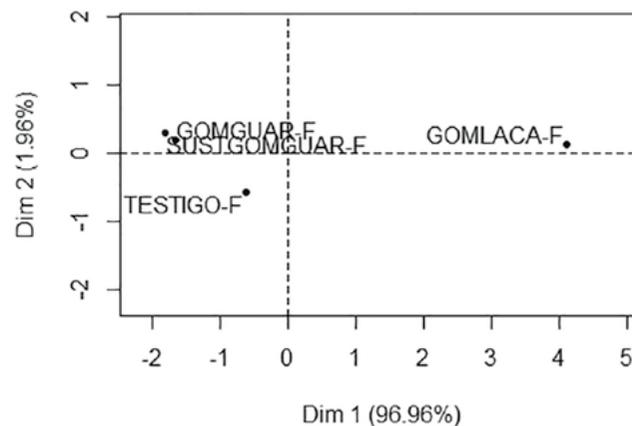
**Estudio de preferencia semana cuatro de evaluación**

De acuerdo al ANOVA realizado se encontró diferencia en los atributos: apariencia ( $P=4.14 e^{-13}$ ), color ( $P=1.58 e^{-8}$ ), brillo ( $P=1.21 e^{-6}$ ), defectos ( $P=1.38 e^{-6}$ ), frescura ( $P=1.38 e^{-6}$ ) y gusto general ( $P=1.62 e^{-10}$ ), por tanto, se pudo inferir que estadísticamente los chayotes evaluados son diferentes en todos sus atributos. Para determinar qué chayote es diferente a los demás o cuales son semejantes, se realizó una prueba de diferencia de medias Tukey (Cuadro 3). El ACP en la Figura 5 que corresponde al gráfico de factores individuales mostró que el tratamiento GOMLACA-F (almacenado en refrigeración) es el que más distancia tiene entre los otros tres y más cercano al CP1, mostrando una varianza de 96.96 % de los datos.

**Cuadro 2.** Análisis de varianza y prueba de Tukey de frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* con nueve tratamientos en la semana dos de evaluación

Tratamiento	Apariencia	Color	Brillo	Defectos	Frescura	Gusto General
CERA-FRIO	6.62±1.82a	6.64±1.79a	5.79±2.14ab	6.07±2.28a	6.43±2.07a	6.50±2.06a
GOMLACA-AMBIENTE	6.48±1.57a	6.43±1.71a	6.64±1.64a	5.79±2.02ab	6.48±1.77a	6.67±1.63a
TESTIGO-FRIO	5.12±1.53bc	5.14±1.79bcd	4.50±1.64cde	4.60±1.55bc	4.76±1.79cd	5.17±1.67bc
TESTIGO-AMBIENTE	4.19±1.95c	4.31±1.87d	4.05±1.67e	3.71±1.78cd	4.05±1.72d	4.26±1.96c
GOMGUAR-FRIO	5.76±1.61ab	6.21±1.52ab	5.81±1.76ab	5.40±1.84ab	6.07±1.60ab	6.02±1.57ab
GOMGUAR-AMBIENTE	5.10±1.82bc	5.48±1.92abcd	5.31±1.94bcd	4.62±1.61bc	5.00±1.74bcd	5.24±1.87bc
GOMLACA-FRIO	5.52±1.66ab	5.57±1.68abc	5.71±1.73abc	5.05±1.78ab	5.60±1.73abc	6.02±1.62ab
SUSTGOMGUAR-FRIO	6.24±1.83ab	5.93±1.96ab	6.10±1.94ab	5.69±1.83ab	6.14±1.97ab	6.17±2.02ab
SUSTGOMGUAR-AMBIENTE	3.98±1.75c	4.38±1.89cd	4.43±1.81de	3.19±1.66d	4.07±1.64d	4.43±1.76c

Valores promedio ± desviación estándar. Las medias con la misma letra en la misma columna, no tienen diferencia significativa (Tukey al 0.05 de significancia).

**Individuals factor map (PCA)****Individuals factor map (PCA)****Figura 4.** Mapa de factores individuales del análisis de componentes principales (PCA) de nueve tratamientos en la semana dos de evaluación.**Figura 5.** Mapa de factores individuales del Análisis de Componentes Principales (PCA) de cuatro tratamientos en la semana cuatro de evaluación.**Cuadro 3.** Análisis de varianza y prueba de Tukey de frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* con cuatro tratamientos en la semana cuatro de evaluación.

Tratamiento	Apariencia	Color	Brillo	Defectos	Frescura	Gusto General
TESTIGO-FRIO	5.44±1.63b	5.66±1.62b	5.47±1.68b	4.81±1.47b	4.91±1.71b	5.72±1.53b
SUSTGOMGUAR-FRIO	4.50±1.34c	5.22±1.31b	5.16±1.39b	4.72±1.51b	4.97±1.40b	4.75±1.41c
GOMGUAR-FRIO	4.62±1.48bc	5.44±1.34b	5.25±1.34b	4.25±1.46b	5.12±1.66b	5.00±1.72bc
GOMLACA-FRIO	7.19±0.97a	7.22±0.87a	6.94±1.11a	6.38±1.77a	7.06±0.98a	7.25±0.95a

Valores promedio ± desviación estándar. Las medias con la misma letra en la misma columna, no tienen diferencia significativa (Tukey al 0.05 de significancia).

## CONCLUSIONES

**El análisis** de supervivencia mostró que, en el tiempo de evaluación de ocho semanas, la probabilidad de supervivencia se reduce en un 50% a temperatura ambiente, lo que nos indica que el almacenamiento en frío (8 °C) es una buena opción para mantener por lo menos al doble el tiempo de vida útil. El tratamiento que mayor probabilidad de supervivencia tuvo fue el tratamiento con Goma Laca, tratamiento que en la semana dos de evaluación se equiparaba con el tratamiento de Goma Guar, pero que en la semana cuatro de evaluación se pudo confirmar su aceptación por parte de los consumidores, y que además este recubrimiento fue preferido por sus atributos de apariencia, y número de defectos. El color del tratamiento con cera comercial fue bien aceptado por los consumidores dado que el color verde se acentuó con la cera, pero su vida de anaquel se redujo. Algo que es importante destacar son los comentarios de los consumidores respecto a la apariencia de los tratamientos de Sustituto de Goma Guar, Goma Laca y Goma Guar, que, aunque lo protegen, la apariencia después de la semana dos de evaluación de algunos de los chayotes no fue tan agradable debido al desprendimiento del recubrimiento de la superficie, aun a pesar de este detalle los consumidores lo consideraron aceptable e incluso lo comprarían si estuviera disponible en el mercado.

## LITERATURA CITADA

- Alfárez, F., Agustí, M. & Zacarías, L. (2003). Postharvest rind staining in Navel oranges is aggravated by changes in storage relative humidity: effect on respiration, ethylene production and water potential. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 143-152.
- Aung, L.H., Harris, C.M., Rij, R.E. & Brown, J.W. (1996). Postharvest storage temperature and film wrap effects on quality of chayote, *Sechium edule* Sw. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 71(2), 297-304.
- Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, L., Ruiz-Posadas, L.M., Aguirre-Medina, J.F., Soto-Hernández, M., Luna-Cavazos, M. & Zavaleta-Mancera, H.A. (2006). Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2), 170-176.
- Ocampo, J. (2003). Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa de Café S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto. (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Orea, C.D. & Engleman, E.M. (1983). Anatomía de la Testa de *Sechium edule*. *Revista Chapingo*, 39, 27-30.
- Salinas, H.R.M, González, A.G.A, Pirovani, M.E. & Uñin, M.F. (2007). Modelación del deterioro de productos frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23(2),183-196.



## Physiological effect of $\beta_2$ -agonist adrenergic "clenbuterol" in cattle *Bos taurus* × *Bos indicus*, in the State of Puebla, México

### Efecto fisiológico del $\beta_2$ -agonista adrenérgico "clenbuterol" en bovinos *Bos taurus* × *Bos indicus*, en el Estado de Puebla, México

Saavedra-Rodríguez, Abel<sup>1</sup>; Caicedo-Rivas, Ricardo E.<sup>2\*</sup>; Paz-Calderón Nieto, Mariana<sup>1</sup>; Estrada-Poblano, Mariana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Complejo Regional Mixteca, Campus Izúcar de Matamoros; <sup>2</sup>Laboratorio de Endocrinología de la Reproducción y Malacología, Facultad de Ciencias Biológicas, Edificio Bio-1, Ciudad Universitaria, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C.P. 72570. Puebla, México,

\*Autor de Correspondencia: ricaido@yahoo.com

#### ABSTRACT

**Objective:** to determine the concentrations of clenbuterol in cattle (*Bos taurus* × *Bos indicus*) for human consumption and to detect the alterations that occur in the physiological components.

**Design/methodology/approximation:** This study was developed at the level of municipal trails and livestock farms in several states of the country, with a population of studied animals of 4650 (*Bos taurus* × *Bos indicus*). The study differentiates one control, plus three treatments: a) one is animals with clenbuterol, b) animals with *Fasciola hepatica* and c) animals with clenbuterol and *Fasciola hepatica*.

**Results:** The results showed that the values of clenbuterol ranged between  $245.1 \pm 23.2$  and  $1263.4 \pm 62.6$  ng / ml, showing that 63.2% of the population of cattle studied had high concentrations of Clb.

**Limitations on the study/implications:** The diagnosis of Clb was made by competitive enzyme immunoassay technique performed on blood serum, however, tissue study was not considered to determine the accumulated Clb concentrations in the liver in the different treatments.

**Findings/Conclusions:** This study demonstrates that clenbuterol masks fascioliasis, since the animals with *Fasciola hepatica* + clenbuterol showed no symptoms or external changes, but internally mainly in the liver and pancreas (metabolic abnormalities and morphological latter is not shown in this work). It is concluded that clenbuterol produces metabolic abnormalities in *Bos taurus* × *Bos indicus* cattle.

**Keywords:** Food additive, metabolic profile, muscle mass, metabolic abnormalities.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio, 2019, pp. 63-68.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar las concentraciones de clenbuterol en ganado bovino (*Bos taurus*×*Bos indicus*) para consumo humano y detectar las alteraciones que se producen en los componentes fisiológicos.

**Diseño/metodología/aproximación:** Este estudio se desarrolló a nivel de rastros municipales y en fincas ganaderas en varios estados de México, con una población de animales estudiados de 4650 (*Bos taurus*×*Bos indicus*). En el estudio se diferencian un control, más tres tratamientos: a) animales con clenbuterol (Clb), b) animales con *Fasciola hepatica* (*Fh*) y c) animales con clenbuterol y *Fasciola hepatica* (Clb+*Fh*).

**Resultados:** Los resultados mostraron que los valores encontrados de clenbuterol oscilaron entre  $245.1 \pm 23.2$  y  $1263.4 \pm 62.6$  ng ml<sup>-1</sup>, se demostró que el 63.2% de la población de bovinos estudiados tuvieron altas concentraciones de Clb.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** el diagnóstico de Clb se realizó por la técnica de inmunoensayo enzimático competitivo realizado en suero sanguíneo; sin embargo, no se consideró realizar estudio en tejidos para determinar las concentraciones acumuladas de Clb en hígado en los diferentes tratamientos.

**Hallazgos/conclusiones:** Este estudio demuestra que el clenbuterol enmascara la fascioliasis, ya que los animales con *Fh*+Clb no mostraron cambios externos, pero sí internos principalmente en el hígado y páncreas (anomalías metabólicas y morfológica, esta última no se muestran en este trabajo). Se concluye que el clenbuterol produce anomalías metabólicas en bovinos *Bos taurus*×*Bos indicus*.

**Palabras clave:** Aditivo alimenticio, perfil metabólico, masa muscular, anomalías metabólicas.

nes en humanos. En otras partes del país también hay incidencias de envenenamiento, reportando 17 estados con problemas de clenbuterol, por tanto, se debe considerar como un problema de salud pública a nivel nacional. El uso de Clb de forma terapéutica se utiliza en el tratamiento de hembras con riesgo de parto o aborto y también como broncodilatador en enfermedades respiratorias principalmente en equinos. Las dosis anabólicas superan las dosis terapéuticas de cinco a diez veces, y es cuando su uso se convierte en ilegal y por ende genera riesgos para el consumidor al ingerir productos cárnicos contaminados con esta sustancia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 4650 bovinos (*Bos taurus*×*Bos indicus*) hembras y machos en el estado de Puebla-México. Para este estudio de clasificaron los animales *Bos taurus*×*Bos indicus* de la siguiente manera: a) en engorda clínicamente sanos (CS) sin Clb; b) bovinos con suplemento de clenbuterol por 90 días pre-sacrificio; c) bovinos diagnosticados con *Fasciola hepatica* (*Fh*) y d) bovinos con *Fh* y suplementados con clenbuterol (Clb+*Fh*).

### Muestreo

Se utilizaron tubos de ensayo al vacío sin anticoagulante para obtener el suero sanguíneo, y para la determinación del perfil metabólico. La sangre se centrifugó a 2500 rpm/10 min, el suero obtenido se separó en tubos eppendorf (1 mL) y se congeló a -20 °C para el análisis posterior del Clb y de los metabolitos; el Clb se determinó con el Kit -RIDASCREEN® Clenbuterol (No. de artículo: R1711- R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany) es un inmunoensayo enzimático competitivo,

## INTRODUCCIÓN

El uso de  $\beta_2$ -agonistas como el clenbuterol (Clb), componente sintético ha demostrado tener mayor eficiencia en el desarrollo de la masa muscular en ganado de engorda, y ha producido en los últimos años un aumento en intoxicaciones en humanos y animales en México; ya que se usa como aditivo alimentario (Sumando *et al.*, 2002, Caicedo *et al.*, 2009). El uso de esta sustancia aumenta la producción de carne a corto plazo, facilita la retención de compuestos nitrogenados, y de esta manera aumenta la masa muscular, a través de la reducción de grasa (lipólisis) (Smith, 1998). Estos medicamentos  $\beta$ -AR también son agentes químicos que actúan específicamente a nivel de receptores adrenérgicos celulares, metabolizan los nutrientes y aumentan el metabolismo de las grasas y proteínas, modifican la permeabilidad de la membrana celular, generan aumento de la lipólisis y glucogenólisis (Meyer y Rinke, 1991; Johnson *et al.*, 2014). La ventaja de usar este tipo de sustancias al tener efecto lipolítico permite que la carne que se obtiene sea más magra (Beermann, 1993; Waldeck y Widmark 1995; Mersmann, 1998); sin embargo, está relacionado con el aumento de intoxicaciones en humanos. Según Kuri *et al.* (2007), estas intoxicaciones en todo el país aumentaron de 133 casos en 2002, a 1663 en 2009 y 323 en los años 2015-2016 (Suave, 2011). Únicamente en el estado de Jalisco en 2009 se reportaron 1243 casos de intoxicacio-

para la determinación cuantitativa de Clenbuterol en leche, carne, Hígado, riñón, orina, plasma/suero, pelo, ojo y alimento. Para obtener las concentraciones de Clb existe un software especial, el RIDA<sup>®</sup>SOFT Win.net (Art. No. Z9996), está disponible para evaluar los inmunoensayos enzimáticos RIDASCREEN<sup>®</sup>. El curso de la curva estándar se muestra en el Certificado de Garantía de Calidad incluido en el kit de prueba. Para el cálculo sin software se utiliza la siguiente fórmula para detectar las concentraciones de Clb de cada muestra:

$$\frac{\text{Absorbancia del estándar (o muestra)}}{\text{Absorbancia del estándar (cero)}} \times 100 = B/BO (\%)$$

### Medición de metabolitos, macrominerales y enzimas

Los kits utilizados para la medición de estos fueron de BioSystem S.A, Costa Brava 30 (Barcelona-España). Para cada muestra y control se agregaron 500  $\mu\text{L}$  de reactivo de trabajo y 10  $\mu\text{L}$  de suero de *Bt* x *Bi*. Para los metabolitos bilirrubina y glucosa se realizó una sola medición a 540 y 500 nm, respectivamente. En cuanto a la medición de urea/BUN la lectura se realizó a 340 nm, tomado dos mediciones de absorbancia ( $A_1$ ), se tomó exactamente a los 30 s, posteriormente a los 60 s de leer ( $A_1$ ), se tomó la absorbancia ( $A_2$ ), se calculó el cambio de absorbancia por minuto mediante la resta ( $A_1 - A_2$ ). La detección de Calcio (Ca) y fósforo (P), la lectura se realizó a una longitud de onda de 610 y 340 nm, respectivamente, y se obtuvieron sus valores con una sola medición. En cuanto a las enzimas las mediciones de aspartato amino-transferasa (AST/GOT) y alanina amino-transferasa (ALT/GP), ambas se realizaron su lectura a una absorbancia de 340 nm y de Gamma-glutamyl transferasa (GGT) su lectura se realizó a 405 nm, en las tres enzimas se realizaron las mediciones al minuto 1, 2 y 3. Para determinar el cambio de absorbancia por minuto. Para la determinación de estos metabolitos, macrominerales y enzimas se utilizó un espectrofotómetro "Spectronic-20".

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el programa estadístico Stat-2 (Olivares, 1994), y para determinar la significancia entre promedios se utilizó Duncan New Múltiple range test.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, se muestran datos significativos que indican la eficacia del  $\beta_2$ -agonista adrenérgico (clenbuterol) para producir cambios metabólicos. Se detectaron niveles de clenbuterol entre 245 y 1263  $\text{ng kg}^{-1}$ , que superan al valor máximo permitido por FAO/OMS Codex

*Alimentarius* de 125  $\text{ng kg}^{-1}$  (concentración máxima de Clb que debe contener un animal en sangre, destinado para el consumo humano, y que han sido tratados con este aditivo). El análisis bioquímico sanguíneo mostró valores de bilirrubina diferentes entre tratamientos ( $P < 0.01$ ). En machos suplementados con Clb se registraron valores de bilirrubina de  $0.5 \pm 0.001 \text{ mg dL}^{-1}$ , en machos clínicamente sanos de  $0.2 \pm 0.002 \text{ mg dL}^{-1}$ , en machos con *Fh* valores de  $5.3 \pm 0.001 \text{ mg dL}^{-1}$ ; mientras que, en animales con *Fh* y Clb se registraron valores muy similares a animales clínicamente sanos. En hembras con *Fh* se obtuvieron valores de bilirrubina de  $0.3 \pm 0.001 \text{ mg dL}^{-1}$ , en hembras clínicamente sanas de  $0.2 \pm 0.001 \text{ mg dL}^{-1}$ , asimismo, los valores de bilirrubina en hembras con *Fh* y *Fh*+Clb fueron muy similares a los animales clínicamente sanos. La *Fasciola hepatica* obstruye canalículos hepáticos e incrementa los valores de bilirrubina y el Clb enmascara las patologías hepáticas en bovinos (Caicedo et al., 2011). En cuanto a la glucosa, los animales machos con Clb y *Fh*+Clb mostraron valores significativamente altos ( $P < 0.01$ ), lo que indica que este aditivo produce daños importantes a nivel del páncreas en la producción de insulina (Caicedo et al., 2011).

Por otra parte, la relación urea/BUN en machos clínicamente sanos fue de  $30.4 \pm 0.23 \text{ mg dL}^{-1}$ , en animales con Clb fue de  $95.8 \pm 0.28 \text{ mg dL}^{-1}$ , animales con *Fh* registraron valores de  $77.4 \pm 0.28 \text{ mg dL}^{-1}$  y animales con Clb+*Fh* tuvieron valores de  $125.8 \pm 0.25 \text{ mg dL}^{-1}$ . Este último grupo de animales mostró una grave funcionalidad metabólica en los animales machos; mientras que, en hembras, los valores se mantuvieron iguales, con las mismas características fisiológicas. Lo anterior indica que tanto el Clb como la *Fh*, alteran de manera importante la fisiología hepática y las características productivas (Caicedo et al., 2010; Caicedo et al., 2011).

Cuando se midieron los macrominerales Ca y P, en todos los tratamientos realizados no hubo cambios significativos, lo cual sugiere que, el Clb no juega un papel importante aparentemente en la fisiología de estos macrominerales a nivel (hepático). Al medir la actividad enzimática del aspartato amino-transferasa (AST/GOT), se observó que en animales machos clínicamente sanos (CS), fue de  $533.9 \pm 0.26 \text{ UL}$ , en bovinos con *Fh* el valor detectado fue de  $751.5 \pm 0.23 \text{ U L}^{-1}$  (este valor refleja daño hepático al compararlo con el obtenido en animales CS), en bovinos con Clb el valor fue de  $264.7 \pm 0.22 \text{ U L}^{-1}$ , y en bovinos con Clb+*Fh* fue de  $499.6 \pm 0.20 \text{ U L}^{-1}$ . Este último valor es parecido al registrado en animales CS en

machos, mostrando que el Clb puede enmascarar las patologías hepáticas (Caicedo *et al.*, 2011). En hembras, la actividad de AST/GOT fue de  $434.5 \pm 0.65 \text{ U L}^{-1}$  en animales CS y de  $436.4 \pm 0.67 \text{ U L}^{-1}$  en animales con Clb+Fh, ambos valores son muy similares, esto comprueba que existe enmascaramiento de la fascioliasis por parte del Clb (Caicedo *et al.*, 2010; y Caicedo *et al.*, 2011). Los principales cambios que produce el Clb en bovinos en este estudio son las anomalías hepáticas junto con la fascioliasis, ambas influyen en la homeostasis hepática; sin embargo, en este estudio se demuestra que todos los bovinos que son suplementados con Clb desarrollan patologías hepáticas (Fiems, 1987; Smith, 1998; Caicedo *et al.*, 2010; Caicedo *et al.*, 2011; Paz Calderón *et al.*, 2011 y Caicedo *et al.*, 2016). Lo mismo sucedió con enzimas tales como: Alanina amino transferasa (ALT/GPT), gamma glutamil amino transferasa (GGT), el Clb enmascara las patologías hepáticas, tanto en hembras como en machos: animales con Clb, Fh y Clb+Fh (datos no mostrados).

Asimismo, el uso de Clb como aditivo alimentario afecta las actividades metabólicas hepática (hepatocitos por la acumulación del mismo Clb y sus metabolitos) y pancreática (disminución en el colesterol). En cambio, el alto contenido de glucosa revela que hay daño a nivel de las células de Langerhans en el páncreas principalmente. El Clb posee en su estructura química un halógeno, en este caso el ion cloruro (Cl-) (Courtheyn *et al.*, 1996), el cual causa incremento de la biodisponibilidad y retrasa la biotransformación (retraso de la excreción total) del Clb, en comparación con cualquier otro  $\beta_2$ -agonista adrenérgico utiliza-

do para promover la masa corporal de los animales (Martin, 1971; Ruffolo, 1991; Waldeck y Widmark, 1995).

Los efectos promotores del crecimiento muscular ejercidos por Clb están fuertemente mediados por la estimulación directa de los receptores adrenérgicos  $\beta_2$  localizados en el tejido muscular (Helferich *et al.*, 1990; Ni *et al.*, 2010; Johnson *et al.*, 2014), y por las concentraciones plasmáticas de hormonas catabólicas o anabólicas (Higgins *et al.*, 1988), como los glucocorticoides, la hormona del crecimiento (GH) o la insulina. Si las hormonas pueden alterar la respuesta del tejido adiposo a las catecolaminas endógenas, también pueden afectar la respuesta del músculo esquelético a los agonistas  $\beta_2$  exógenos (Sumano *et al.*, 2002). El estudio demuestra un prototipo del efecto del Clb y que éste modifica la composición de la carcasa de los animales, ya que en animales tratados con  $\beta_2$ -agonistas adrenérgicos, se observa un aumento en el depósito de proteínas (15%) y una disminución en la grasa (18%) (Lueso y Gómez, 1990). El crecimiento muscular, en respuesta al tratamiento con  $\beta_2$ -agonistas adrenérgicos, es una hipertrofia del tejido muscular esquelético estriado, como lo demuestran los estudios realizados por Beermann *et al.* (1986) en ratas y por Martin *et al.* (1990) en bovinos. Los efectos de los  $\beta_2$ -agonistas adrenérgicos en el sistema endocrino se deben en gran parte a la liberación de otras hormonas (Caicedo *et al.*, 2009; Johnson *et al.*, 2014). Los efectos de los  $\beta_2$ -agonistas adrenérgicos en el metabolismo de las grasas son muy difíciles de definir; sin embargo, actúan indirectamente en el depósito de grasa, al aumentar la tasa metabólica y el gasto de energía de los ani-

males tratados y activando la termogénesis, parte de la energía ingerida previene la formación de grasa, por otro lado, la acción directa está en el aumento de los niveles de adenosín monofosfato-3',5' (AMPc) en el tejido adiposo, pero el efecto metabólico del Clb está relacionado con la concentración tisular de adenosín monofosfato-3',5' cíclico (AMPc), a nivel muscular y hepático, la conversión de trifosfato de adenosina (ATP) en AMPc se produce de forma acelerada, así como la activación de diferentes enzimas, principalmente del tipo de fosforilasa, que catalizan la transformación del glucógeno en glucosa. Aunque otras enzimas también están involucradas (quinasas, lipasas y la fosfofructoquinasa), de esta manera, se produce una aceleración de la movilización de ácidos grasos, formando ácido láctico. La sangre, el hígado y los músculos esqueléticos, también presentan una tendencia especial hacia el aumento de la lipólisis o la disminución de la lipogénesis (Sauer *et al.*, 1999), el aumento de una lipasa intracelular que transforma los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol.

En el tejido muscular aumenta el adenosín monofosfato-3',5' cíclico (AMPc); de tal manera que una proteína cruza la membrana celular siete veces, formando tres bucles intracelulares y tres extracelulares a los que se unen adrenalina y norepinefrina (Caicedo *et al.*, 2009; 2010; 2011 y 2016), al aumentar la perfusión de la sangre al músculo y produce una mayor disponibilidad de energía y aumenta la síntesis de aminoácidos y la retención de proteínas que favorece la hipertrofia muscular, principalmente de los músculos del cuarto posterior del animal (Li *et al.*, 2000; Ekpe *et al.*, 2000; Castellanos-Ruelas *et al.*,

2006; Jonhson et al., 2014). Estos mecanismos aumentan la lipólisis y disminuyen la lipogénesis; sin embargo, el efecto de este componente ( $\beta_2$ -agonista-adrenérgico-Clb) dependerá de la especie de animal tratado, ya que no todos los animales poseen los mismos receptores  $\beta_2$ , por lo que el aumento en la concentración de Clb administrada y el tiempo en que los animales están sujetos a este  $\beta_2$ -agonista adrenérgico, juega un papel muy importante en el efecto a corto y mediano plazo, para la administración de éste, por otro lado, el efecto del Clb dependerá de la concentraciones que se le administre, al igual, el tiempo en que el animal lo consume, su repercusión en este es significativo, produciendo al consumidor final (el hombre) daños a nivel de hígado, páncreas y al sistema nervioso central a través de la barrera hematoencefálica, como también al sistema circulatorio, alterando la presión sanguínea y por ende repercutirá en el sistema renal y posiblemente al reproductor.

## CONCLUSIONES

La administración de clenbuterol a una dosis anabólica (entre 5 a 10 veces mayor que la dosis terapéutica), provoca hipertrofia muscular en bovinos. El uso de clenbuterol ayuda a incrementar de manera fraudulenta los niveles de masa muscular al llenarlos de agua y derivados de Clb (metabolitos). El ganado que recibe  $\beta_2$ -agonistas adrenérgicos tiende a tener una menor cantidad de bandas de grasa, menor grosor de grasa en la espalda y mayor tonicidad. La elevación de los tipos de fibra glicolítica con el tratamiento con  $\beta_2$ -agonistas-adrenérgicos es principalmente responsable del aumento de la hipertrofia muscular, y está correlacionada negativamente con la cantidad de tejido adiposo intermuscular e intramuscular. Este estudio determinó que el Clb afecta directamente el bienestar del animal y a la salud humana al consumir carne con Clb; por lo que, debe existir regulaciones más estrictas, no solo con detectar las concentraciones del Clb en animales, sino también en su trazabilidad y detectar a los ranchos y no a los rastros municipales, con el fin de detener el uso y abuso de esta sustancia en la engorda de animales de importancia económica.

## LITERATURA CITADA

- Beermann, D.H., Bittler, W.R., Hogue, D.E., Fishell, V.K., Dalrymple, R.H., Ricks, C.A. & Scanes, C.G. (1986). Toxicity of clenbuterol, beta adrenergic in animals. *Journal of Animal Science*, 65, 1514-1524.
- Beermann, D.H. (1993). Beta-adrenergic agonist and growth. En M.P. Sherman, C.G. Scanes & P.K.T. Pang (Eds.). *The endocrinology of growth, development, and metabolism in vertebrates* (pp. 345-366). Academic Press, San Diego, C. A.
- Caicedo, R.R.E., Torres, B.A., Hernández, Z.J.S., Reséndiz, M.R., Pérez, T.R. & Cabrera, B.E. (2009). Effects of beta agonist in the diagnosis of fasciolosis in *Bos indicus* x *Bos taurus*, in the State of Puebla, Mexico. In *International Symposium on sustainable Improvement of animal production and health*. FAO/IAEA, Vienna, Austria, 1, 183-187.
- Caicedo, R.R.E., Torres, B.A., Martínez, B.S.V., Paz, C.N.M., Ramírez, P.M.P., Hernández, Z.J.S., Reséndiz, M.R., Cabrera, B.E. & Silvia, G.S.E. (2010). Efectos de los beta-agonistas (clenbuterol), en las actividades fisiohepáticas y reproductivas en rumiantes. En: *XI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zootenéticos*. Joao Pessoa- Paraíba-Brasil, pp. 460-465.
- Caicedo, R.R.E., Paz-Calderón, N.M. & Badillo, M.S.V. (2011). Clenbuterol ( $\beta_2$ -agonista-adrenérgico), enmascara las patologías hepáticas en bovinos. *AICA*, 1, 327-331.
- Caicedo, R.E., Paz-Calderón N.M. & Ramírez, V.A. (2016). Inocuidad de los productos alimenticios de origen animal. En M.C. Martínez & J.J. Ramírez (Eds.). *Ciencia y Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México* (pp. 427-447). México: Biblioteca Básica de agricultura, Colegios de Postgraduados.
- Castellanos, R.A.F., Rosado R.J.G., Chel G.L.A. & Betancur, A.D.A. (2006). Empleo del zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(2), 56-59.
- Courtheyn, D., Merman, R., Schilt, R. & Boenke, A. (1996). Beta-agonists in animal feed. II: Optimization of the extraction. *Food Additives & Contaminants* 13(5), 493-509.
- Ekpe, E. D., Moibi, J.A. & Christopherson, R.J. (2000). Beta-adrenergic receptors in skeletal muscles of ruminants: effects of temperature and feed intake. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(20), 79-86.
- Fiems, L.O. 1987. Effect of beta-adrenergic agonists in animal production and their mode of action. *Annales de Zootechnie* 36(3), 271-290.
- FAO/WHO. (1992). Expert committee on food additives. Residues of some veterinary drugs in animals and food: Monographs prepared by the Four Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food. Geneva Switzerland, Geneva, Switzerland Foods Agriculture Organization. FAO: 614-621.
- FAO/WHO. (1993). Expert committee on food additives. Evaluation of certain veterinary drug residues in food. Fortieth report of the Joint World Health Organization. WHO. -Technical-Reports-Series. New York: WHO: 832-862.
- Helferich, W.G, Jump, D.B., Anderson, D.B., Skjaerlund, M.D., Merkel, R.A. & Bergen W.G. (1990). Skeletal muscle alpha-actin synthesis is increased pretranslationally in pig fed the phenethanolamine ractopamine. *Endocrinology*, 126(6), 3096-3100.
- Higgins, J.A., Lassett, Y.V., Bardsley, R.G & Buttery, P.J. (1988). The relation between dietary restriction or clenbuterol treatment on muscle growth and calpain proteinase (EC3.4.22.17) and calpastain activities in lamb. *British Journal of Nutrition*, 60, 645-652.
- SUAVE. (2011). Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica. Segundo Foro Nacional de Rastros: Programa de Proveedor confiable.
- Bradley J. Johnson; Stephen B. Smith Y Ki Yong Chung. (2014). Historical Overview of the Effect of  $\beta$ -Adrenergic Agonists on

- Beef Cattle Production. *Asian-Australas J. Animal Science*. 2014 May; 27(5): 757–766. DOI: 10.5713/AJAS.2012.12524.
- Kuri, M.P., Parres, F.J.A., Aguilar, V.K. & Mújica, V.Y. (2007). Intoxicación por Clenbuterol. *Boletín del Centro Nacional de Vigilancia epidemiológica y Control de enfermedades de la secretaria de Salud*. 10-13.
- Li, Y. Z., Cristopherson, R.J., Li, B.T. & Moibi, J.A. (2000). Effects of a beta-adrenergic agonist (L-644,969) on performance and carcass traits of growing lambs in a cold environment. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(3), 459-465.
- Lueso, S.M.J. y Gómez, B.M.A. (1990). Los  $\beta$ -agonistas, cómo afectan a la canal y calidad de la carne En: *Revista "Mundo Ganadero"*, N° 7, págs. 70-78.
- Mersmann, H.J. (1998). Overview of the effect of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanism of action. *Journal of Animal Science*, 221, 502-508.
- Meyer, H.H.D. & Rinke, M.L. (1991). The pharmacokinetics and residues of clenbuterol in veal calves. *Journal of Animal Science*, 69, 4538-4544.
- Martin, C.A., Delday, M.I., Hay, S.M. Innes, G.M. & Williams, P.E.V. (1990). Effect of beta-adrenergic in beef. *British Journal of Nutrition*, 63, 535-545.
- Martin, L.E., Hobson, J.C., Page, J.A., Harrison, A.C. 1971. Metabolic studies of Salbutamol-3H: a new bronchodilator in rat, rabbit, dog, and man. *European Journal of Pharmacology*, 14(2), 183-199.
- Ni, Y., Zhang, Q. & Kokot, S. (2010). Analysis of the interactions of mixtures of two  $\beta$ -agonists steroids with bovine serum albumin: a fluorescence spectroscopy and chemometrics investigation. *Analyst*, 135(8), 2059-68.
- Olivares, S.E. (1994). Paquete de diseños experimentales. FAUANI. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. UANL. Martin. NL.
- Paz-Calderón, M., Caicedo, R.R.E. & Hernández, P.B. (2011). Efecto del clenbuterol en los niveles de fosfatasa ácida "Fracción Prostática" en bovinos machos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 136-140.
- Sauer, M.J., Pickett, R.J.H., Limer, S. & Dixon, S.N. (1995). Distribution and elimination of clenbuterol in tissues and fluids of calves following prolonged oral administration at a growth-promoting dose. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 18(2), 81-86.
- Sauer, M.J., Dave, M., Lake, B.G., Manchee, G.R., Howells, L.C. & Coldham, N.G. (1999).  $\beta_2$ -agonist abuse in food producing animals: use of in vitro liver preparations to assess biotransformation and potential target residues for surveillance. *Xenobiotica*, 29(5), 483-97.
- Smith, D.J. (1998). The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of  $\beta$ -adrenergic agonists in livestock. *Journal of Animal Science*, 76, 173-194.
- Smith, S.B., Garcia, D.K. & Anderson, D.B. (1989). Elevation of a specific mRNA in longissimus muscle of steer fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, 67, 3495-3520.
- Sumano, L., Ocampo, C. & Gutiérrez, O. (2002). Clenbuterol y otros  $\beta$ -agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Veterinaria México*, 33(2), 137-159.
- Ruffolo, R.E. (1991). Chirality in  $\alpha$  and  $\beta$ -adrenoceptor agonists and antagonists. *Tetrahedron*, 47(48), 9953-9980.
- Waldeck, B. & Widmark, E. (1995). Steric aspects of agonism and antagonism at  $\beta$ -adrenoreceptors: experiments with the enantiomers of clenbuterol. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 56(3), 221-227.



## Auxin-like in liquid humus

## Auxin-like en humus líquido

Castro-Barrales, Sergio<sup>1</sup>; Totosaus-Sánchez, Alfonso<sup>1</sup>; García-Martínez, Ignacio<sup>1\*</sup>

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Ecatepec de Morelos, Estado de México, México, C. P. 55210.

\*Autor de correspondencia: dr\_igm@yahoo.com.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effect of liquid humus samples (HL) on the percentage, index and rate of germination of *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* and *Raphanus sativus*.

**Design/methodology/approximation:** Liquid humus (HL) samples were obtained from the aqueous extract of a commercial vermicompost. A completely randomized design was performed using different HL:water concentration gradients (1 to  $10^{-4}$  mg mL<sup>-1</sup>) and compared to the effect of a  $10^{-10}$  to  $10^{-2}$  mol/L concentration gradient of indoleacetic acid. (AIA). An infrared spectroscopy analysis was performed on the HL and AIA samples to compounds identification and/or similar molecular structures between both samples.

**Results:** The seeds less sensitive to the bioactive compounds present in the sample of HL are *M. sativa* with the lower inhibition in all treatments. Seeds of *L. sativum* and *R. sativus* were more sensitive. The TC, TD and TE treatments corresponding to the HL extracts showed to have biological activity similar to the treatments T06, T07 and T08 of the AIA, with the germination index as the main bioassay to observe this response. The FT-IR analysis of the HL extract showed similarity when compared to the AIA spectrum, finding similarities in the bands corresponding to the indole group, which is the base functional group of the AIA.

**Limitations on the study/implications:** Is recommended to carry out a second stage of research that includes the extraction of indole compounds to HL samples and their subsequent purification and identification, using spectroscopic techniques.

**Findings/Conclusions:** Both stimulant and inhibitory effects of germination are due to the presence of bioactive compounds with biological activity similar to plant growth regulators. Therefore, HL samples were analyzed using an infrared spectroscopy, finding signals of compounds with functional groups similar to AIA. This indicate the possibility of the presence of AIA and look for the characterization of the HL extract using purification and identification techniques, such as mass spectrometry.

**Keywords:** Liquid humus, vegetable growth regulators, germination, inhibition

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de muestras de humus líquido (HL) en el porcentaje, índice y velocidad de germinación de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus*.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se evaluó el efecto de muestras de humus líquido (HL), que se obtuvo a partir del extracto acuoso de una vermicomposta comercial. Se realizó un diseño completamente al azar empleando diferentes gradientes de concentración HL:agua (1 a  $10^{-4}$  mg mL<sup>-1</sup>) y se comparó con el

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019. pp: 69-74.

**Recibido:** marzo, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.



efecto de un gradiente de concentración de  $10^{-10}$  a  $10^{-2}$  mol L<sup>-1</sup> de ácido indolacético (AIA). Se realizó un análisis de espectroscopia de infrarrojo a las muestras de HL y AIA, para la identificación de compuesto y/o estructuras moleculares similares entre ambas muestras.

**Resultados:** Las semillas menos sensibles a los compuestos bioactivos presentes en la muestra de HL son *M. sativa* al presentar menor inhibición en todos los tratamientos, siendo más sensibles las semillas de *L. sativum* y *R. sativus*. Los tratamientos TC, TD y TE correspondientes a los extractos de HL mostraron tener actividad biológica similar a los tratamientos T06, T07 y T08 del AIA, siendo el índice de germinación el principal bioensayo en donde se observa esta respuesta. El análisis de FT-IR del extracto de HL mostró semejanza al ser comparado con el espectro de AIA, encontrándose similitudes en las bandas correspondientes al grupo indol, que es el grupo funcional base del AIA.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Se recomienda realizar en una segunda etapa de investigación que incluya la extracción de compuestos indólicos a muestras de HL y su posterior purificación e identificación, mediante técnicas espectroscópicas

**Hallazgos/conclusiones:** Los efectos estimulantes e inhibitorios de la germinación se deben a la presencia de compuestos bioactivos con actividad biológica similar a los reguladores del crecimiento vegetal, por ello se analizaron las muestras de HL, empleando un equipo de espectroscopia de infrarrojo, encontrándose señales de compuestos con grupos funcionales similares al AIA. Esto nos permite dejar abierta la posibilidad a la presencia de AIA y buscar la caracterización del extracto de HL empleando técnicas de purificación e identificación como la espectrometría de masas.

**Palabras clave:** germinación, humus líquido, inhibición.

sinérgicos de estas sustancias en la germinación y el crecimiento de las plantas (Csicsor, 1994; Qadir *et al.*, 2005; Llori *et al.*, 2007; Miransari y Smith, 2014; Tarkowská, 2014).

Diversas metodologías han sido puestas a punto con este objetivo; y entre ellas, la de mayor alcance corresponde a la determinación del índice de germinación utilizando berro de agua (*Lepidium sativum*) en extractos de compost propuesta por García-Martínez y González (2005) y Varnero *et al.* (2007).

Diversos autores (Enríquez-Peña *et al.*, 2004; Slavik, 2005; Sharifi *et al.*, 2007; Varnero *et al.*, 2007; García-Martínez y Arozarena, 2009) determinaron el índice y la velocidad de germinación. Con base en lo anterior, se emplearon semillas de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus*, debido a que fueron las especies que mostraron mayor sensibilidad a sustancias bioestimulantes (Varnero *et al.*, 2007), con el fin de evaluar su porcentaje, índice y velocidad de germinación en presencia de un extracto acuoso de humus líquido y ácido indolacético determinando la actividad de sustancias bioactivas o bioestimulantes o inhibitorias de una vermicomposta comercial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon muestras de humus líquido (HL), extracto acuoso de vermicomposta comercial elaborada a partir de residuos agrícolas (Happy Flower, S.A. de C.V.). El estándar de ácido indolacético (AIA) utilizado durante el desarrollo del trabajo experimental fue grado analítico (Sigma Chemical Co., St. Louis Missouri, USA). Los reactivos y disolventes empleados fueron grado analítico (J.T. Baker).

## INTRODUCCIÓN

El vermicomposteo es un proceso donde los residuos orgánicos biodegradables se descomponen, bajo condiciones controladas, generando CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y materia orgánica estabilizada o "vermicompost" (Varnero *et al.*, 2007; García-Martínez y Arozarena, 2009). Este producto final puede ser utilizado como componente base para la elaboración de sustratos especializados de uso agrícola. Sin embargo, emplearlos sin análisis, puede provocar diversos efectos en los cultivos, tales como deformaciones de follaje, retraso de la maduración e irregularidad en el tamaños de fruto, inhibición de la germinación, entre otros; debidos a la presencia de metabolitos o compuestos bioactivos, que pueden ser algún regulador del crecimiento vegetal (auxinas, citocininas, giberelinas) (De Kock, 1955; Chuko *et al.*, 1996, Enríquez-Peña *et al.*, 2004; Suthar, 2010; Mirasari y Smith, 2014; Tarkowská *et al.*, 2014). Estos compuestos bioactivos, pueden generar efectos perjudiciales en el desarrollo de las plantas, inhibiendo la germinación de semillas o el crecimiento de raíces por lo que es altamente riesgosa su utilización en cultivos. La determinación de estas sustancias bioactivas en forma independiente encarece los análisis. Esto ha incentivado el uso de los bioensayos con semillas sensibles (Gaur, 1964; Slavik, 2005; Varnero *et al.*, 2007), para evaluar los efectos

**Determinación de pH y conductividad.** Se pesaron 10 g de la muestra de HL, a la cual se le incorporaron 100 mL de agua desionizada, se homogenizó mediante ultrasonido, empleando un sonicador (Cole Parmer, PC620R-2) durante 30 min a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo las muestras se filtraron utilizando papel Whatman de poro grueso y el filtrado obtenido se utilizó para la determinación de pH y conductividad eléctrica empleando un conductímetro (Conductronic modelo PC18), las determinaciones se realizaron a temperatura ambiente.

**Determinación de cenizas.** Cinco gramos de muestra seca se colocaron en una mufla, en donde la temperatura fue aumentando gradualmente hasta llegar a la calcinación, aproximadamente 800 °C, transcurrida 1 h a esta temperatura, se dejó enfriar la muestra en un desecador y posteriormente se pesó.

**Determinación de la materia orgánica.** El análisis se realizó de acuerdo con la Norma Mexicana (NMX-AA-021, SAGARPA, 2007). A muestras de 0.1 g de HL, se les agregaron 10 mL de  $K_2Cr_2O_7$  1 N y 20 mL de  $H_2SO_4$  concentrado, la mezcla se agitó vigorosamente durante 1 min, dejándola reposar por 30 min a temperatura ambiente, posteriormente se adicionaron 100 mL de agua desionizada, 10 mL de  $H_3PO_4$  y 0.5 mL de difenilamina, la muestra se homogenizó perfectamente mediante ultrasonido, colocándola en un sonicador por 10 min a temperatura ambiente. Posteriormente se dejó reposar por 10 min y se tomó una alícuota de 25 mL, la cual se tituló empleando  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5 N.

**Preparación de los extractos acuosos de la vermicomposta comercial.** Se realizaron diluciones acuosas empleando agua destilada como diluyente, hasta obtener un gradiente de concentraciones de 1,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  mg de HL por mL, homogenizando las soluciones en un sonicador (marca Cole Parmer, PC620R-2) por un periodo de 15 min a temperatura ambiente, estas diluciones se envasaron y conservaron en refrigeración y obscuridad hasta su uso; se utilizó agua destilada como testigo.

Como estándar de referencia se utilizó ácido indolacético (AIA), el cual se pesó y disolvió primeramente empleando 1 mL de metanol y posteriormente se aforó hasta un volumen de 10 mL con agua destilada; para posteriormente obtener un gradiente de concentraciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  M de AIA.

Se emplearon semillas de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus*, (Happy Flower, S. A. de C. V.), las cuales se lavaron con agua destilada estéril tres veces, seguido de tres lavados sucesivos con  $NaClO$  al 1%v/v y nuevamente volver a lavar cinco veces con agua destilada estéril, para finalizar las semillas se sumergieron en 100 mL de agua destilada por 60 min; con las semillas desinfectadas se realizó una selección homogénea en cuanto a forma y tamaño.

**Bioensayo de la germinación.** En 55 cajas Petri de 10 cm de diámetro, se colocó una base de papel filtro de poro grueso, el total de las cajas se dividieron en 11 lotes de, cada lote se humedeció hasta saturación (10 mL aproximadamente) con: agua

destilada (testigo), los tratamientos de HL ( $1$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  mg mL<sup>-1</sup>) y los correspondientes al estándar ( $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  M AIA). Se colocaron 10 semillas en cada una de las cajas Petri, se taparon para evitar la evaporación y se llevaron a la cámara de incubación; la germinación se efectuó en un cuarto oscuro dentro de una cámara con humedad constante y una temperatura de 24 °C, la duración del bioensayo fue de 4 d, considerando germinadas las semillas cuando presentaban emergencia de la radícula (Enriquez-Peña et al., 2004; Miransari y Smith, 2014).

El índice de germinación (IG), definido como la medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa, y la velocidad de germinación (M), definida como la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación, se calcularon de acuerdo con Enriquez-Peña et al. (2004) mediante las ecuaciones:

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} M = \sum \frac{(n_i)}{t}$$

Donde IG=índice de germinación;  $n_i$ =número de semillas germinadas en el día  $i$ ;  $t_i$ =número de días después de la siembra;  $N$ =total de semillas sembradas;  $M$ =velocidad de germinación;  $t$ =tiempo de germinación de la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Los resultados obtenidos se analizaron empleando PROC ANOVA del paquete estadístico S.A.S. versión 6.0 (SAS Institute, 1989). Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron mediante un análisis de medias de Tukey

( $\alpha=0.05$ ), para evaluar el efecto de las variables relacionadas con la respuesta de germinación.

**Análisis por FTIR.** Los espectros de infrarrojo se realizaron en un espectrofotómetro (Thermo Nicolet modelo Avatar 300 FT-IR) con transformada de Fourier equipado con un detector DTGS de KBr. El tratamiento de los espectros se realizó con el programa EZ OMNIC. Las muestras de HL y AIA se analizaron directamente en un espectrofotómetro de IR, empleando para su análisis un accesorio de reflectancia difusa, para ello previamente se evaporó el solvente de las muestras, eliminando el exceso de agua y etanol, para así evitar la contaminación del sistema óptico del equipo al trabajar en vacío. Los espectros de infrarrojo de ambas muestras de HL y AIA se realizaron con 64 barridos de la muestra en modo de transmisión con intervalo de longitud de onda de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , colocando de manera directa las muestras en el accesorio de reflectancia difusa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis efectuados a las muestras de HL se realizaron por triplicado, con el fin de verificar la reproducibilidad de los datos. En el Cuadro 1 muestra los resultados del análisis de calidad de las muestras analizadas, e indican que los valores de pH están dentro del rango óptimo para el crecimiento de las plantas (Suthar y Sharma, 2013; Wani *et al.*, 2013). En cuanto a los niveles de sales solubles que presenta el HL, permitiría clasificarlos como de buena calidad.

### Extractos de humus líquido en la germinación de *Medicago sativa*, *Lepidium sativum* y *Raphanus sativus*

Las semillas de *M. sativa* presentaron el mayor porcentaje de germinación de manera global (100%), solo hubo inhibición de la germinación en el tratamiento TA (1  $\text{mg mL}^{-1}$ ), mientras que los valores más bajos (0%) correspondieron a *Lepidium sativum* y *Raphanus sativus* (Cuadro 2). Las muestras de HL y AIA en sus diferentes concentraciones, prácticamente no afectaron el patrón de

**Cuadro 2.** Porcentajes de germinación de semillas de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus* tratadas con humus líquido (HL) y ácido indolacético (AIA).

Tratamiento	Concentración	<i>L. sativum</i>	<i>M. sativa</i>	<i>R. sativus</i>
Testigo	00 ( $\text{mg mL}^{-1}$ )	100 a	100a	100a
HL	TA: 1	0 b	0 d	0 b
	TB: $10^{-1}$	0 b	50 c	0 b
	TC: $10^{-2}$	100 a	100 a	100 a
	TD: $10^{-3}$	100 a	100 a	100 a
	TE: $10^{-4}$	100 a	100 a	100 a
AIA	T02: $10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$	0 b	95 a	0 b
	T04: $10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$	100 a	85 b	100 a
	T06: $10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$	100 a	85 b	100 a
	T08: $10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$	100 a	100 a	100 a
	T10: $10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$	100 a	85b	100 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

germinación. Los tratamientos TC, TD, TE, T04, T06, T08 y T10 promovieron la germinación totalmente, no existiendo un efecto significativo de inhibición. Por tanto, los tratamientos TA, TB y T02 son un factor que afecte la capacidad germinativa de las semillas, probablemente debido a compuestos que inhiban la germinación, aun cuando la concentración de las muestras de HL es baja, se observa un claro efecto. Siendo *M. sativa*, la que es menos sensible a la presencia de compuestos estimulantes.

Los valores del índice de germinación (Cuadro 3), indica que las semillas con mayor efecto negativo fueron las de *Raphanus sativus* para todos los tratamientos, mientras que las menos afectada fueron *Lepidium sativum*. Esto sugiere que, en condiciones de presencia de HL, existe una respuesta inhibitoria o fitotóxica, similar a lo reportado por Varnero *et al.* (2007). Sin embargo, para los bioensayos empleando *M. sativa* y *R. sativus* se observó un efecto estimulante.

Generalmente la velocidad de germinación aumenta en forma directa con algunos factores como la temperatura, agua y presencia de bioestimulantes (Taylor *et al.*, 1999). El Cuadro 4 muestra un efecto estimulante para las tres semillas empleadas, siendo únicamente los tratamientos TA, TB y T02 los que inhiben la velocidad de germinación.

Los resultados del efecto en la germinación obtenidos para HL y AIA indicarían mayor sensibilidad de *Lepidium sativum* y *Raphanus sativus* a sustancias fitotóxicas o estimulantes presentes, similar a lo reportado por Csicsor

Cuadro 1. Caracterización de las muestras de humus líquido (HL).	
Parámetro evaluado	Valor
pH	9.3±0.130
Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	18.02±0.060
Cenizas (%)	0.70±0.002
Materia orgánica (%)	81.98±2.690

et al. (1994), Varanini y Pinton (1995), Enriquez-Peña et al. (2004) y García-Martínez y Arozarena (2009).

### Análisis FTIR de las muestras de Humus líquido

La Figura 1 muestra los espectros de IR de las muestras de ácido indolacético (AIA) y humus líquido (HL), en la longitud de onda de 3500 a 3600  $\text{cm}^{-1}$ , registrando una banda correspondiente a un OH; de tal forma que en la longitud de 3100  $\text{cm}^{-1}$  corresponde a un NH (pirrol), y en el rango de 2200 a 2400  $\text{cm}^{-1}$ , se encuentran las vibraciones del esqueleto de un anillo aromático, así también se observa los sobretornos del anillo aromático en el rango de 1800 a 2000  $\text{cm}^{-1}$ , aunque no bien definidos al espectro de AIA mientras que en el espectro de HL se muestran más definidos, en la zona de los 1600  $\text{cm}^{-1}$  se encuentra una banda correspondiente a un carbonilo de un ácido carboxílico.

En la comparación de los espectros de las muestras de AIA y de HL (Figura 1) se observa una similitud entre ambos espectros aunque con ciertas variaciones, en el espectro de HL se observa que presenta una serie de pequeñas señales a lo largo de todo el espectro esto se atribuye a que puede existir alguna pequeña contaminación que contenga la muestra, y cerca de la longitud de onda de los 2900  $\text{cm}^{-1}$  se observa un desplazamiento muy marcado mientras que el espectro de AIA no lo muestra; sin embargo, se sugiere que se puede tratar de un mismo compuesto por ambas muestras debido a la similitud de los espectros de infrarrojo (Bühlman y Affolter, 2000).

## CONCLUSIONES

La descripción del potencial estimulante o inhibitorio de las muestras de Humus Líquido, se establece con mayor sensibilidad en los bioensayos con *Lepidium sativum* y *Raphanus sativus*, en comparación a los bioensayos con *Medicago sativa*. El IG, como variable que integra diferentes grados de estimulación o fitotoxicidad, representa un indicador más robusto para describir el potencial estimulante de un material orgánico. Este índice permitió evaluar el grado de empleo requerido para el Humus Líquido con fines de uso agrícola. El análisis FTIR mostró evidencia suficiente, para presumir la presencia de compuestos

**Cuadro 3.** Índice de germinación de semillas de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus* tratadas con humus líquido (HL) y ácido indolacético (AIA).

Tratamiento	Concentración	<i>L. sativum</i>	<i>M. sativa</i>	<i>R. sativus</i>
Testigo	00 ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 a	5.3 a	1.0 c
HL	TA: 1	0 b	0.0 c	0.0 b
	TB: $10^{-1}$	0 b	0.5 c	0.0 b
	TC: $10^{-2}$	1 a	5.7 a	5.3 a
	TD: $10^{-3}$	1 a	5.6 a	5.9 a
	TE: $10^{-4}$	1 a	5.7 a	5.9 a
AIA	T02: $10^{-2}$ mol $\text{L}^{-1}$	0 b	0.9 b	0.0 b
	T04: $10^{-4}$ mol $\text{L}^{-1}$	1 a	0.8 b	8.8 d
	T06: $10^{-6}$ mol $\text{L}^{-1}$	1 a	0.8 b	5.7 a
	T08: $10^{-8}$ mol $\text{L}^{-1}$	1 a	1.0 b	5.9 a
	T10: $10^{-10}$ mol $\text{L}^{-1}$	1 a	4.2 a	5.9 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 4.** Velocidad de germinación de semillas de *Lepidium sativum*, *Medicago sativa* y *Raphanus sativus* tratadas con humus líquido (HL) y ácido indolacético (AIA).

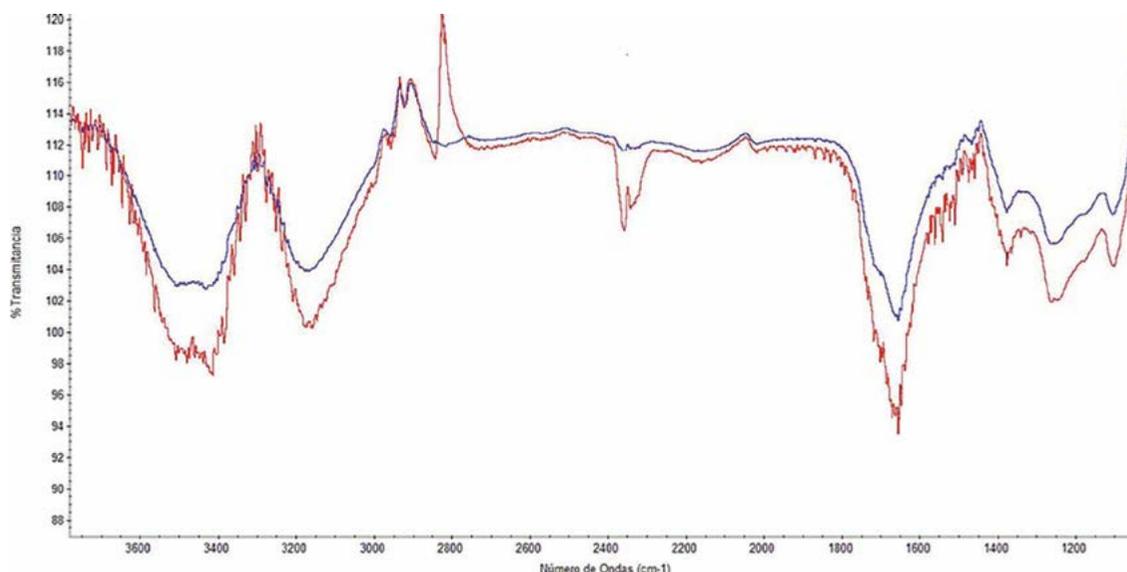
Tratamiento	Concentración	<i>L. sativum</i>	<i>M. sativa</i>	<i>R. sativus</i>
Testigo	00 ( $\text{mg mL}^{-1}$ )	100 a	83.3 b	100.0 a
HL	TA: 1	0 b	0.0 d	0.0 b
	TB: $10^{-1}$	0 b	50.0 c	0.0 b
	TC: $10^{-2}$	100 a	93.3 a	83.3 c
	TD: $10^{-3}$	100 a	90.0 a	96.7 a
	TE: $10^{-4}$	100 a	93.3 a	96.7 a
AIA	T02: $10^{-2}$ mol $\text{L}^{-1}$	0 b	95.0 a	0.0 b
	T04: $10^{-4}$ mol $\text{L}^{-1}$	100 a	85.0 b	85.0 c
	T06: $10^{-6}$ mol $\text{L}^{-1}$	100 a	85.0 b	93.3 a
	T08: $10^{-8}$ mol $\text{L}^{-1}$	100 a	100.0 a	96.7 a
	T10: $10^{-10}$ mol $\text{L}^{-1}$	100 a	65.0 c	96.7 a

Medias con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

similares al ácido indolacético; sin embargo, recomendamos realizar en una segunda etapa, la extracción de compuestos indólicos a muestras de HL y su posterior purificación e identificación, mediante técnicas espectroscópicas.

## LITERATURA CITADA

- Bühlman, P. & Affolter, C. (2000). Structure determination of organic compounds tables of spectral data (3a ed.). Berlin: Springer.
- Chukov, S., Talishkina, V. & Nadporozhzhkaya, M. (1996). Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. Eurasian Soil Science, 28(4), 30-39.
- Csicsor, J., Gerse, J. & Titkos, A. (1994). The biostimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. En N. Senesi & T.M. Miano (Eds.). Humic substances in the



**Figura 1.** Espectros de las muestras de — AIA y — HL.

global environment and implications on human health. Elsevier Science B.V. Amsterdam.

De Kock, P.C. (1955). The influence of humic acids on plant growth. *Science* 121(3), 473-474.

Enríquez-Peña, E., Suzán-Azpiri, H. & Malda-Barrera, G. (2004). Seed viability and germination of *Taxodium mucronatum* (Ten) in the state of Queretaro, México. *Agrociencia* 38(3), 375-381.

García-Martínez, I. & Arozarena, D. N. (2009). A compost extract with plant growth regulator activity. *Crop Research (Hisar)* 37(1/3), 72-77.

García-Martínez, I. & González, L. (2005). Análisis e identificación de bioestimulantes indólicos en una composta. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 4(4), 7-13.

Gaur, A.C. (1964). Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du sol.* 35, 207-219.

Llori, O.J., Otusanya, O.O. & Adelusi, A.A. (2007). Phytotoxic effects of *Tithonia diversifolia* on germination and growth of *Oryza sativa*. *Research Journal of Botany*, 2(1), 23-32.

Miransari, M. & Smith, D.L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99, 110-121.

Qadir, M., Schubert, S. & Steffens, D. (2005). Phytotoxic substances in soils. En D. Hillel (Ed.). *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Elsevier Ltd., Oxford, U.K.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2007). NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (Lombricomposta) – Especificaciones y Métodos de prueba.

Sharifi, M., Sadeghi, Y. & Akpapour, M. (2007). Germination and growth of six plant species on contaminated soil with spent oil. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(4), 463-470.

Slavik, M. (2005). Production of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings on substrate mixes using growth stimulants. *Journal of Forest Science*, 51(1), 15-23.

Suthar, S. & Sharma, P. (2013). Vermicomposting of toxic weed — *Lantana camara* biomass: Chemical and microbial properties changes and assessment of toxicity of end product using seed bioassay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 95, 179-187.

Suthar, S. (2010). Evidence of plant hormone like substances in vermiwash: An ecologically safe option of synthetic chemicals for sustainable farming. *Ecological Engineering*, 36(8), 1089-1092.

Tarkowská, D., Novák, O., Floková, K., Tarkowski, P., Turečková, V., Grúz, J., Rolčík, J. & Strnad, M. (2014). Quo vadis plant hormone analysis?. *Planta*, 240(1), 55-76.

Taylor, A.G., Johnson, C.F., Katak, P.K. & Obendorf, R.L. (1999). Ethanol production by hydrated seeds: A high resolution index of seed quality. *Acta Horticulturae* 504, 153-160

Varanini, Z. & Pinton, R. (1995). Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany*, 56, 97-116.

Varnero, M.M.T., Rojas, A.C. & Orellana, R.R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 7(1), 28-37.

Wani, K.A., Mamta, & Rao, R.J. (2013). Bioconversion of garden waste, kitchen waste and cow dung into value-added products using earthworm *Eisenia fetida*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(2), 149-54.

## Characterization of the bovine livestock in the area protection of flora and fauna Usumacinta canyon, Tenosique, Tabasco, Mexico

### Caracterización de la ganadería bovina en el área de protección de flora y fauna cañón del Usumacinta, Tenosique, Tabasco, México

Palomeque-De la Cruz, M.A.<sup>1</sup>; Ruiz-Acosta, S.C.<sup>2</sup>; Galindo-Alcántara, A.<sup>1\*</sup>; Ramos-Reyes, R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cardenas entronque a Bosques de Saloya, C.P.86150, Villahermosa, Centro, Tabasco. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. Prolongación Ignacio Zaragoza s/n, Villa Ocuiltzapotlan, Centro, Tabasco, C. P. 86720, Mexico. <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Carretera a Reforma Km. 15.5 S/N. Ra. Guineo 2da. Sección. Centro, Tabasco, C.P. 86280, México.

\*Autor para correspondencia: aga2003a@hotmail.com

#### ABSTRACT

**Objective:** Bovine production systems were characterized in the Ejidos of the Flora and Fauna Protection Area, Usumacinta Canyon, Tenosique, Tabasco, Mexico.

**Design/methodology/approach:** Socioeconomics strata were created for the production units by a random sampling to 80 units of bovine production, contingency tables were generated with tests of  $X^2$  and for categorical data and ANOVA for quantitative data.

**Results:** A bovine productions y system was identified: "Traditional Extensive", in threes strata (I. Agriculture and Conservation, II. Agriculture and Livestock, and III. Livestock), where the socioeconomic, physiographic and market level affect its technology and production.

**Limitations on study/implications:** The Traditional Extensive System presents strong limitations to creates strategies for the improvement of the production due to the physiography it puts in disadvantage the technification and development, that affect the marketing channels and due to this, there is persistence of jungle vegetation.

**Findings/conclusions:** The production units must lay the foundations in the sustainable use of resources through the development of a lives tock from a territorial ordering perspective.

**Keywords:** Protected Natural Areas, bovine production units, deforestation, environmental planning.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019, pp: 75-81.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.

## RESUMEN

**Objetivo:** Se caracterizaron los sistemas de producción bovina en los ejidos del área de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta, Tenosique Tabasco, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se crearon estratos socioeconómicos para las unidades de producción mediante un muestro aleatorio a 80 unidades de producción bovina, se generaron tablas de contingencia con pruebas de  $\chi^2$  para datos categóricos y ANOVA para datos cuantitativos.

**Resultados:** Se identificó un sistema de producción bovina: "Extensivo Tradicional", en tres estratos (I. Agricultura y Conservación, II. Agricultura y Ganadería, y III. Ganadería), donde el nivel socioeconómico, fisiográfico y el mercado afectan su tecnología y producción.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** El sistema extensivo tradicional presenta fuertes limitaciones para crear estrategias para la mejora de la producción debido a la fisiografía, pone en desventaja la tecnificación y desarrollo, que afectan a los canales de comercialización y debido a esto, existe persistencia de vegetación selvática.

**Hallazgos/conclusiones:** Las unidades de producción deben sentar las bases en el aprovechamiento sostenible de los recursos mediante el desarrollo de una ganadería desde una perspectiva de ordenamiento territorial.

**Palabras clave:** Área Natural Protegida, unidades de producción bovina, deforestación, ordenamiento territorial.

xico hasta Centroamérica, el cual protege una de las regiones más ricas del mundo en biodiversidad, e integra políticas de conservación mediante el establecimiento de corredores biológicos con el fin de evitar el aislamiento biológico y geográfico de estas áreas y garantizar el equilibrio ecológico de los ecosistemas terrestres bajo esquemas de desarrollo sustentable (DOF, 2008).

A pesar de ser un área natural protegida, la selva alta perennifolia representa solo el 43.37% debido a que ha sido deforestada por actividades de explotación forestal, agropecuaria (33.48%), zonas con infraestructura y asentamientos humanos (0.49%) (Cuadro 1). Lo anterior afecta a la biodiversidad dado que se está perdiendo el hábitat por la presencia de paisajes fragmentados (15.56%). El crecimiento de la población y el cambio de uso del suelo se liga a la política de expansión de la frontera agrícola-pecuaria a partir de los años setenta y aperturas de vías de comunicación (Arreola-Muñoz et al., 2011).

## INTRODUCCIÓN

**El área** de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta, Tenosique, Tabasco, México, es una reserva decretada en septiembre de 2008. Cuenta con características bióticas únicas y ubicación estratégica al colindar con la República de Guatemala (Galindo, 2001; Hernández-López et al., 2013), constituye un reservorio de agua cuyo flujo permite la conservación de la vegetación selvática, hábitat idóneo de una alta diversidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios endémicos (DOF, 2008; Cabrera-Pérez et al., 2013). Es la puerta de entrada a áreas de gran biodiversidad como la Selva Lacandona y el Petén guatemalteco que forman un continuo con los últimos reductos de la vegetación selvática de México (Arriaga et al., 2000). Forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que se extiende desde Mé-

**Cuadro 1.** Usos de suelo y vegetación en el Cañón del Usumacinta (Arreola-Muñoz et al., 2011).

Atributo	Área (ha)	%
Selva alta perennifolia	24,186.21	43.37
Pastizal cultivado	18,673.50	33.48
Selva alta fragmentada	8,679.32	15.56
Achual	2,182.81	3.91
Plantación de caña	597.12	1.07
Cuerpos de agua	474.84	0.85
Tintal	496.41	0.89
Zonas con infraestructura y asentamientos humanos	274.15	0.49
Bosque de galerías	151.82	0.27
Plantación de Agave	13.58	0.02
Plantación de palma aceitera	24.53	0.04
Plantación de teca	5.64	0.01
Tular	11.39	0.02
Total	55,771.30	100

En un escenario transformado por la ganadería como el área de protección de flora y fauna Cañón del Usumacinta, se tuvo como objetivo la caracterización del estado actual de las unidades de producción bovina, identificando en un primer acercamiento, las principales variables que condicionan al productor para elegir una estrategia específica de manejo del hato, vegetación y uso del

suelo, para mantener o intensificar la producción; contribuyendo de esta forma en la búsqueda de las posibilidades del diseño de programas alternativos de intensificación, diversificación y conservación de los recursos naturales en las unidades de producción bovina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta (Figura 1), se encuentra entre las coordenadas 17° 15' N y 91° 40' O y 17° 28' N y 90° 56' O y abarca una superficie aproximada de 55,771.30 ha (Arreola Muñoz et al., 2011).

De éstas, 3,000 ha se encuentran en la margen oeste del río Usumacinta. Al sur y este colinda con la República de Guatemala, al norte y oeste con la planicie costera en el municipio de Tenosique (DOF, 2008).

### Estudio de campo y análisis estadístico

El tamaño de la muestra se calculó mediante un muestreo aleatorio simple (Zar, 1984), con una precisión de muestreo de 10% ( $d=0.10$ ), prevalencia del tipo de productor desconocida ( $P=0.5$ , máxima incertidumbre) y un nivel de confianza de 90%. Con estas especificaciones se obtuvo una muestra de 80 unidades de producción. Se entrevistaron a los productores en su parcela o unidad de producción, utilizando una perspectiva de tipo narrativa. Los datos obtenidos se analizaron con técnicas cuantitativas y cualitativas con el programa SPSS®. Las variables cualitativas obtenidas fueron: fuente principal de ingreso, fuente secundaria de ingreso, fuente principal de mano de obra, subsidios gubernamentales, razas del ganado bovino, técnicas agrosilvopastoriles, instalaciones, componentes técnicos y servicios en la uni-

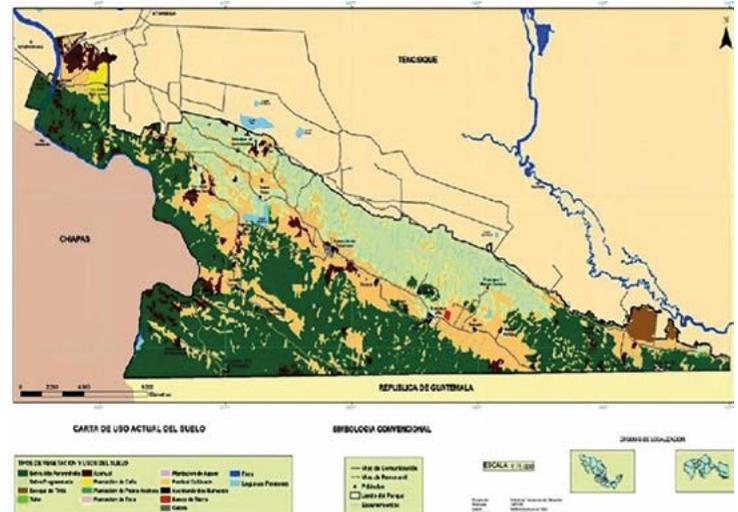


Figura 1. Área de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta.

dad de producción. Las variables cuantitativas fueron: edad del ejidatario, tiempo viviendo en el ejido, ingreso mensual, número de hijos, superficie total de la unidad de producción (ha), superficie dedicada a la ganadería bovina (pastizal), superficie de uso agrícola (ha), superficie de uso forestal (ha), número de cabezas de ganado, producción lechera al día, precios de la leche, precios de la carne, unidades animal y carga animal.

### Tablas de Contingencia ( $X^2$ ) y ANOVA para descripción de estratos

Se caracterizaron sistemas de producción bovina, usando como base las variables obtenidas en la entrevista que fueron codificadas en una base de datos en el programa SPSS®. La variable cuantitativa que definió con mayor precisión las diferencias entre las 80 unidades de producción fue la Superficie dedicada a la ganadería bovina (pastizal), esta variable fue empleada para la construcción de los estratos como variable dependiente. Para analizar la asociación entre la variable: Superficie

Cuadro 2. Ejidos y unidades de producción muestreadas.

Ejidos del Cañón del Usumacinta	Unidades de producción (n)
Jerusalén	2
Cortijo Nuevo 2ª Sección	3
Cerro Norte	3
Lic. Luis Echeverría 1ª Sección	3
Veteranos de la Revolución	3
El Progreso	3
Niños Héroes	3
Carlos Pellicer	3
Sueños de Oro	3
La Estancia	3
Santo Tomas	3
Cortijo Nuevo 1ª Sección	3
Miguel Hidalgo	3
Corregidora Ortiz	3
Francisco Villa	3
Los Rieles de San José	3
Francisco I. Madero Cortázar	3
El Repasto	3
San Francisco	3
Lic. Adolfo López Mateos	3
Santa Rosa	3
Crisóforo Chiñas	3
El Bejucal	3
Lic. Javier Rojo Gómez	3
Álvaro Obregón	3
Ignacio Allende	3
Redención del Campesino	3

dedicada a la ganadería bovina (pastizal) y las variables independientes de tipo cualitativo se empleó el análisis de datos categóricos con Tablas de Contingencia (Zar, 1985; Padúa, 1996), la asociación existente se validó con la bondad de ajuste de  $X^2$  en donde las variables que mostraron mayor significancia ( $P < 0.005$ ), fueron usadas para la descripción de los grupos. Para analizar la asociación entre la variable: Superficie dedicada a la ganadería bovina (pastizal) y las variables independientes de tipo cuantitativo, se realizaron análisis de varianza (ANOVA), para medir diferencias, y las que mostraron mayor significancia ( $P < 0.005$ ), fueron usadas para la descripción de los estratos (Valerio *et al.*, 2004).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó un solo sistema de producción, el Extensivo Tradicional que tiene en promedio un área de 26.17 ha (Cuadro 3). Este sistema, se caracteriza por combinar la producción bovina, agrícola y en menor proporción la cría de aves y cerdos de traspatio, hay escasa reinversión económica, alto uso de insumos locales y baja utilización de insumos externos (Nuncio *et al.*, 2001; Manjarrez-Muñoz *et al.*, 2007). Los pastizales para uso ganadero ocupan en promedio 13.26 ha, mientras que el uso agrícola ocupa en promedio 5.21 ha (Cuadro 3). El manejo tecnificado de la alimentación, reproducción, desparasitación y vacunación de los bovinos no es una práctica utilizada. En este tipo de ganadería es común que exista fuerte presión sobre la vegetación nativa.

#### Estrato I: Agricultura y Conservación

Las unidades de producción pertenecientes al Estrato I. Agricultura y Conservación, se ubican en zona serrana con poco acceso a medios de transporte (Isaac-Márquez *et al.*, 2005), la principal fuente de ingreso de los productores de este estrato es la agricultura ( $n=16$ ) (Cuadro 5) de productos básicos como el maíz (*Zea mays* L.), frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) y calabaza (*Cucurbita* sp.), enfocados principalmente al autoconsumo y en segundo término su venta. Tienen una superficie promedio de 17.72 ha, no cuentan con superficie de pastizal para la ganadería, ni con cabezas de ganado (Cuadro 4), por tanto, no ejercen mucha presión hacia el suelo, siendo áreas susceptibles para las actividades forestales y plantaciones agroforestales (Isaac-Már-

quez *et al.*, 2005; Manjarrez-Muñoz *et al.*, 2007). Según la narración de los productores, la superficie de selva y acahuales están asociadas con actividades de reforestación, tales como Captura de Carbono y PROARBOL (Isaac-Márquez *et al.*, 2005; Manjarrez-Muñoz *et al.*, 2007), así como plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* King) y barí (*Calophyllum brasiliense* Cambess).

#### Estrato II: Agricultura y Ganadería

Las unidades de producción pertenecientes al Estrato II. Agricultura y Ganadería, se ubican en zona serrana con poco acceso a las vías de comunicación y transporte (Isaac-Márquez *et al.*, 2005; Manjarrez-Muñoz *et al.*, 2007). Este grupo es el que predomina ( $n=52$ ). La superficie promedio de pastizal para ganadería es de 13 ha, y cuentan con un promedio de 12.6 cabezas de ganado, siendo la principal fuente de ingreso (Cuadro 4) por lo que la actividad principal es ganadería ( $n=51$ ) (Cuadro 5). La principal venta de carne es la de becerro al destete ( $n=36$ ) (Cuadro 6). Estas unidades cuentan con los requerimientos necesarios para la ordeña (instalaciones, salas de ordeña, mano de obra, vehículos, etc.) (Cuadro 5). Los productores señalaron, que la venta del becerro al destete representa una mala inversión, ya que desde

**Cuadro 3.** Características generales de las Unidades de Producción.

Características	Intervalo	Promedio
Superficie total de la U de P (h)	2 - 80	26.17
Superficie total de uso agrícola (h)	0 - 20	5.21
Superficie total de uso Ganadero (h)	0 - 50	13.26
Superficie total de uso forestal (h)	0 - 50	7.37

**Cuadro 4.** Características principales de las unidades de producción por estratos.

Variable continua	Estrato I. Agricultura y Conservación	Estrato II. Agricultura y Ganadería	Estrato III. Ganadería
N**	18	52	10
ST ** (h)	±17.72	±24.77	±48.70
SGB** (h)	No tienen	±13.00	±38.00
NG** (cabeza)	No tienen	±12.62	±24.30
Precio de la carne en corral** (pesos MXN)	No venden	±12.96	±14.85
Precio de la carne en rastro** (pesos MXN)	No venden	±8.98	±11.90
U.A**	No tienen	±23.50	±51.17

\*\* Variable diferente ( $P < 0.005$ ) entre estratos.

N. Número de U de P, ST. Superficie total de la U de P, SGB Superficie dedicada a la ganadería bovina, NG. Número de cabezas de ganado, U.A. Unidades Animal.

el momento en que nace la cría hay un gasto en insumos para su crecimiento y este gasto no se recupera con la venta final del animal. Estas pérdidas no permiten una unidad de producción eficiente, no tienen la capacidad económica para sustentar el periodo de engorda del animal para la venta de carne a mejores precios, no disponen de pastos mejorados para la alimentación, tampoco pueden producir leche para vender. Al igual que en el estrato I, los productores comentaron que tampoco hay ingresos, para la siembra, aplicación de fertilizante al suelo, plaguicidas y mano de obra, por lo que la producción de maíz, frijol negro y calabaza es muy baja, sirve solo para el autoconsumo y no para el comercio.

### Estrato III: Ganadería

Las unidades de producción pertenecientes al Estrato III. Ganadería, se ubican en zona serrana, con poco acceso a las vías de comunicación y medios de transporte, tienen una superficie promedio de 48.70 ha (Cuadro 4). La superficie promedio dedicada a la ganadería es de 38 ha y cuentan con un promedio de 24.3 cabezas de ganado

(Cuadro 4). La ganadería de bovinos es la principal fuente de ingreso (n=10), principalmente venden carne de pie de cría y becerro al destete (Cuadro 6). Al igual que los productores del estrato II, en la venta del becerro al destete, se nota una desventajosa inversión. Similar a lo mencionado en estudios de Isaac-Márquez et al., (2005), los productores señalaron que, al tener mayor número de cabezas de ganado, tienen mayor posibilidad de venta y más subsidios gubernamentales como el PROCAMPO Y PROGAN.

La crisis económica desde inicios de los años ochenta, y el deterioro ecológico que experimenta el campo mexicano, ha afectado sustancialmente al sector ganadero,

**Cuadro 5.** Distribución del número de unidades de producción.

Fuente principal de ingreso (Variables categóricas)	Estratos			Total
	Estrato I Agricultura y Conservación (n)	Estrato II Agricultura y Ganadería (n)	Estrato III Ganadería (n)	
Agricultura	16	1	0	17
Ganadería	0	51	10	61
Forestal	1	0	0	1
Empleado	1	0	0	1
Total	18	52	10	80

$\chi^2$  de Pearson=74.621 con 6 gl (P<0.005).

**Cuadro 6.** Descripción de la tecnificación en las unidades de producción por estratos.

Variables Categóricas	Estrato I. Agricultura y Conservación (n=18)	Estrato II. Agricultura y Ganadería (n=52)	Estrato III. Ganadería (n=10)
Tipo de Reproducción	Ninguna	Monta controlada (n=49)	Monta controlada (n=10)
Subsidios	Ninguno	PROGAN (n=19)	PROGAN (n=3)
Instalaciones en la unidad de producción	Ninguno	Embarcadero (n=50), pilas de agua (n=27), corral (n=27), manga (n=50), jagüey (n=20)	Embarcadero (n=10), pilas de agua (n=6), corral (n=10), manga (n=10), jagüey (n=4), Bodega (n=1)
Servicios	Ninguno	Agua potable (n=2)	Agua potable (n=2)
Técnicas de alimentación del ganado	Ninguno	Alimento balanceado (n=14), Sal mineral (n=49), Pastura (n=52)	Alimento balanceado (n=5), Sal mineral (n=10), Pastura (n=10)
Etapas del ganado en venta	Ninguno	Pie de cría (n=5), Becerro al destete (n=36), Novillo terminado (n=9)	Pie de cría (n=5), Becerro al destete (n=4), Novillo terminado (n=5)
Destino de la leche	Ninguno	Industria quesera y consumo familiar (n=5)	Industria quesera (n=3)
Raza del ganado	Ninguno	Suizo (n=40), Cebú (n=25), Nellore (n=1)	Suizo (n=8), Cebú (n=5), Nellore (n=3), Simbra (n=2)
Técnicas Agrosilvopastoriles	Ninguno	División de potreros (n=48), Rotación (n=48)	División de potreros (n=10), Rotación (n=10)

$\chi^2$  de Pearson=74.621 con 6 gl (P<0.005).

en especial a la ganadería ejidal (Galindo, 1999; Isaac-Márquez *et al.*, 2005; Manjarrez *et al.*, 2007). En el área de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta, la mayoría de los productores, realizan esta actividad con una fuerte presión sobre los recursos naturales y con restricciones organizativas, tecnológicas y económicas. La estratificación, permitió diferenciar las características de los productores, con el propósito de priorizar y planificar las investigaciones, para proponer, generar o adaptar tecnologías de producción que esté de acuerdo con las necesidades específicas de cada estrato socioeconómico y a favor del medio ambiente (Nuncio *et al.*, 2001). En las unidades de producción bovina, solo predominó el sistema extensivo tradicional, que demuestra una población muy homogénea entre estratos, con similitudes físico-ambientales, socioeconómicas y educativas. Estos factores se ven reflejados en algunas de las características propias del manejo e infraestructura del hato ganadero y de la unidad de producción. Manjarrez *et al.* (2007), señalan que, en esta región, los problemas que limitan los sistemas de producción son las enfermedades del ganado, seguido de escasez estacional de pastos, baja productividad del ganado, la comercialización y falta de créditos, la falta de asesoría técnica, la estacionalidad de los pastos y la presencia de enfermedades, reflejándose esto en la baja productividad.

La caracterización mostró diferencias en la estrategia de manejo y de producción, por ejemplo, en el Estrato I, se encontró la presencia de superficies importantes de vegetación nativa y acahuals que los productores comentaron piensan conservar debido a que ninguno se

dedica a la ganadería. Por otra parte, los productores del Estrato II y Estrato III, cuentan con menores superficies de vegetación nativa y acahuals, ante importantes superficies de praderas y realizan la actividad ganadera en mayor presencia, por lo que deforestan más que los productores del Estrato I.

La situación del mercado del ganado en el país no es favorable para las unidades de producción bovina y la región en la que se encuentra el Cañón del Usumacinta, complica aún más la situación porque la fisiografía es de sierra y lomeríos e influye en la falta de desarrollo en los sistemas de producción y concuerda con estudios de Isaac-Márquez *et al.* (2005) en donde se demuestra que las condiciones abruptas de los lomeríos y la sierra han limitado las áreas productivas a las pocas superficies planas o de menor pendiente, dificultando el aprovechamiento del uso de recursos. En contraparte, esto es lo que ha permitido la conservación de la selva y acahuals. Las condiciones de incertidumbre que prevalecen en el campo tabasqueño en donde elementos indirectos como las sequías, así como la falta de apoyo por parte del gobierno, gran inversión requerida para la producción, inestabilidad de los mercados, crisis políticas y económicas recurrentes, introducción de carne del extranjero y la poca rentabilidad de las explotaciones bovinas, están creando condiciones complejas que la mayoría de los productores en los ejidos de la reserva no pueden soportar (Galindo, 1999). Por lo que es necesario que éstos, busquen otro tipo de alternativas que a la vez que les permita mantener un ingreso, impacten menos los recursos e incluso reviertan las tendencias de deterioro.

Desde el punto de vista técnico y ecológico, el sistema extensivo tradicional, debe sentar las bases en el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y minimizar el de los insumos externos (Nuncio *et al.*, 2001), mediante el desarrollo de un modelo de ganadería, bajo una perspectiva de ordenamiento territorial. Con esto se hace más evidente que la producción de carne de res tiene que sentarse sobre nuevas bases y ellas incluyen la necesidad de preservar los recursos naturales y enfocarse hacia una ganadería sustentable, de tipo empresarial, desplazando el predominio de las prácticas conservadoras y tradicionales en el manejo de las unidades ganaderas extensivas (Chauvet, 1999). Otros modelos sostenibles para los pequeños y medianos productores del sistema extensivo tradicional en Latinoamérica son: el silvopastoril (que promueve la producción de madera, arbustos y frutales con la producción de ganado), el agro pastoril (que promueve la producción agrícola unido a la producción de ganado y uno muy próximo el agroturismo (que promueve la producción agropecuaria unida al turismo) (García-Aguilar, 2007).

## CONCLUSIONES

**En el área** de protección de flora y fauna, Cañón del Usumacinta, en Tenosique Tabasco, se identificó un sistema de producción bovina: "Extensivo Tradicional", representado en tres estratos (I. Agricultura y Conservación, II. Agricultura y Ganadería, y III. Ganadería), con bajo nivel tecnológico donde el nivel socioeconómico y educativo afecta los sistemas de producción. La fisiografía es desventajosa para la tecnificación, por el poco acceso a servicios que afectan a los canales

de comercialización y debido a esto, existe persistencia de vegetación selvática. Se comprueba que, desde el punto de vista técnico y ecológico, las opciones para el sistema ganadero extensivo tradicional deben sentar las bases en el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y minimizar el de los insumos externos mediante el desarrollo de modelos de ganadería, desde una perspectiva de ordenamiento territorial.

## LITERATURA CITADA

- Arreola-Muñoz, A., Reyes-Barrón, M.C. Segura-Bertollini, E.C., Hernández-Zárate, L.O. & López de Llergo-Juárez, J.G. (2011). Ordenamiento Territorial de la Microrregión Cañón del Usumacinta, Municipio de Tenosique, Tabasco. Villahermosa, México: SERNAPAN
- Arriaga, L. J. Espinoza, J., C. Aguilar, C., & Martínez, E. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cabrera-Pérez, S., Ochoa-Gaona, S., Mariaca-Méndez, R., González-Valdivia, N., Guadarrama-Olivera, M., & Gama, L. (2013). Vulnerabilidad por aprovechamiento y distribución de especies leñosas desde la perspectiva comunitaria en la reserva Cañón del Usumacinta, Tabasco, México. *Polibotánica*, (35), 143-172.
- Chauvet, M. (1999). La ganadería bovina de carne en México: De auge a la crisis. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco.
- Diario Oficial de la Federación (2008). Decreto por el que se declara área natural protegida con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Cañón del Usumacinta, localizada en el Municipio de Tenosique, en el Estado de Tabasco. Ciudad de México: Cámara de Diputados, H Congreso de la Unión.
- Galindo, A. A. (1999). Conservación de los recursos naturales y ganadería en el estado de Tabasco, México. (Tesis de maestría). San Cristóbal de las Casas, Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur.
- Galindo, A. A. (2001). Delimitación de un área natural protegida: "Parque Estatal Cañón del Usumacinta". Informe técnico. Villahermosa, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- García-Aguilar, A.J. (2007). El modelo de la ganadería extensiva y la destrucción de los bosques en la República de Panamá: 1950-2000 (Tesis Doctoral), Ciudad de Panamá: Universidad de Panamá.
- Hernández-López, A., López-Alamilla, E., Rodríguez Ramírez, A., & Aquino-Bravata, V. (2013). Diagnóstico del uso de la fauna silvestre, en el área de protección de flora y fauna "Cañón del Usumacinta", Tenosique Tabasco. *Ra Ximhai*, 9(1), 1-13.
- Isaac-Márquez, R., De-Jong, B., Eastmond, A., Ochoa-Gaona, S., Hernández, S., & Kantún, M.D. (2005). Estrategias productivas campesinas: un análisis de los factores condicionantes del uso del suelo en el oriente de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 21(42), 57-73.
- Manjarrez-Muñoz, B., Hernández-Daumás, S., De-Jong, B., Nahed-Toral, J., Dios-Vallejo, O.O.D. & Salvatierra-Zaba, E.B. (2007). Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco. *Investigaciones geográficas*, (64), 90-115.
- Nuncio-Ochoa, G., Nahed-Toral, J., Díaz-Hernández, B., Escobedo-Amezcuca, F., & Salvatierra Izaba, E.B. (2001). Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia*, 35(4), 469-477.
- Padua, J., Ahman, I., Apezechea, H. & Borsotti, C. (1996). Técnicas de Investigación Aplicadas a las Ciencias Sociales. Ciudad de México: Fernández Editores, Colegio de México.
- Valerio, D., García, A., Acero, R., Castaldo, A., Perea, J., & Martos, J. (2004). Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. *Anim Gestión*, 1, 1-9.
- Zar J., H. (1984). *Biostatistical Analysis*. 2d. Ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.





**“Las especies y razas animales criollas y autóctonas además de ser fuente de alimento, son vida sustentable, identidad, cultura y tradición”**

**VERACRUZ, MÉXICO**

**9 - 12 DE OCTUBRE DE 2019**

[www.congresofirc.com/congreso-2019](http://www.congresofirc.com/congreso-2019) • [congresoveracruz@congresofirc.com](mailto:congresoveracruz@congresofirc.com)

# Maestría Paisaje y Turismo Rural

Becas



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



## Perfil de ingreso

- Turismo
- Biología
- Agronomía
- Ingeniería ambiental
- Desarrollo comunitario
- Arquitectura del paisaje
- Áreas afines



## Fechas de ingreso

- Último día hábil de Mayo para su ingreso en Agosto.
- Último día hábil de Septiembre para su ingreso en Enero.



## Requisitos de ingreso

- Promedio mínimo de 8.0, o superior
- Examen EXANI III del CENEVAL, al menos 925 puntos
- Examen TOEFL, al menos 400 puntos



**COLEGIO DE  
POSTGRADUADOS**  
CAMPUS CÓRDOBA



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL

[www.colpos.mx](http://www.colpos.mx)

<https://www.colpos.mx/posgrado/ptr/>



## Informes



271 180 57 56



01 (271) 71 66000, 55 y 57



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



@Postgraduados  
@PaisajeyTurismoRural