



# LACANDONIA

Revista de Ciencias de la UNICACH

Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
Año 9, vol. 9, núm. 1, enero-junio de 2015, ISSN: 2007-1000, \$70.00 m.n.







*Chincuya (Annona purpurea)*, Ver p. 37



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

## Directorio

### Rector

Ing. Roberto Domínguez Castellanos

### Secretario General

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca

### Abogado General

Lic. Adolfo Guerra Talayero

### Secretario Académico

Mtro. Florentino Pérez Pérez

### Directora de Investigación y Posgrado

Dra. María Adelina Schlie Guzmán

### Editor responsable

Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts

### Director de Extensión Universitaria

Lic. Roberto Ramos Maza

### Comité Editorial

BIOLOGÍA: Dr. Miguel Ángel Pérez-Farrera y Dr. Gustavo Rivera Velázquez

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

### Colaboradores

Adán E. Gómez González, Adriana Caballero Roque, Alejandra Rivera Serrano, Candelario Cundapí-Pérez, Carlos R. Beutelspacher, Carolina Orantes García, Cristian Tovilla-Hernández, Ebodio Maciel-Baltazar, Eduardo Alejandro Chong-Rodríguez, Emilio I. Romero-Berny, Ernesto Velázquez-Velázquez, Freddy Chanona Gómez, Fredi E. Penagos García, Gabriela Palacios Pola, Greysi I. Fernández Ramírez, Iván Moreno-Molina, Ivonne Rodríguez-Estrada, Jesús E. Pérez-Sánchez, Joanna Acosta-Velázquez, José Melquiades Solis-Jiménez, Julio E. De Coss Villatoro, Lilia del C. Ramos-Arreola, Luis J. Caloca Peña, Manuel de Jesús Anzueto-Calvo, Marco A. García-Jiménez, Marisol Castro-Moreno, Miguel Ángel Peralta-Meixueiro, Omar S. Gutiérrez-Morales, Oscar Farrera Sarmiento, Otoniel Jiménez-Lang, Patricia E. Pérez-López, Patricia I. Meza Gordillo, Paulina Ayvar Ramos, Roberto Luna-Reyes, Salvador Santamaría-Damián, Viridiana García Natarén, William Ramos-Arreola.

**Jefe de oficina editorial:** Ricardo García Robles

**Diseño y formato:** Salvador López Hernández

**Diseño de portada:** Manuel Cunjamá

El contenido de los textos es responsabilidad de los autores.  
Costo \$ 70.00 m.n.

REVISTA LACANDONIA, año 9, vol. 9, no. 1, enero-junio de 2015, es una publicación semestral editada por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas a través de la Dirección de Extensión, edificio de Rectoría. 1a. Sur Poniente no. 1460, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel. 01 (961) 61 7 04 00 extensión 4040, editorial@unicach.mx.

Editor responsable: Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120712081500-102, ISSN: 2007-1000. Impresa por Talleres de Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V. Municipio Libre 175, Nave Principal, col. Portales, Del. Benito Juárez, México D.F., C.P. 03300. Tel. (55) 5-605-81-75 este número se terminó de imprimir en junio de 2015 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Primer registro del hongo comestible *Amanita jacksonii* Pormeleanu (Fungi: Agaricales: Amanitaceae) para la zona centro del estado de Chiapas..... 7  
**Freddy Chanona Gómez**  
**Viridiana García Natarén**

Evaluación de la actividad tóxica de una cepa de *Synechococcus* sp. (Cyanophyta: Chroococcales) aislada del Sistema Lagunar Mar Muerto, Chiapas, México ..... 9  
**Ebodio Maciel-Baltazar**

Una nueva especie de *Stelis* Sw. (Orchidaceae: Pleurothallidinae) de Chiapas, México .....17  
**Carlos R. Beufelspacher**  
**Iván Moreno-Molina**

Cambios en la cobertura de los manglares y modificación del terreno en el Sistema Lagunar Los Patos-Sólo Dios, en la costa de Chiapas, México.....21  
**Salvador Santamaría-Damián**  
**Joanna Acosta-Velázquez**  
**Emilio I. Romero-Berry**  
**Cristian Tovilla-Hernández**

Chayote (*Sechium edule* L.) y calabaza (*Cucurbita pepo* (Jacq.) Sw.): opción de botanas saludables.....31  
**Adriana Caballero Roque**  
**Gabriela Palacios Pola**  
**Patricia I. Meza Gordillo**  
**Greysi I. Fernández Ramírez**  
**Paulina Ayvar Ramos**

Plantas útiles multipropósitos en una comunidad del area de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote, Chiapas, México..... 37  
**Oscar Farrera Sarmiento**  
**Carolina Orantes García**

Efecto alelopático de los extractos vegetales de *Eucalyptus globulus* Labill (myrtaceae) sobre *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae) ... 45  
**Eduardo Alejandro Chong-Rodríguez**  
**Marisol Castro-Moreno**

Ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, México .....51  
**Ivonne Rodríguez-Estrada**  
**Fredi E. Penagos García**

Variación espacio-temporal del ensamblaje de peces del río Chiquito, tributario del río Grijalva, Chiapa de Corzo, Chiapas, México .....59  
**José Melquiades Solís-Jiménez**  
**Manuel de Jesús Anzueto-Calvo**  
**Ernesto Velázquez-Velázquez**  
**Miguel Ángel Peralta-Meixueiro**  
**Gómez-González A. E.**



Registros adicionales recientes, distribución potencial y notas sobre el hábitat y ecología de la *salamandra saltarina negra Ixalotriton niger* (Caudata: Plethodontidae).....65

**Roberto Luna-Reyes**  
**Patricia E. Pérez-López**  
**Marco A. García-Jiménez**  
**Otoniel Jiménez-Lang**  
**Omar S. Gutiérrez-Morales**  
**Candelario Cundapi-Pérez**  
**Julio E. De Coss Villatoro**  
**Luis J. Caloca Peña**  
**Jesús E. Pérez-Sánchez**  
**Alejandra Rivera Serrano**

Conocimiento y uso tradicional de vertebrados silvestres en ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas.....79

**William Ramos-Arreola**  
**Lilia del C. Ramos-Arreola**  
**Adán E. Gómez González**



# PRESENTACIÓN

**E**n este número, continuamos con la publicación de artículos de diversa índole, pero principalmente sobre flora y fauna de Chiapas, entre ellos: “Primer registro del hongo comestible *Amanita jacksonii* Pormealeu (Fungi: Agaricales: Amanitaceae) para la zona centro del estado de Chiapas”; “Evaluación de la actividad tóxica de una cepa de *Synechococcus* sp. (Cyanophyta: Chroococcales) aislada del Sistema Lagunar Mar Muerto, Chiapas, México”; se describe: “Una nueva especie de *Stelis* Swartz (Orchidaceae: Pleurothallidinae) de Chiapas, México”; otro sobre “Cambios en la cobertura de los manglares y modificación del terreno en el Sistema Lagunar Los Patos-Sólo Dios, en la costa de Chiapas, México”; uno más sobre “Plantas útiles multipropósitos en una comunidad del área de influencia de las reservas de la biósfera La Sepultura y El Ocote, Chiapas, México”; “Efecto alelopático de los extractos vegetales de *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae) sobre *Tabebuia donnell-smithii* Rose

(Bignoniaceae)”; el hallazgo y registro de los primeros “Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, México”; uno sobre la “Variación espacio-temporal del ensamblaje de peces del río Chiquito, tributario del río Grijalva, Chiapa de Corzo, Chiapas, México”, “Registros adicionales recientes, distribución potencial y notas sobre el hábitat y ecología de la *salamandra saltarina negra Ixalotriton niger* (Caudata: Plethodontidae)”, así como uno más sobre el “Conocimiento y uso tradicional de vertebrados silvestres en ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas, México”. Además de un artículo sobre nutrición: “Chayote (*Sechium edule* L.) y calabaza (*Cucurbita pepo* Jacq.): opción de botanas saludables”.

Carlos R. Beutelspacher,  
Editor





# Primer registro del hongo comestible *Amanita jacksonii* Pormealeu (Fungi: Agaricales: Amanitaceae) para la zona centro del estado de Chiapas

Freddy Chanona Gómez<sup>1,2</sup>

Viridiana García Natarén<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Estatal de Salud Pública, Boulevard Salomón González Blanco núm. 3452, C.P. 29040, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, |<sup>2</sup> Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Código Postal 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: e-mail: fredpeluche2006@hotmail.com

## RESUMEN

Se registra por primera vez la especie de *Amanita jacksonii* Pormealeu para el municipio de Cintalapa, Chiapas. El único ejemplar fue recolectado en un bosque de pino-encino.

**Palabras clave:** distribución, *Amanita*, Chiapas, México.

## ABSTRACT

The registers for the first time the specie of *Amanita jacksonii* Pormealeu for the municipality of Cintalapa, Chiapas. The specimen was collected in wood pino-encino.

**Keywords:** distribution, *Amanita*, Chiapas, México

## INTRODUCCIÓN

La variada mezcla de ecosistemas existentes en el estado de Chiapas cuenta a su vez con una alta diversidad de especies fúngicas conformada por un indefinido número de especies aún por descubrir. Destaca por ello, el género *Amanita* el cual a pesar de ser uno de los más estudiados en nuestro país. (Villanueva-Jiménez *et al.*, 2006) su conocimiento es incompleto para el estado, descubriéndose constantemente nuevas especies, registros o ampliándose el rango de distribución de éstas. Debido a la escasez de estudios y la importancia de este género ya que incluye tanto especies comestibles como tóxicas (Pardavé, 2001), se decidió presentar el presente documento, con la finalidad de ampliar el rango de distribución de esta especie (*Amanita jacksonii*) para el estado de Chiapas.

Hernández y Moreno (2010) afirman que el género *Amanita* tiene una fuerte demanda por encontrarse entre los preferidos en la gastronomía tradicional, destacándose por ello los conocidos “yuyos” y/o “yemas”, nombre vernáculo que incluye una variedad de especies, entre las que se encuentra *A. jacksonii*. Al parecer estos hongos son recolectados para su venta en mercados y/o tianguis locales, o bien para autoconsumo.

## MATERIAL EXAMINADO

El 9 de octubre del 2014, se encontró un ejemplar con hábito terrestre en un bosque de pino-encino localizado en el ejido Plan de Guadalupe II del municipio de Cintalapa, Chiapas. El espécimen fue depositado en el Laboratorio Estatal de Salud Pública en donde se realizó la identificación taxonómica mediante las obras de Tulloss (2005); López y García (2012).

## DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLAR ESTUDIADO

Basidioma con sombrero de 6.6 cm de diámetro, ovalado-umbonado cuando joven o inmaduro y convexo-umbonado cuando adulto, liso, ligeramente pegajoso a subviscoso y de color rojizo-naranja brillante en el centro, con bordes amarillentos estriados (figura 1). Láminas amarillentas, de 2.6 cm de largo, delgadas, adnadas. Lámelulas de color similar a las láminas. Pie central, hueco, de 8 cm de largo y 2 cm de ancho, cilíndrico; desde amarillo hasta amarillo rojizo, virando a café rojizo cuando seco, con escamas, estrías y/o zonas fibrilosas desde color naranja hasta café-naranja. Anillo membranáceo, estriado en el borde y liso en la parte superior, con tonalidades naranja



amarillento. Volva blanca, membranosa-globosa, libre, delgada, con tres lóbulos, superficie exterior ligeramente lisa, de 3.5 cm de largo y 3 cm de ancho. Contexto amarillento-blanquecino. Olor no desagradable.

Esporas desde 8.5 hasta 10.4  $\mu\text{m}$  X 6.5-7.93  $\mu\text{m}$ ., Q: 1.37, subglobosas, granuladas, apiculadas, inamiloide, hialinas con KOH, pared delgada. Basidio tetraspóricos, 32.96  $\mu\text{m}$  X 5.2  $\mu\text{m}$ , subcilíndrico, hialino, con esterigmas de 3.07  $\mu\text{m}$  de largo (figura 2).

La sinonimia de esta especie es *Amanita umbonata* Pormeleau; *Amanita tullossii* Guzmán & Ram-Guill (López y García, 2012).

## HABITAT

Solitario o en pequeños grupos, sobre el humus del bosque de pino-encino. Esta especie es común en México, por lo que ha sido descrita para el parque ecológico El Haya localizado en el estado de Jalisco (López y García, 2012).

## DISCUSIÓN

Hernández y Moreno (2010) afirman que esta especie se consume y comercializa en los tianguis de Hidalgo,

conociéndosele comúnmente como “yema”. Guzmán y Ramírez (2011) afirman que el complejo *Amanita caesarea* estaba conformado por seis especies (*A. basii*, *A. tecomante*, *A. tullossii* y *A. yema*). Sin embargo, debido a las discrepancias existentes entre las variedades de Estados Unidos, Canadá, México, Europa, Asia y África, se determinó que este complejo estuviera formado por 13 especies, divididas en dos familias siendo la diferencia entre estas; el espesor del subhimenio. Actualmente *Amanita jacksonii* presenta un problema taxonómico con *Amanita tullossii*. La primera de ellas pertenece a la familia Hemibaphae, mientras que la segunda a la Caesareae (Guzmán y Ramírez, 2011).

Al comparar las estructuras tanto microscópicas como macroscópicas de la muestra analizada con la citada por López y García (2012) podemos observar que concuerdan perfectamente tanto en tamaño, forma y color.

En Chiapas, Ruan y García (2013) señalan haberla observado en la zona de los Altos (San Cristóbal de Las Casas) a donde se comercializa con el nombre vernáculo de “yema”, sin embargo, al parecer es rara en la zona de recolección por lo que nunca había sido observada y/o recolectada para el municipio de Cintalapa, Chiapas.

## LITERATURA CITADA

GUZMÁN, G. & F. RAMÍREZ, 2011. The *Amanita caesarea*-complex. J. Cramer. Germany.

HERNÁNDEZ, G. y A. MORENO F., 2010. Hongos comestibles del género *Amanita* en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo, México. *Etnobiología*. 8: 31-38.

LÓPEZ, A. y J. GARCIA, 2012. *Amanita jacksonii* Pormeleau. Agaricales: Amanitaceae. *Funga veracruzana*. 136: 1-5.

PARDAVÉ, D.Z., M., 2001. Contribución al conocimiento del género *Amanita* en el estado de Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia*. (25): 11-16.

RUAN, F. y W. GARCIA, 2013. Cap. 4: Uso de los hongos macroscópicos: estado actual y perspectiva, p. 243-258. En: Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (eds.), *La Biodiversidad en Chiapas*. Volumen 1. CONABIO-Gobierno del estado de Chiapas, México, D. F. 553 p.

TULLOSS, R., 2005. *Draft keys to species of Amanita occurring in the Northeastern U.S.A. and Eastern Canada*. New Jersey, U.S.A.

VILLANUEVA-JIMÉNEZ, E., M. VILLEGAS RIOS, J. CIFUENTES B. y H. LEÓN-AVENDAÑO, 2006. Diversidad del género *Amanita* en dos áreas con diferente condición silvícola en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 17-22.

# Evaluación de la actividad tóxica de una cepa de *Synechococcus* sp. (Cyanophyta: Chroococcales) aislada del Sistema Lagunar Mar Muerto, Chiapas, México

Ebodio Maciel-Baltazar <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Código Postal 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: emacielb@hotmail.com.

## RESUMEN

Las cianobacterias constituyen una amenaza potencial para la economía y la salud de las poblaciones humanas por ser formadoras de proliferaciones tóxicas en los cuerpos de agua dulce, salobre y marina, la variedad y el número de toxinas de cianobacterias conocidas está aumentando a ritmo acelerado, así como los incidentes de intoxicación asociados a ellas. En México la toxicidad por cianobacterias no se encuentra normada, por lo que este trabajo busca contribuir con evidencias al evaluar la actividad tóxica de uno de los géneros de cianobacterias más abundantes en los sistemas costeros.

**Palabras clave:** cianotoxinas, hepatotoxinas, neurotoxinas, picoplancton, bioensayo.

## ABSTRACT

Cyanobacteria are a potential threat to the economy and health of human populations to be forming toxic in bodies of fresh, brackish and seawater proliferation, variety and number of cyanobacterial toxins known is growing apace and poisoning incidents associated with them, in Mexico cyanobacterial toxicity is not regulated, so this work aims to contribute to evidence in evaluating the toxic activity of one of the most abundant genera of cyanobacteria in coastal systems.

**Keywords:** cyanotoxins, hepatotoxins, neurotoxins, picoplankton, bioassay.

## INTRODUCCION

La *eutrofización*, término utilizado para designar el proceso que presentan algunos sistemas acuáticos desde un estado pobre en nutrientes (oligotrófico) hasta un estado con elevada concentración de los mismos y con alta productividad que se manifiesta en una intensa proliferación y acumulación de microalgas, así como en el deterioro de la calidad del agua. La eutrofización es causada especialmente por compuestos en forma de amonio, nitratos y fosfatos provenientes de la utilización de los fertilizantes en la agricultura, de las descargas de aguas residuales urbanas y del vertido de efluentes de sectores industriales que inciden en la calidad del agua y cambios en la composición de especies fitoplanctónicas favoreciendo el crecimiento de las cianobacterias. En los últimos años se ha hecho énfasis a las especies que forman proliferaciones, en el caso de las cianobacterias se conocen como florecimientos masivos tóxicos (Cyanobacterias por sus siglas en inglés) y en el efecto que tienen las

toxinas producidas por cianobacterias en la salud humana (Carmichael, 1994; OMS, 1998; Azevedo, 2000), así como en moluscos, crustáceos y peces que se encuentran en condiciones de cultivo (Ochoa *et al.*, 2004).

De acuerdo al mecanismo de acción en los vertebrados las toxinas de las cianobacterias pueden ser clasificadas en tres categorías: neurotóxicas, hepatotóxicas y dermatotóxicas, así como también se pueden separar por su estructura química en péptidos cíclicos, alcaloides y lipopolisacáridos (Van Apeldorn *et al.*, 2007, Cusick *et al.*, 2013). En general la estructura química de las cianotoxinas es muy diversa y compleja, en consecuencia, los efectos fisiológicos en los organismos afectados también varían mucho. La carencia de un grupo o estructura orgánica simple con propiedades cromogénicas que faciliten su detección por métodos químicos, hace necesaria la aplicación de metodologías complejas que requieren personal experto o de infraestructura cara. En general los métodos para la determinación de toxinas han estado orientados a la identificación microscópica de las especies



apoyada con la valoración de la toxicidad principalmente mediante bioensayos con animales (Roset *et al.*, 2001, Reguera, 2002), el método usado con mayor frecuencia es el bioensayo con ratones, esta técnica es muy eficaz pero poco selectiva y de baja sensibilidad, su ventaja radica en el hecho de que en poco tiempo logra medir la toxicidad total de una muestra (Carmichael, 1997; Franco *et al.*, 2003). En México los estudios asociados a cianobacterias tóxicas de origen marino son escasos en comparación a los de cianobacterias dulceacuícolas y más aún a los de otras microalgas, las referencias disponibles de episodios documentados en nuestro país se refieren a las anomalías reproductivas, fisiológicas y mortalidad de camarones bajo cultivo (Cortés-Altamirano *et al.*, 2003, Pérez-Linares, 2003), se han reportado irritaciones en piel y molestias en vías respiratorias altas de personas que estuvieron en contacto con un FAN o sus aerosoles (Cortés-Altamirano & Licea-Durán, 1999).

El género *Synechococcus* ha sido mencionado como productor de sustancias con actividad tóxica (Skulberg *et al.*, 1983, Mitsui *et al.*, 1989, Crawford & Swoboda, 2000, Kebernick & Neilan, 2001, Fleming & Stephan, 2001), su importancia radica en que es considerado como cosmopolita en agua oceánica donde alcanza concentraciones que van de  $10^2$  a  $10^6$  cel.  $\text{ml}^{-1}$  junto con especies del género *Prochlorococcus* forman parte del picoplancton son las cianobacterias unicelulares más abundantes en el océano y los principales productores primarios base de las cadenas tróficas en ambientes salobres o marinos, responsables de hasta el 50% de la fijación de  $\text{CO}_2$  y por tanto los mayores participantes en el ciclo global del carbono (Pearl *et al.*, 2011).

Este trabajo busca contribuir con el conocimiento de la presencia de cepas tóxicas de cianobacterias en el estado de Chiapas y su potencial efecto en la salud humana, los animales domésticos y los ecosistemas acuáticos en general, además de mencionar al bioensayo en ratón como un método útil en la determinación de cianotoxinas con fines de monitoreo.

## MÉTODO

El sistema lagunar conocido como Mar Muerto se localiza frente al Golfo de Tehuantepec forma parte de los estados de Oaxaca y Chiapas ocupando una superficie de 68,310 ha, la comunicación del cuerpo lagunar con el mar se realiza por medio de una boca permanente que tiene una anchura aproximada de 2 000 m, presenta un clima cálido subhúmedo lluvias en verano con menos del 5% de la precipitación anual durante el invierno y una oscilación térmica ambiental menor de  $5^\circ\text{C}$  (Contreras, 2010).

La toma de muestras se realizó de forma directa aproximadamente 30 cm por debajo de la superficie del agua en seis estaciones de muestreo frente a la comunidad de Paredón Chiapas durante los meses de febrero a mayo de 2005 (figura 1), el contenido fue depositado en frascos de polipropileno al cual se adicionó medio de cultivo (solución comercial Guillard's *f/2*, Sigma. Co. 50x).

Los organismos fueron aislados con ayuda de microcapilares y depositados en las cavidades de una microplaca de cultivo celular que fue llevada a condiciones de incubación con un fotoperíodo de 8 x 16 horas y revisadas hasta observar un "crecimiento significativo" (botón compacto verde brillante). Para asegurar el aislamiento monoespecífico y como medida de control del cultivo en condiciones axénicas se siguió la estrategia de obtener colonias dispersas inoculando cajas Petri con rayado en estrías en medio sólido (figura 2A), las cajas inoculadas se observaron diariamente hasta notar una diferenciación en las colonias, las colonias que se encontraban ubicadas en los extremos más alejados se separaron para ser diluidas en tubos con 5 ml de medio líquido fresco y se observaron al microscopio para su identificación, la determinación de la cepa se basó en reconocer las características fenotípicas de los individuos hasta nivel de género utilizando los trabajos de Castenholz & Waterbury (1989); Rippka *et al.* (1979), Steiner *et al.* (1971).

Confirmado el aislamiento e identificada la cepa, el contenido de los tubos fue transferido a tubos con 10 ml de medio considerados como la "cepa aislada" (figura 2B), de éstos se transfirió un inóculo a matraces Erlen Meyer con 100 ml de medio "cultivo inicial" (figura 2C) que da origen al escalamiento en volúmenes de un litro (figura 2D-E) cuatro litros (figura 2F) y 18 L (figura 2G) en esta última etapa se empleó el fertilizante foliar Nitrofoska (NK) diluido en agua de mar estéril a una concertación del 20%.

Para conocer el momento adecuado del escalamiento es necesario conocer las fases de crecimiento de los cultivos, el crecimiento se expresó como el incremento de biomasa en forma de número de células (cél/ $\text{mL}$ ), y en unidades de absorbancia de clorofila (Chl  $\alpha$ ) por el método de densidad óptica (D.O.), se tomaron alicuotas de 5 ml del cultivo inicial cada tercer día a partir del tiempo 0 (día de la inoculación) hasta alcanzar la fase estacionaria, se empleó 1 ml de para llevar a cabo el conteo celular en un hematocitómetro de Neübauer, el sobrante se empleó para la determinación de la D.O en un espectrofotómetro marca Labomed Inc a una absorbancia de 665 nm.

Los volúmenes de biomasa cosechados se obtuvieron mediante centrifugación a 4500 rpm, durante 10 minutos en una centrífuga HETTICH, Universal 32R. Una vez

obtenido el botón celular se congeló a  $-4^{\circ}\text{C}$  para realizar el proceso de extracción. Con el fin de separar el mayor número de sustancias activas se utilizaron dos estrategias, una extracción en medio ácido similar al efectuado para extraer toxinas del tipo paralizantes que se encuentra descrito en AOAC (2005) a 50 g de biomasa se adicionó 50 ml de HCl 0.18 N ajustando el pH entre 2-4 se calentó hasta ebullición por cinco minutos. Se dejó enfriar para su centrifugación y el sobrenadante es separado para realizar el bioensayo y una extracción orgánica donde se realizaron cinco tratamientos utilizando disolventes con diferente polaridad (metanol, etanol, acetona, diclorometano y hexano) con un blanco como testigo para cada uno de ellos. La extracción consistió en mezclar 35 g biomasa con 100 ml del disolvente, la mezcla se mantuvo en agitación permanente protegida de la luz durante 24 horas, cumplido el tiempo se separó el sobrenadante y se reservó, al residuo con biomasa se adicionó un volumen de disolvente necesario para recuperar los 100 ml iniciales repitiendo el proceso para obtener una segunda extracción y reunir los sobrenadantes que fueron evaporados a sequedad para obtener el extracto orgánico total, el cual fue resuspendido en una solución de Tween 60 al 1% en suero fisiológico para ser usado en la prueba de toxicidad.

La prueba de toxicidad (figura 3 A-B) consistió en inocular vía inyección intraperitoneal (i.p) 1 ml del extracto obtenido en cada tratamiento a lotes de cinco ratones albinos con un peso de  $20 \pm 2$  g, dos lotes para el extracto y uno más para el control, los ratones inoculados se mantuvieron en observación y en caso de muerte < 60 minutos se registró el tiempo de muerte (tm) y la sintomatología presentada.

El análisis estadístico para el análisis del crecimiento de la cepa, consistió en realizar una prueba de correlación y determinación entre la curva de crecimiento expresada en cel  $\text{ml}^{-1}$  y los valores de D.O.

Para evaluar los resultados del bioensayo entre tratamientos positivos (cuadro 1) se aplicó un análisis de varianza utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.005$  con la finalidad de probar la hipótesis nula “el tiempo de muerte entre tratamientos es diferentes”.

## RESULTADOS

Las características morfológicas de la cepa aislada (figura 4 A-B) fueron células con forma oval a elipsoidal de  $5 \mu\text{m}$  de largo por  $1.5 \mu\text{m}$  de ancho sin presencia de mucilago, los individuos en la muestra silvestre se presentaron en forma solitaria y en cadenas de hasta ocho células, en el cultivo predominaron las células solitarias principalmente

durante las primeras fases del crecimiento, conforme el cultivo avanza e incrementa su biomasa se observa como patrón la formación de cadenas de hasta cuatro células.

El crecimiento de la cianobacteria (figura 4C) presentó una fase lag de tres días, seguida por una marcada fase exponencial durante los nueve días siguientes, a partir del día 10 se observa una fase de crecimiento hasta alcanzar una densidad máxima de  $67'456, 250 \text{ cel/ml}$  en el día 15 de cultivo, después se observó un leve decaimiento durante la fase estacionaria, marcado por incrementos episódicos considerados como dentro de la misma fase hasta el día 25. El coeficiente de determinación  $r^2 = 0.92944$  y el coeficiente de correlación  $r = 0.9641$

La biomasa obtenida fue de 440 g de peso fresco que fue utilizada para realizar el bioensayo el que resultó negativo para los extractos obtenidos por el método AOAC para saxitoxina, para los extractos orgánicos de metanol, así como para los extractos de mayor polaridad (diclorometano y hexano).

Los resultados positivos se dieron con los extractos de etanol y acetona, la sintomatología presentada (figura 3C-F) fue diarrea profusa, agotamiento, convulsiones y muerte por falla respiratoria.

## DISCUSIÓN

El coeficiente de correlación obtenido en la regresión lineal y entre las variables de conteo, muestran un buen ajuste entre la ecuación obtenida y los valores observados; además, se obtuvo un coeficiente de determinación alto indicados en la figura 4, que nos muestra la existencia de una relación entre los valores de densidad óptica y los de cel/ml.

Los síntomas durante la muerte de los ratones fueron similares a los presentados por toxinas paralizantes del tipo de la saxitoxina y sus análogos, sin embargo, los extractos obtenidos mediante el método de extracción para este tipo de compuesto resultó negativo, de tal manera que se descarta la presencia de que la causa de muerte se debe a este tipo de compuesto.

Carmichael *et al.* (1975) y Carmichael *et al.* (1990) encontraron la presencia de neurotoxinas del tipo de las anatoxinas a partir de extractos etanólicos que fueron inoculados en ratones, estos presentaban continencia urinaria, convulsiones y muerte por paro respiratorio en un tiempo desde 4 hasta 7 minutos, tiempo de muerte similar a los resultados obtenidos en este estudio, la sintomatología de los ratones en este estudio también son similares a los expresados en Azevedo (2000) además el tiempo de muerte para anatoxinas que consideran Crawford &

Swoboda (2000), Nicholson & Burch (2001), Sivonen & Jones (1999) de un rango entre 1-15; 2-30 y 4-7 minutos respectivamente, lo que hace suponer la presencia de este tipo de neurotoxinas en los extractos orgánicos obtenidos con etanol y acetona en este estudio.

Sin embargo, el daño hepático observado en las necropsias sugiere la presencia de hepatotoxinas, esta misma condición fue observada por Konstanze *et al.* (1997) al realizar necropsias en ratones después de ser expuestos a microcistinas. Carmichael & Renhui (2006) mencionan que en de cepas de *Synechococcus* sp. observaron la presencia de microcistina L-R y microcistina Y-R identificadas por método de ELISA (Enzyme Linkend Immunosorbent Assay) y confirmada por Cromatografía de Líquidos/ Espectroscopía de Masas (LC/MS).

Las microcistinas son el tipo más común de toxinas producidas por cianobacterias y con la mayor toxicidad aguda (Harada *et al.*, 1999), contrariamente a lo expresado por Crawford & Swoboda (2000); Konstanze *et al.* (1997); Nicholson & Burch (2001) y Sivonen & Jones (1999) donde mencionan un tiempo de muerte para las microcistinas mayor a una hora, Carmichael *et al.* (1990) indican la existencia de un tipo de microcistina con aminoácidos L-A en su estructura, que provocan una muerte mucho más rápida por inyección en ratones y las coloca dentro del grupo de las llamadas toxinas de acción rápida (Fast Active Toxin).

Por último hay que considerar que un mismo género de cianobacteria puede contener varios tipos de toxinas Carmichael (1995) menciona que algunos géneros de cianobacterias pueden producir tanto neurotoxinas como hepatotoxinas, mientras que Harada *et al.* (1999), sugieren que cuando más de un tipo de cianotoxina está presente, la toxina de acción más rápida puede enmascarar los síntomas de las demás por lo que se puede presumir que la muerte de los ratones pudo haber sido un efecto sinérgico de la variedad de compuestos existentes en los extractos orgánicos obtenidos.

No se rechaza la hipótesis nula ya que el estadístico de prueba calculado cae entre las *f* de tablas, lo que nos

indica que la diferencias entre la varianza del tiempo de muerte no es significativa por lo tanto el compuesto activo extraído de la cepa de *Synechococcus* sp actúa de la misma manera en los dos tratamientos.

## CONCLUSIONES

La actividad tóxica por *Synechococcus* señalada en este trabajo indica que puede ser un acontecimiento más común en los ambiente salobres de lo que se ha reconocido hasta la fecha. Los resultados presentan un probable riesgo toxicológico por exposición a cianotoxinas a través de productos marinos que pueden afectar de manera crónica o aguda tanto a la fauna silvestre como a la población humana por acumulación en cadena alimenticia, con el fin de atenuar la intoxicación y muerte de organismos silvestres y cultivados, es necesario establecer un límite máximo permisible para el país de las diferentes toxinas de cianobacterias tanto en alimento como para agua de consumo humano y en lugares recreativos. A pesar del inconveniente para reconocer específicamente el tipo de toxina por medio del bioensayo en ratón, el presente estudio refuerza la validez de este método como una herramienta técnica en el control y monitoreo dentro de los programas de evaluación de contaminación ambiental, además deben ser considerados indispensables en el control de riesgos que afecten la salud pública por exposición a ficotoxinas. A medida que las investigaciones avancen y abarquen un mayor número de regiones se encontrarán más especies tóxicas, por lo que es prudente esperar cierto potencial tóxico en cualquier población de cianobacterias, ante este escenario las futuras investigaciones deben implicar nuevas técnicas para la determinación de toxinas tales como la cromatografía, los análisis enzimáticos, las técnicas inmunológicas y moleculares, que involucren monitoreos para el conocimiento de especies tóxicas en cuerpos de aguas de agua dulce, salobres y marinos, principalmente los que abastecen de agua o productos alimenticios a las poblaciones.

## LITERATURA CITADA

- AOAC, 2005, PSP. Biological method. Find action sec 959-08. En: Herllrich, K (Ed). *Oficial methods of analisis*. 18 th edition Asociation of Official Analitic Chemist. Arlington, Virginia, USA. Pp. 881-882.
- AZEVEDO, M.F.O.S., 2000. Toxinas de cianobacterias: causa e consecuencias para a saú de Pública. *Rev. Vit. Med.* 1 (3): 20-32.
- CARMICHAEL, W.W., 1994. The toxins of cyanobacteria. *Scientific American*. 270 (1): 78-86.



- , 1995. Cyanobacterial toxins. En: Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella. (Eds.). 1995. *Manual on harmful marine microalgal*. IOC. Manuals and Guides No. 33. Francia. Pp. 163-175.
- , 1997. *The Cyanotoxins*. In: Advances in botanical research, Vol. 27. Edited by J. Callow. London. Academic Press.
- , 2003. Cyanobacterial toxins. En: Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella. (Eds.). 1995. *Manual on Harmful Marine microalgal*. IOC. Manuals and Guides No. 33. Francia. Pp. 163-175.
- CARMICHAEL, W.W., D.F. BIGGS & P.R. GORHAM, 1975.** Toxicology and Pharmacological Action of *Anabaena flos-aquae*. *Toxin. Science*. 187: 542-544.
- CARMICHAEL, W.W. & LI DE RENHUI. 2006.** Cyanobacteria toxins in the Salton Sea. *Saline Systems 2 (1): 1-31*
- CARMICHAEL, W.W. N.A. MAHMOOD & E.G. HYDE, 1990.** Natural Toxins from Cyanobacteria (Blue-Green Algae). En: Sherwood, H. & G. Strichartz (Eds.). *Marine Toxins. Origin, Structure and Molecular Pharmacology*. USA. Pp. 87-106.
- CASTENHOLZ, R.W & J.B. WATERBURY, 1989.** Oxigenic photosynthetic bacteria group I. En: Staley J.T. M.P Bryant. N.P Fenning & J.G. Holt (Eds.). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 3 Williams & Wilkins. Pp. 1710-1727.
- CONTRERAS, F., 2010.** *Ecosistemas costeros mexicanos una actualización*. México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, p. 514.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. & S. LICEA-DURÁN, 1999.** Florecimiento de microalgas nocivas en estanques para cultivo semiintensivo de camarón en México. *Revista Latinoamericana de Microbiología 41: 157-166*.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R.A., SIERRA-BELTRÁN & S. GÓMEZ-AGUIRRE, 2003.** *Variación de la abundancia de cianobacterias en estanques para el cultivo del camarón*. Resumen, X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, del 22 al 26 de septiembre San José Costa Rica.
- CRAWFORD, S.D. & U.K. SWOBODA, 2000.** Cyanotoxins. Chapter 22. En: Whitton, B.A y M. Potts (Eds.). *The Ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pp. 613-632.
- CUSICK, K.D. & G.S. SAYLER, 2013.** An Overview on the Marine Neurotoxin, Saxitoxin: Genetics, Molecular Targets, Methods of Detection and Ecological Functions. *Marine Drugs, 11: 991-1018*.
- FLEMING, L.E. & W. STEPHAN, 2001.** *Blue-green Algae, Their Toxins and Public Health Tissues*. Report to the Florida Harmful Algal Bloom Taskforce. NIEHS. Marine and Freshwater Biomedical Sciences Center. University of Miami. Pp. 241-243.
- FRANCO, J.M., B. PAZA., P. RIOBÓ & S. FRAGA, 2003.** *Cultivos en gran volumen para estudiar la producción de toxinas*. Resumen, VIII Reunión Ibérica sobre fitoplancton tóxico y biotoxinas. Del 3 a 5 de noviembre. Laguna Tenerife, España. Pp. 183-188.
- HARADA, K.F. KONDO & L. LAWTON, 1999.** Laboratory análisis of cyanotoxins. Chapter 13. En: Chorus, I. y J. Bartram (Eds.). *Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitorin and management*. Published on behalf of WHO by F & FN spon. 254 p.
- KAEBERNICK, M. & B.A. NEILAN, 2001.** Ecological and Molecular Investigation of Cianotoxin Production. *FEMS. Microbiology Ecology. 35:1-9*.

- KONSTANZE, M., K.A. BEATTIE, G.A. COOD, K. HANSELMAN, B. HAUSER, H. NAEGELI & H.R. PREISIG 1997.** Identification of a microcystin in benthic cyanobacteria linked to cattle deaths on alpine pastore in Switzerland. *Env. J. Phycol.* 32: 111-117.
- MITSUI, A., D., ROSNER. A. GOODMAN. G. REYES-VÁSQUEZ., T. KUSUMI., T. KODAMA & K. NOMOYO, 1989.** Hemolytic Toxins in Marine Cyanobacterium *Synechococcus* sp. *En: Tomotoshi, O. D., M. Anderson y N. Takahisa. (Eds.). Red Tides. Biology, Environmental Science and Toxicology. Since Publishin Co. Inc. Elsiever, 1989. USA. Pp. 367-370.*
- NICHOLSON, B.C. & M.D. BURCH, 2001.** *Evaluation of Analytical Methods for Detection and Quantification of Cyanotoxins in Relation to Australian Drinking Water Guidelines.* NHMRC. Australia. 57 p.
- OCHOA, J.L., J. PÉREZ-LINARES, C. RODRÍGUEZ, y E. NUÑEZ-VÁZQUEZ, 2004.** Impacto de cianobacterias en el cultivo de camarón blanco. *Panorama Acuícola Magazine, Pp-34-36.*
- OMS, 1998.** Algas y cianobacterias en aguas costeras y estuáricas. *En: Guías para ambientes seguros en aguas recreativas: aguas costeras y aguas dulces. vol. 1, cap. 6. Ginebra.*
- PAERL, R. W., K.S. JOHNSON, R.M. WELSH, A.Z. WORDEN, F.P. CHAVEZ Y J.P. ZEHR, 2011.** Differential distributions of *Synechococcus* subgroups across the California current system. *Frontiers in Microbiology* 2 (59): 1-22.
- PÉREZ-LINARES, J., 2003.** *Caracterización de las secuencias ribosomales 16s (ADNr) de cianobacterias asociadas a eventos de toxicidad.* Tesis de Maestría. CIBNOR.S.C. La Paz, B.C.S. México 80 p.
- REGUERA, B., 2002.** Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. *En: Sar, A.E., M.E. Ferrario. y B. Reguera. (Eds.). Floraciones algales nocivas en el Cono Sur americano. IEO. España. Pp. 19-54.*
- RIPPKA, R., J. DERVELLES., J.B. WATERBURY., M.HERDM & R.Y. STEINER, 1979.** Generis assignments, strain histories and propertis of pure cultures of cianobacteria. *J. Gen. Microbiol.* 110 (2): 1-61.
- ROSET, J.S. AGUAYO. & M.J. MUÑOZ, 2001.** Detección de cianobacterias y sus toxinas. Una revisión. *Rev. Toxicol.* 18: 65-71.
- SELVAN, B.K. M. REVATHI, P.S. PIRIYA, P.T. VASAN, D.I.G. PRABHU & S.J. VENNINSON, 2013.** Bio-diesel production from marine cyanobacteria cultured in plate and tubular photobioreactors. *Indian Journal of Eperimental Biology.* 51: 262-268.
- SIVONEM, L. & K. JONES, 1999.** Cyanotoxins. Chapter 4 *En: Chorus, I. y J. Bartram (Eds.). Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitorin and management.* Published on behalf of WHO by F & FN spon. 254 p.
- SKULBERG, O.M., G.A. CODD & W.W. CARMICHAEL, 1983.** *Blue-green Algal (Cyanobacterial) Toxins: a Water Quality and Health Problem in Europe.* Norsk Institutt for vann t rskning. Oslo. 22 p.
- STAINER, R.Y., R.KUNISAWA, M. MANDEL & G. COHEN-BAZIRE, 1971.** Purification and Properties of Unicellular Blue-Green Algae (Order Chroococcales). *Bacteriological Reviews. USA.* 35 (2):171-205.
- VAN APELDOORN M.E., H.P. VAN EGMOND, G.J.A. SPEIJERS & G.J.I. BAKKER, 2007.** Toxins of cyanobacteria. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 7 – 60.

	Etanol		Acetona	
	tm	(X - X) <sup>2</sup>	tm	(X - X) <sup>2</sup>
0	34558.81		200	1936
110	5760.81		257	169
0	34558.81		0	59536
267	6577.21		290	2116
185	0.81		424	32400
265	6256.81		240	16
248	3856.41		242	4
236	2510.01		250	36
287	10221.21		272	784
261	5640.01		265	441
<b>X</b>	<b>185.9</b>		<b>244</b>	
<b>Σ</b>		<b>109940.9</b>		<b>97438</b>
<b>S<sup>2</sup></b>		<b>12215.65</b>		<b>10 826.44</b>
<b>n<sub>1</sub> = 10</b>		<b>n<sub>2</sub> = 10</b>		
<b>S<sub>1</sub><sup>2</sup> = 75584.47</b>		<b>S<sub>2</sub><sup>2</sup> = 10826.44</b>		
<b>V<sub>1</sub> = 9</b>		<b>V<sub>2</sub> = 9</b>		
<b>α = 0.05</b>				
<b>f(0.025,9,9) = 0.2484 - f(0.975,9,9) = 4.026</b>				
<b>F = 1.128</b>				

CUADRO 1

Resultados del tiempo de muerte (tm) y del análisis estadístico del bioensayo en ratón para los extractos de etanol y acetona.

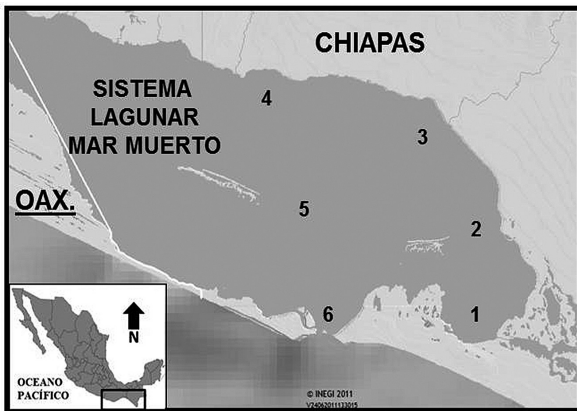


FIGURA 1

Sitios de muestreo en la laguna de Mar Muerto, Chiapas.

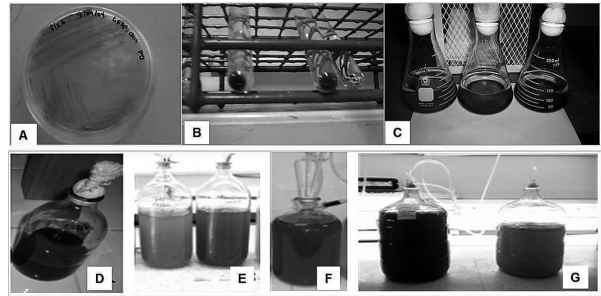


FIGURA 2

Etapas del aislamiento y establecimiento del cultivo. A) aislamiento en medio sólido. B) cepa aislada en condiciones axénicas. C) Matrazes del cultivo inicial. D-E) mantenimiento en botellas de 1 l. F) cultivo en botella de 4 l. G) Garrafrones de 18 l para la cosecha.

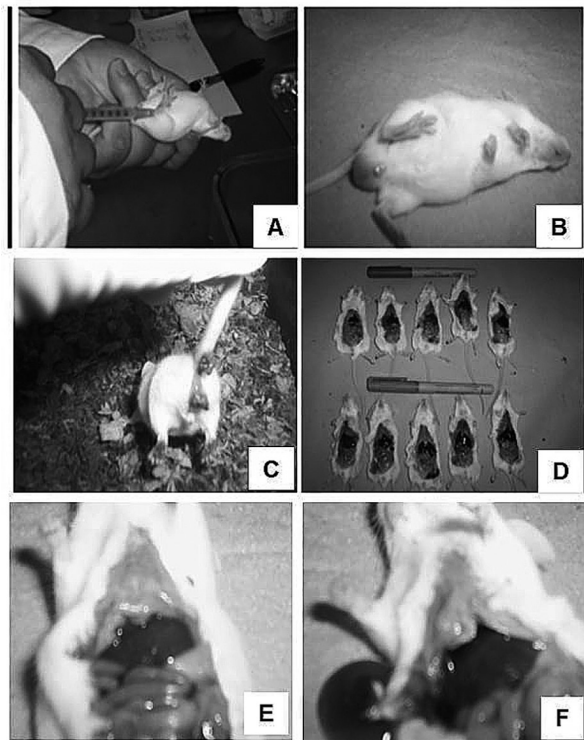


FIGURA 3

Bioensayo de toxicidad y síntomas observados en los ratones positivos. A) inoculación del ratón. B) Muerte del organismo de ensayo. C) diarrea posterior a la inoculación. D) necropsias de los ratones. E) Acercamiento a los órganos internos del ratón control. F) Acercamiento a un ratón muerto observándose cambio en la coloración del hígado.



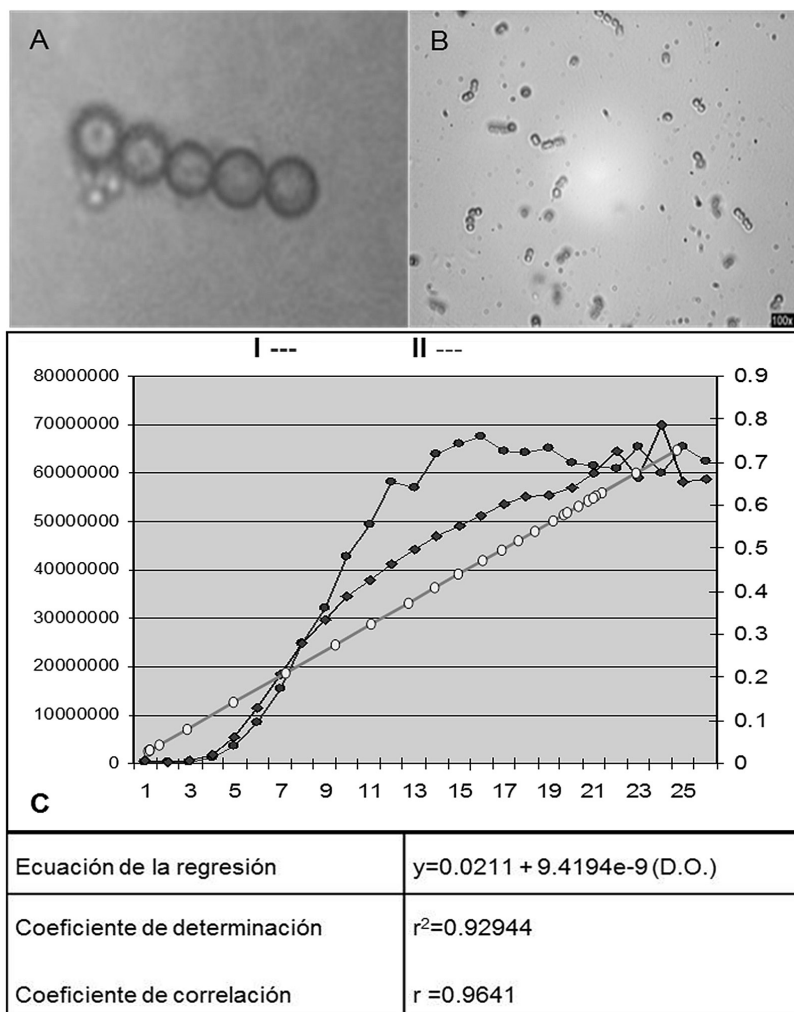


FIGURA 3

Morfología de los organismos aislados A) Cadena de cuatro células en medio silvestre. B) Morfología de las cianobacterias durante el cultivo. C) Curvas de crecimiento de la cepa aislada. I ---) recuento celular. II ---) valores de densidad óptica. Línea de regresión  $r=0.9641$ .

# Una nueva especie de *Stelis* Sw. (Orchidaceae: Pleurothallidinae) de Chiapas, México

Carlos R. Beutelspacher <sup>1</sup>

Iván Moreno-Molina <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Herbario HEM, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Email: rommelbeu@hotmail.com | <sup>2</sup> Dirección de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, ivan\_morenomolina@hotmail.com

## RESUMEN

Se describe e ilustra una nueva especie de *Stelis* Swartz (Orchidaceae: Pleurothallidinae) de Chiapas, México. Se compara con *Stelis greenwoodii* Soto Arenas & Solano, con *Stelis emarginata* (Lindl.) Soto Arenas & Solano y con *Stelis tacanensis* R. Solano & Soto Arenas, las especies más cercanas.

**Palabras clave:** Orchidaceae, *Stelis*, nueva especie, Chiapas, México.

## ABSTRACT

It describes and illustrates a new kind of *Stelis* Swartz (Orchidaceae: Pleurothallidinae) of Chiapas, Mexico. Compared to *Stelis greenwoodii* Soto Arenas & Solano, *Stelis emarginata* (Lindl.) Soto Arenas & Solano and *Stelis tacanensis* R. Solano & Soto Arenas, the closest species.

**Keywords:** Orchidaceae, *Stelis*, new species, Chiapas, México.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Chase *et al.* (2015), el género *Stelis* Sw., incluye 879 especies distribuidas en la mayor parte de América, existiendo en México alrededor de 63 especies y una subespecie (Solano, 2014), 45 de las cuales existen en Chiapas (Beutelspacher & Moreno Molina, en preparación).

Durante los recorridos por toda la geografía chiapaneca derivados de la preparación del libro *Las orquídeas de Chiapas*, se encontró un ejemplar de *Stelis* Sw., el cual, después de un amplio estudio, se determinó que corresponde a una especie nueva, la que a continuación describimos.

*Stelis mirandai* Beutelspacher y Moreno-Molina, sp. nov. (figura XX)

Similar to *Stelis greenwoodii* Soto Arenas & Solano, from which it differs by its smaller plants and flowers, larger inflorescence in relations to the rest of the plant, half closed flowers one side directed.

**Tipo:** epífita sobre *Quercus* sp., recolectado a una altura de 1,126 msnm. N: 17° 04' 57.7", W: 93° 15' 29.9". Entre Copainalá y Tecpatán, desviación hacia la colonia División del Norte, del 3 de julio de 2011. Ejemplar S/N

recolectado por Carlos R. Beutelspacher y depositado en el Herbario HEM, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Hierba epífita pequeña, cespitosa, hasta de 20 cm de alto incluyendo la inflorescencia. Raíces delgadas, blanquecinas, flexuosas, desde 0.4 hasta 0.8 mm de diámetro. Tallos erectos, cilíndricos, delgados, desde 2.9 hasta 3.6 mm de largo, desde 0.6 hasta .0.9 mm de diámetro, con 2 entrenudos; recubiertos por vainas tubulares, estrechas, agudas, que cubren también la zona de abscisión de la hoja. Hojas angostamente elípticas, obtusas, mucronadas en el ápice, carnosas, desde 5.9 hasta 7.7 x 0.7 hasta 0.9 cm, atenuadas en la base y con un peciolo canaliculado. Inflorescencias una por tallo, surgiendo de la zona de abscisión con la hoja, erectas, racemosas, desde 13.5 hasta 17.5 cm de largo; el raquis desde 10 hasta 20 flores simultáneas; pedúnculo delgado, un poco más largo que la hoja, desde 6.6 hasta 8.0 cm de largo, desde 0.4 hasta 0.5 mm de grosor; recubierto en la base por la vaina tubular del tallo; con cuatro brácteas triangulares del pedúnculo, tubulares, agudas, escariosas, desde 4.7 hasta 9.0 mm de largo. Brácteas florales tubulares, triangulares, verde-translúcidas, desde

3.0 hasta 4.2 mm de largo. Ovario ligeramente arqueado, glabro, desde 2.5 hasta 5 mm de largo, 0.5 mm de grosor; pedicelo desde 2.6 hasta 4.5 mm de largo, 0.1 mm de grosor. Flores tubulares, desde 5.3 hasta 6.0 mm de largo; el tubo sepalino verde-blanquecino, los lóbulos verdosos. Sépalos fusionados basalmente en 3/5 partes de su longitud, formando un tubo sepalino, las 2/5 partes apicales libres, trinervados; tubo ligeramente recurvado, muy ensanchado hacia la base, contraído cerca de la boca, carnoso, desde 2.5 hasta 3.3 mm de largo, desde 1.9 hasta 2.2 mm de grosor hacia la base; porción libre ovado-lanceolada, desde 2.2 hasta 2.8 mm de largo, convexa, la nervadura (o carina) central proyectada en un apículo. Pétalos oblongo-espátulados, truncados, 1-nervados, carnosos, hasta de 1 mm. Labelo trilobado, oblongo en contorno general, acanalado en los 2/3 basales, muy carnoso, 3-nervado, carinado a lo largo de las nervaduras, cuando extendido desde 1.5 x 0.9 mm; lóbulo medio, 1/3 de la longitud del labelo, orbicular-obovado, subredondeado; lóbulos laterales situados en el tercio medio, erectos, oblongos. Columna delgada, arqueada, alada, desde 1.5 mm de largo, 0.4 mm de ancho; dorsalmente carinada. Estigma ventral, formado por una cavidad cuadrada excavada; rostelo ventral. Antera ventral, ovoide, recubierta por el clinandrio, unilocular, dividida en el interior por 2 septos, desde 0.6 hasta 0.7 mm de largo y ancho. Polinario con 2 polinias obovoides, lateralmente algo comprimidas. Cápsula oblonga, provista de quillas.

**ETIMOLOGÍA.** La especie está dedicada al gran botánico de origen español, pero naturalizado mexicano, Dr. Faustino Miranda González, cuya obra en nuestro país es de suma relevancia, en particular para los estudios de la flora y vegetación de Chiapas.

**DISTRIBUCIÓN.** Conocida únicamente de la localidad tipo.

**ECOLOGÍA.** En Bosque de Encino, a una altura de 1,126 msnm.

**RECONOCIMIENTO.** *Stelis mirandai* es el *Physosiphon* más pequeño en México (20 cm incluyendo la inflorescencia; mide desde 5.3 hasta 6.0 mm de largo). La especie que más se le acerca en talla (25 cm incluyendo la inflorescencia; flores desde 7 hasta 10 mm de largo) es *Stelis emarginata* (Lindl.) Soto Arenas & Solano, de la cual se diferencia en que esta última es la única especie en México con flores de color rojo-anaranjado además de tener un tubo sepalino alargado. Comparte la coloración verde-amarillenta de las flores con *Stelis tacanensis* Solano & Soto Arenas y en ambas especies las inflorescencias son considerablemente más largas que el resto de la planta; no obstante *Stelis tacanensis* es de mayor tamaño (hasta 65 cm incluyendo la inflorescencia; flores desde 14 hasta 22 mm de largo) y su tubo sepalino es visiblemente alargado, en lugar de ensanchado en la base, como en *Stelis mirandai*. La especie más cercana a *Stelis mirandai* es *Stelis greenwoodii* Soto Arenas & Solano, la cual tiene tamaño medio (30 cm incluyendo la inflorescencia) y el tubo sepalino también está ensanchado en la base; de ésta se diferencia porque en *Stelis mirandai* la inflorescencia es casi dos veces más grande que el resto de la planta (vs ligeramente más largo que la hoja) y en que las flores entreabiertas (vs conspicuamente abiertas) son mucho más pequeñas de hasta 6 mm (vs 8.5 hasta 12.5 mm) y dirigidas hacia un solo lado.

**AGRADECIMIENTOS.** Nuestro agradecimiento al señor Francisco Pérez-Cruz, por su invaluable ayuda en la recolección de esta y de muchas otras orquídeas.

## LITERATURA CITADA

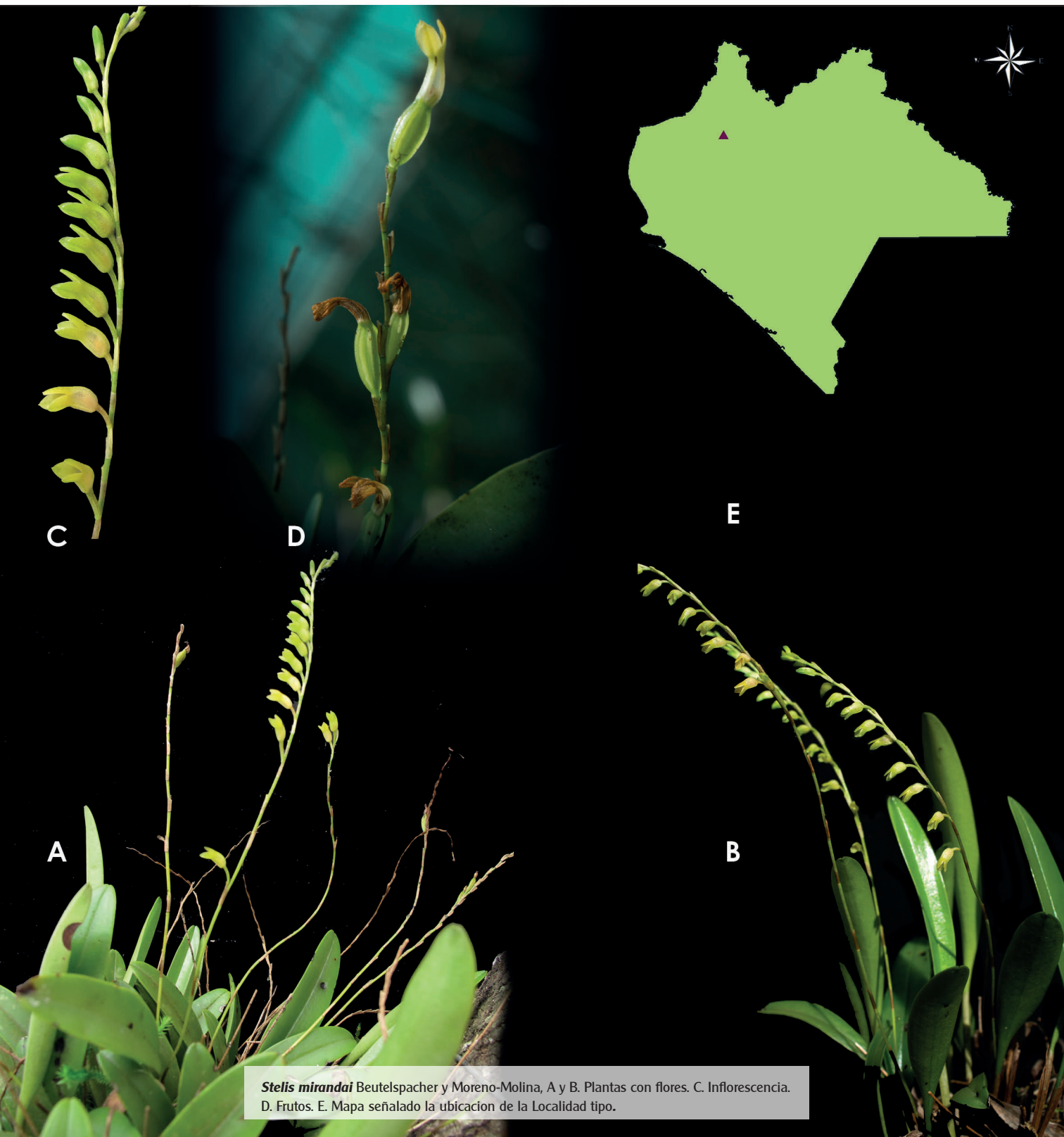
BEUTELSPACHER B., C.R. & I. MORENO-MOLINA. En preparación. *Las orquídeas de Chiapas*.

CHASE M.W, K. M. CAMERON, J. V. FREUDENSTEIN, A. M. PRIDGEON, G. SALAZAR, C. VAN DEN BERG & A. SCHUITEMAN, 2015. An updated classification of Orchidaceae. *Linnean Soc. Bot.* 177: 151-174.

SOLANO, G. R. 2014. Three new species of *Stelis* (Orchidaceae; Pleurothallinidae) from Mexico. *Phytotaxa* 158 (3): 255-264.



# APÉNDICE



*Stelis mirandai* Beutelspacher y Moreno-Molina, A y B. Plantas con flores. C. Inflorescencia. D. Frutos. E. Mapa señalado la ubicación de la Localidad tipo.



# Cambios en la cobertura de los manglares y modificación del terreno en el sistema lagunar Los Patos-Sólo Dios, En la costa de Chiapas, México

Salvador Santamaría-Damián <sup>1</sup>, Joanna Acosta-Velázquez <sup>1</sup>,  
Emilio I. Romero-Berny <sup>2</sup>, Cristian Tovilla-Hernández <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Posgrado en El Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula, Carretera Antiguo Aeropuerto km. 2.5, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas, | <sup>2</sup> Museo de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México, <sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, Grupo Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Correo electrónico, salvadorsantamaria80@gmail.com

## RESUMEN

Se estimaron los cambios en la cobertura de los manglares del sistema lagunar Los Patos-Sólo Dios, con imágenes satelitales Landsat TM de 1987 y Spot 5 de 2011 y el programa ERDAS 9.1. La modificación del terreno se registró mediante fotografías aéreas proporcionadas por la CONABIO-SEMAR. Los mapas de distribución y extensión de la cobertura de los manglares, obtuvieron el 94% de exactitud global y un valor de  $0.89 \pm 0.038$  en el índice de Kappa ( $\wedge K$ ). La pérdida de superficie se estimó en 113 ha de manglar durante el período (1987-2011), con una tasa de deforestación de 0.07%. La modificación del terreno, muestra actividades de cambio de uso de suelo por actividades de agricultura, acuicultura, construcción de canales artificiales y caminos. Se recomienda la continua actualización de las diferentes coberturas de manglar y uso de suelo para conocer las tendencias de cambio a corto mediano y largo plazo.

**Palabras clave:** costa de Chiapas, manglares, deforestación, *Avicennia bicolor*.

## ABSTRACT

Changes were estimated on the coverage of mangroves system lagoon Los Patos-Sólo Dios, using Landsat TM satellite images of 1987 and SPOT 5 2011 and ERDAS 9.1. software. Land modification was record through aerial photographs provided by CONABIO-SEMAR. Distribution maps and extension of mangroves coverage, obtained 94% global accuracy and Kappa index ( $\wedge K$ ) value of  $0.89 \pm 0.038$ . The loss of surface area was estimated at 113 ha of mangroves during the period (1987-2011), with a deforestation rate of 0.07%. Modification of the land shows activities changes for agricultural activities, aquaculture, construction of artificial canals and roads. Continuous updating of different mangrove cover and land use is recommended to know the changing trends in the short medium and long term.

**Keywords:** Chiapas coast, mangroves, deforestation, *Avicennia bicolor*.

## INTRODUCCIÓN

La alteración de los ecosistemas costeros por actividades humanas como la transformación del paisaje y la modificación de los patrones de cobertura vegetal y cambios de uso de suelo, han ocasionado pérdida de hábitats alrededor del planeta (Ojima *et al.*, 1994; Herrera-Silveira *et al.*, 2004). En países de Latinoamérica como México, Ecuador, Costa Rica, Brasil, Cuba, Venezuela y Colombia, los cambios de uso de suelo sin planeación, han incrementado la pérdida de manglares y sus servicios ambientales (Bodero, 1994; Clarke, 1995; Moreno-Casasola *et al.*, 2002). A fines del siglo pasado los manglares ocupaban, una extensión aproximada de 152, 000 km<sup>2</sup>

(FAO, 2007). Se estima que entre 1980 y 2000 se perdió el 35% de los manglares del mundo, debido principalmente a los cambios en el uso de suelo (Valiela *et al.*, 2001). En el caso de México, el cambio de uso de suelo sin planeación en el establecimiento de granjas camaronícolas, desarrollos turísticos, terrenos con actividades agropecuarias, actividades de tala ilegal y modificación de ríos y obras de dragado que representa una grave amenaza para la conservación de los manglares (Moreno-Casasola *et al.*, 2002). Particularmente, en el litoral de la costa de Chiapas se distribuyen 41, 540 ha de manglares lo que representa el 5.4 % de la superficie de manglar en todo el país con 770, 057 ha (CONABIO, 2009). Una de las principales causas asociadas al deterioro de los sistemas lagunares



del estado, ha sido la deforestación en la cuenca media y alta que provoca el incremento de la carga de sedimentos de los ríos y arroyos que se depositan en las lagunas y estuarios ocasionando el azolvamiento de los cuerpos de agua (Tovilla-Hernández, 2004). En el caso particular del sistema lagunar Los Patos Sólo-Dios (LPSD), se puede observar que ha sufrido pérdida de cobertura de manglar y modificación del terreno. A nivel nacional este sistema está considerado por la CONABIO como sitio prioritario de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, además, pertenece a las Regiones Terrestres Hidrológicas y Marinas Prioritarias. En un contexto internacional se encuentra en el listado de Humedales de Importancia Internacional de la convención RAMSAR y como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (Arriaga *et al.*, 1988; 2000; 2002; CONABIO, 2009 y RAMSAR, 2007). Otra característica de relevancia para la conservación de este sistema lagunar es la presencia de *Avicennia bicolor* (Tovilla-Hernández *et al.*, 2007; Nettel *et al.*, 2008), una especie de mangle prioritaria para la conservación debido a que su distribución en México está restringida a la costa de Chiapas (López-Portillo y Ezcurra 2002) y en peligro por carecer de protección jurídico-ambiental (Santamaría, 2013).

Debido a las características particulares del sistema lagunar LPSD, se hace evidente la necesidad de generar información básica del ecosistema para continuar con estudios a futuro.

En ese sentido, los análisis de cambios en la cobertura de los manglares y la modificación del terreno mediante el uso de imágenes satelitales y fotografías aéreas, permiten identificar las amenazas y ser una referencia para el diseño de estrategias de conservación y manejo de los manglares (Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2007). Bajo este contexto, el presente estudio tuvo como objetivos evaluar la pérdida y ganancia de la cobertura de los manglares en el período (1987-2011) y registrar las actividades que influyan en la modificación en el terreno del sistema lagunar LPSD.

## METODOLOGÍA

**Área de estudio.** El sistema lagunar LPSD está localizado entre los límites municipales de Pijijiapan y Tonalá, Chiapas, la caracterización del sitio y el área del polígono del sistema lagunar fue propuesto por CONABIO (2009).

Para el presente estudio se evaluaron los límites geográficos ubicados entre las coordenadas 15°45'N 93°32'O

y 15°37'N-93°21'O (figura 1). El sistema lagunar LPSD se encuentra conectado con los sistemas lagunares de La Joya-Buenavista (15°55'-N 93°41'O) y El Zapotal-Palo Blanco (15°30'N-93°10'O). El clima en la región pertenece al tipo cálido subhúmedo (Aw2) de acuerdo a la clasificación de García y CONABIO (1998), con una precipitación media anual de 1 664.6 mm y temperatura media anual que oscila alrededor de los 29 °C.

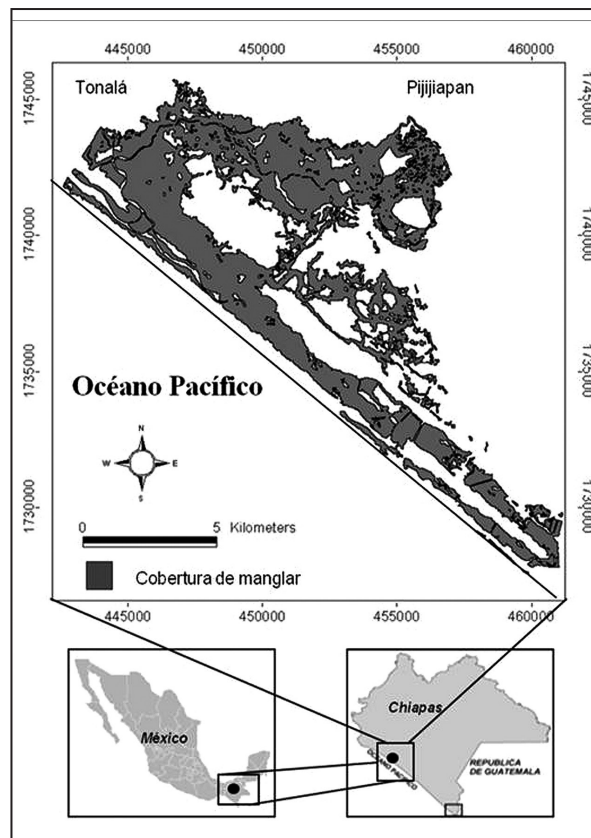


FIGURA 1 Localización del área de estudio.

**Análisis de las imágenes.** La caracterización de la cobertura de manglar de los años 1987 y 2011 y el análisis de los cambios en su extensión durante el período de (1987-2011) se llevó a cabo mediante el uso de imágenes satelitales descritas en la tabla 1. Para las observaciones de las modificaciones del terreno, se utilizaron fotografías aéreas digitales de 12.3 megapíxeles, panorámicas oblicuas y verticales. Las fotografías son producto del proyecto *Manglares de México: extensión y distribución* (CONABIO-SEMAR /J. Acosta-Velázquez (2008).

Características	Imagen	
	Landsat 5	Spot 5
Plataforma	Landsat 5	Spot 5
Sensor	TM (Thematic Mapper)	HRG (High Resolution Geometric)
Pat/Row	22/49	-
Fecha	12/19/1987	14/04/2011
Resolución	30m	10m
Número de bandas	7	5
Proyección/Zona	UTM/15	UTM/15
Datum	WGS84	WGS84
ID Escena	P022R49 4T871219	5 602-319 11/01/20 16:44:09 2 J
Fuente	Global land Cover Facility	ECOSUR-SEMAR

TABLA 1

Imágenes satelitales utilizadas para estimar los cambios de cobertura de manglar.

Todos los análisis se realizaron con los programas ERDAS Imagine 9.1® e IDRISI Taiga ®. La delimitación de cada escena se realizó con base en la cartografía de las subcuencas hidrológicas laguna La Joya y El Recuerdo-Las Flores (INEGI-INE-CONAGUA, 2007). Las imágenes fueron corregidas geográficamente por medio del método del vecino más cercano con un mínimo de 15 puntos de control (Campbell, 1996), utilizando como referencia una imagen SPOT del año 2005, georeferenciada previamente por la Dirección de Geomática de la CONABIO. Posteriormente se realizó un análisis postclasificadorio con fines de evitar desplazamientos de las imágenes, por lo cual, todas las escenas fueron homologadas a una resolución de 30 m por pixel (Colditz *et al.*, 2012).

**Clasificación de las escenas 1987-2011.** Se generaron campos de entrenamiento en áreas de manglar para identificar la firma espectral de la cobertura de manglar y discriminar, entre otras. (Chuvieco, 1996). Las clases evaluadas fueron *manglar* que corresponde a toda la cobertura de manglar en el sistema lagunar y la categoría denominada *otra*, que incluyó a las demás coberturas como cuerpos de agua, océano, zonas deforestadas y asentamientos humanos. Un mapa temático de la cobertura de manglar en el 2005 se utilizó como referencia para actualizar la cobertura de manglar de 2011 con la imagen SPOT y generar la cobertura de 1987 con la imagen Landsat 7. Para actualizar los mapas de cobertura de manglar se utilizó el método de interpretación interdependiente desarrollado por la FAO (1996). Las imágenes se clasificaron mediante un método híbrido, que consiste en utilizar el método de segmentación de imágenes en regiones de crecimiento con propiedades espectrales homogéneas y la interpretación visual con el

apoyo de la información generada en campo y análisis del área de estudio mediante el software Google Earth (Díaz-Gallegos y Acosta-Velázquez, 2009).

**Exactitud de la clasificación.** La exactitud y el coeficiente de Kappa (K<sup>^</sup>) se estimaron para evaluar el mapa temático resultante de la clasificación de 2011 a través de una matriz de error. La exactitud global, los errores de omisión y comisión, la exactitud del usuario y del productor se calculó de acuerdo con Congalton y Green (1999). En el caso de la clasificación de la imagen del año 1987, se asumió que la exactitud fue similar a la de 2011 ya que no existían datos de referencia y que el método utilizado minimiza los errores de clasificación al ser interpretaciones visuales solo en las áreas donde hubo cambios en la distribución de los manglares.

Los datos de referencia para estimar la matriz se obtuvieron con puntos al azar validados en Google Earth e imágenes tomadas en sobrevuelos de la CONABIO-SEMAR en agosto de 2008, asimismo, se utilizaron los puntos referentes a recorridos de campo.

El coeficiente de Kappa (K) es una medida de la agregación basado en la diferencia entre la exactitud de la matriz de error, entre la clasificación y los datos de referencia indicados por la diagonal principal, y la exactitud debida al azar, indicada por los totales de las columnas y los renglones (Congalton y Green, 1999). El coeficiente de Kappa se define en la matriz de error como  $X_{ij}$  y  $N$  como el número total de observaciones de la matriz de error de acuerdo con (Richard y Jia, 1999) donde el estimador del coeficiente de Kappa (K<sup>^</sup>) se define por:

$$X_{+i} = \sum x_{ij} \text{ (sumatoria de todas las columnas para el renglón } i \text{)}$$

$$X_{+j} = \sum x_{ij} \text{ (sumatoria de todos los renglones para la columna } j \text{)}$$

$$K^{\wedge} = \frac{n \sum \frac{X_{kk}}{K} - \sum \frac{X_{k+} X_{+k}}{K}}{n^2 - \sum \frac{X_{k+} X_{+k}}{k}}$$

**Detección de cambios y tasa de deforestación.** Se realizó un análisis multitemporal postclasificadorio que permite comparar dos mapas temáticos producidos independientemente, pixel por pixel (Mas, 1999), con el cual es posible identificar los pixeles presentes en la imagen más reciente y los pixeles ausentes en las imágenes de mayor tiempo o de referencia y que corresponden con las

posibles ganancias y pérdidas de cobertura de manglar. De esta forma, se produjo un mapa temático de cambios de cobertura de manglar y una matriz de detección de cambios para conocer la coincidencia de las clasificaciones y las clases, a través del coeficiente de concordancia de Kappa (Eastman, 1999). Los datos en la diagonal de la matriz indican los pixeles sin cambio a través del tiempo, mientras los datos fuera de ésta, indican los cambios sufridos de una clase a otra en forma de ganancia o pérdida entre las fechas analizadas (Congalton y Green, 1999). Finalmente, se calculó la tasa de deforestación para los manglares a partir de la siguiente fórmula: donde:  $\delta$ = tasa de deforestación,  $S1$ = Superficie en el tiempo 1,  $S2$ = Superficie en el tiempo 2 y  $n$ = número de años entre las dos fechas (FAO, 1996).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de las imágenes satelitales.** La clasificación de las imágenes resultó en un mapa del año 2011 con una exactitud global de 94.9 % y coeficiente de Kappa de 0.89 con base en 130 puntos de prueba (tabla 2). En lo que respecta al análisis de cambios en la extensión de la cobertura de manglares, al realizar la clasificación de las imágenes satelitales, el valor de exactitud global (94.9%), representó un valor alto para una clasificación de acuerdo con Henderson *et al.* (1999). Asimismo, el resultado referente al coeficiente de Kappa (0.89) se puede considerar dentro de los parámetros aceptables para una clasificación. Se concluye que existe una fuerza de concordancia *alta* entre la clasificación y los datos de referencia de acuerdo con Landis y Koch (1977) en (Congalton y Green, 1999).

Datos de referencia				
Clase	Manglar	Otra	Total columnas	Exactitud del Usuario %
Manglar	67	3	70	95.71
Otra	4	63	67	94.02
<b>Total renglones</b>	71	66	137	
<b>Exactitud productor %</b>	94.36	95.45	<b>Exactitud Global %</b>	94.9

TABLA 2

Matriz de error del mapa temático de 2011 y exactitud de la clasificación.

**Cambios en la cobertura de manglar.** De manera conjunta, el mapa de cambios y las fotografías aéreas permitieron interpretar los cambios en la cobertura de los manglares y la modificación del terreno (figuras 2,3 y 4) En la zona de pérdida localizada al norte de la localidad

El Manguito, se observa un sitio dañado de manglar debido probablemente a un proceso de defoliación provocado por el desvío del aporte hidrológico de los canales (figura 3A) Esa situación se observa de manera similar en otras zonas del sistema lagunar que coinciden con la apertura de canales y modificación del flujo hidrológico natural. Los otros puntos de pérdida podrían representar zonas deforestadas debidas a la tala de madera.

En relación a la zona de ganancia en el norte del sistema lagunar entre las lagunas de Los Patos y Mosquito, corresponde a un sitio sujeto a inundación periódica y que se localiza en un punto muy cercano a la entrada del río Mosquitos y sin actividades de tala de madera (figura 3C). Por tanto, el aporte continuo de agua y sedimento han favorecido el incremento en la cobertura vegetal de esa zona.

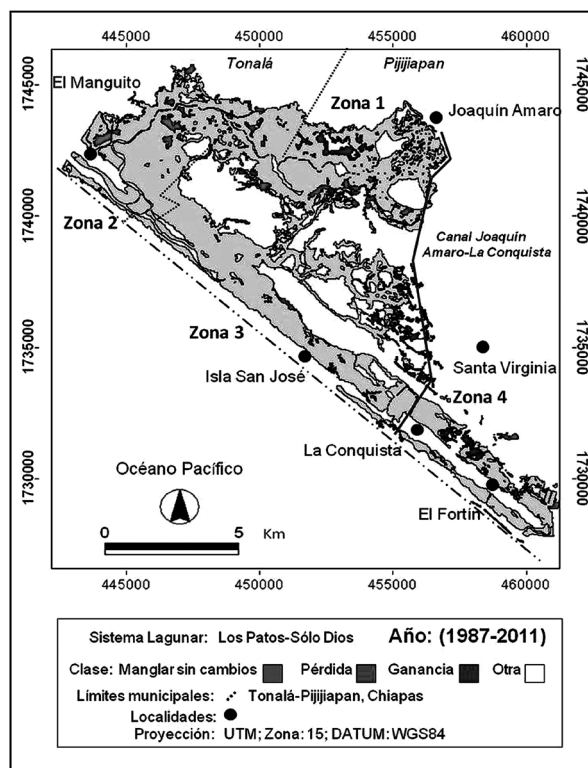


FIGURA 2

Cambios en la cobertura de manglar en el sistema lagunar Los Patos Sólo- Dios.

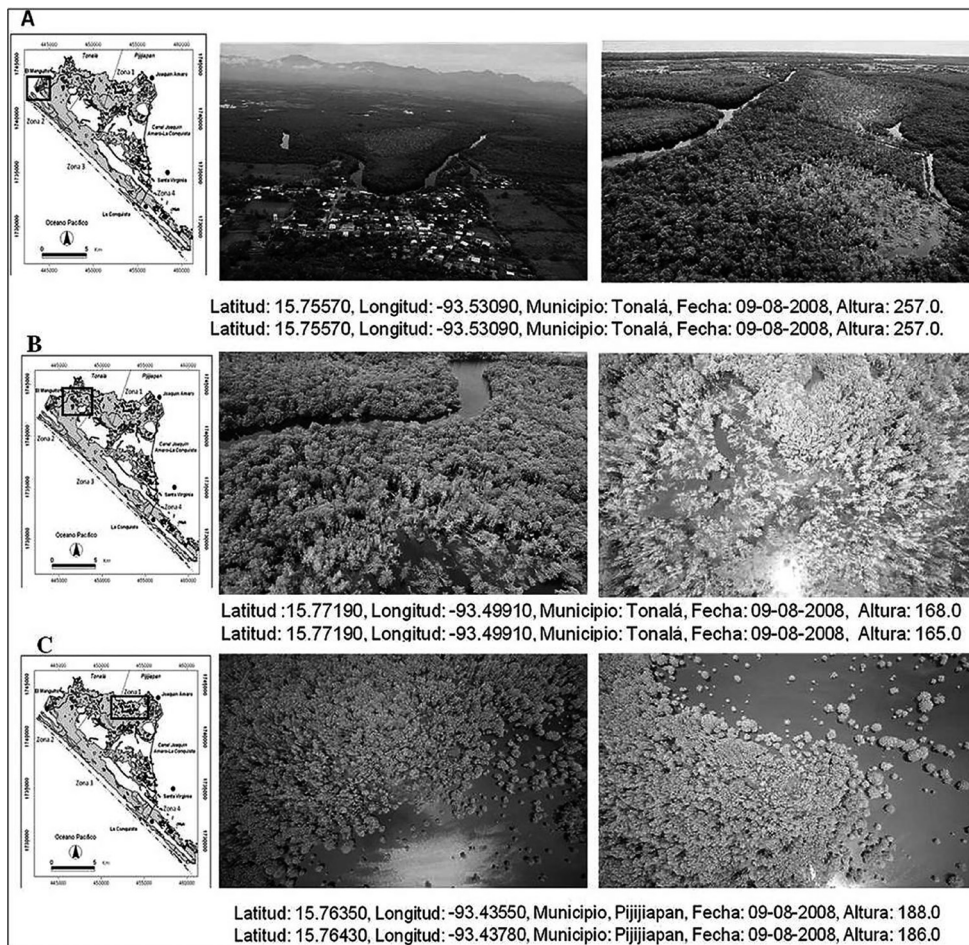
Los cambios más notables en relación a la ganancia de cobertura de manglar se ubicaron en sitios aledaños a la parte media del canal Joaquín Amaro y de la localidad El Fortín (figura 4C y D), en las imágenes aéreas se pueden observar brotes de mangle y otra vegetación dispersa. En



esta zona, la cobertura de manglar fue afectada por la construcción del canal Joaquín Amaro-La Conquista y la modificación hidrológica de los ríos San Isidro y San Diego, por lo que las observaciones pueden ser una respuesta a la salinización del terreno y pérdida de cobertura ocurrida después de la construcción del canal que se realizó en los años 80. De manera particular, en esta zona del sistema lagunar, es necesario realizar un diagnóstico ecológico de la vegetación para conocer su estado de deterioro y recuperación.

**Modificación en el terreno.** El uso de fotografías aéreas panorámicas y verticales favoreció la identificación de cuatro actividades humanas que han modificado el terreno del sistema lagunar LPSD; suelos agrícolas,

estanques acuícolas abandonados, canales artificiales y caminos (figura 4). También, se constató que el sistema lagunar LPSD ha perdido gran parte de la vegetación colindante con la cobertura de manglar y que corresponde a zonas de transición donde históricamente se distribuía vegetación de selva (Tovilla-Hernández, 2004). Las áreas identificadas con pérdida de cobertura de manglar y modificación del terreno mediante técnicas de percepción remota y fotografías aéreas, se consideran zonas que representan un riesgo de incrementar su extensión y con ello perder gradualmente los bienes y servicios que ofrece este ecosistema de gran importancia para mantener los procesos ecológicos, las actividades pesqueras y el sustento de las comunidades locales.



**FIGURA 3** Pérdida de cobertura de manglar en sitio aledaño a localidad El Manguito (A) y al estero Cequeleño (B). Zona con recuperación de cobertura de manglar cercano a la localidad Joaquín Amaro (C). Fuente: CONABIO-SEMAR/J. Acosta-Velázquez y J. Díaz (2008), fotografías aéreas verticales.



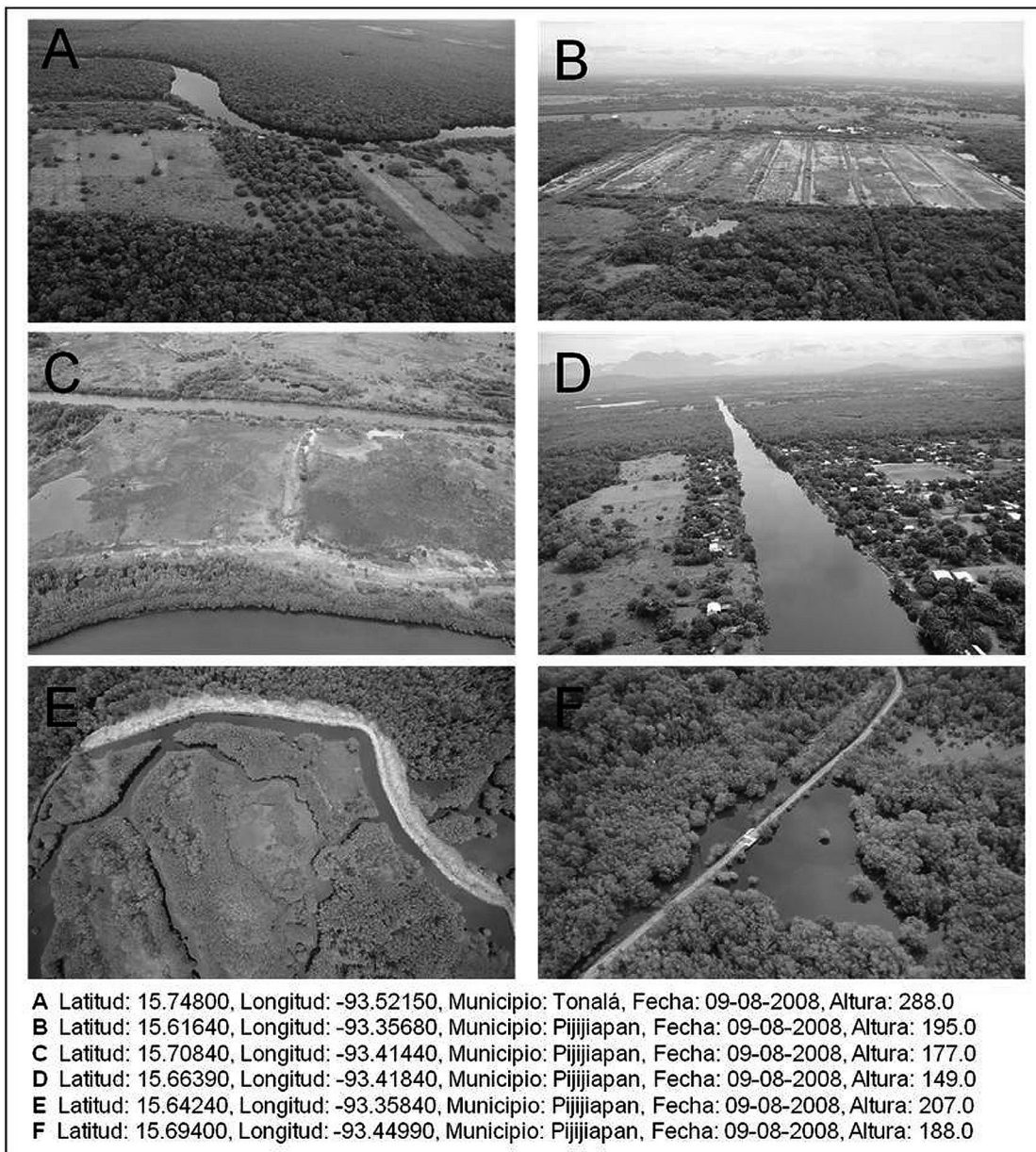


FIGURA 4

Áreas con modificación del terreno en el sistema lagunar LPSD; Suelos agrícolas (A), Estanques acuícolas abandonados (B), Canales artificiales (C), (D), (E) y Caminos (F). Fuente: CONABIO-SEMAR/J. Acosta-Velázquez y J. Díaz (2008), fotografías aéreas verticales.

**Superficie de manglar y tasa de deforestación.** El total de superficie estimada para el área de estudio fue de 37, 661 ha. La clase *manglar* representó 6, 487 ha en el año 1987, mientras que para el año 2011, se estimaron 6, 374 ha (tabla 3). La tasa de deforestación anual estimada fue de 0.07 %, en comparación con otros sistemas lagunares a nivel nacional, los resultados de las tasas de deforestación son variables dependiendo de diversos factores como la escala.

		Hectáreas		
				1987
		Otros	Manglar	
2011	Otros	30,875	412	<b>31,287</b>
	Manglar	299	6,075	<b>6,374</b>
		<b>3,1175</b>	<b>6,487</b>	

TABLA 3

Matriz de cambios de la cobertura de manglar.

Uno de los trabajos realizados a nivel nacional por López-Portillo y Ezcurra (2002) reportó una tasa de deforestación anual de 5 %, sin embargo, este valor debe considerarse como una estimación generalizada, debido a que a nivel regional y local, las tasas de deforestación son muy diversas. Otro trabajo realizado a una escala menor es el de Ramírez-García *et al.* (1998) quienes estimaron una tasa de 0.2 %, durante un período de 20 años (1973-1993) en San Blas, Nayarit, lo que representa uno de los sitios con menor tasa de deforestación. Otro trabajo importante es el realizado por Monzalvo (2006) que reporta para el estado de Sinaloa una tasa de pérdida menor al 1 % en un período aproximado a los 30 años. Un trabajo más reciente es el de Carbajal-Evaristo (2010) en el Parque Nacional, Lagunas de Chacahua en el que se estima una deforestación del 0.02 % para un período aproximado de 20 años (1986-2007).

Estas tasas de deforestación estimadas, se consideran bajas de acuerdo con otros reportes de pérdida como los de Ruíz-Luna y Berlanga-Robles (1999) quienes estimaron una tasa de deforestación de 2.53 % para el sistema lagunar Huizache-Caimanero, también, Acosta-Velázquez (2003) reporta una tasa de 1.48 % para el sistema lagunar

Teacapán-Agua Brava y Marismas Nacionales en Sinaloa y Nayarit, en el período de 1990–2000 y el reportado por Holland *et al.* (2011) en Barra de Navidad, en la costa de Jalisco con una tasa de deforestación de 3.2 % considerado uno de los registros más altos. Al comparar e interpretar las tasas de deforestación de manglares, es importante considerar que dependiendo de los métodos y el material utilizado se pueden obtener resultados variables (Green *et al.*, 2000), por tanto, es fundamental tener en cuenta el período de tiempo, la calidad de las imágenes y el tamaño de la superficie analizada, debido a que un valor bajo de deforestación no implica necesariamente que a nivel local un sistema lagunar no muestre evidencias de presión ni amenazas a su conservación.

Para comparar y mejorar la calidad de los resultados del presente estudio, se recomienda actualizar la cobertura de las diferentes coberturas de manglar y uso de suelo en todo el polígono del sistema lagunar LPSD propuesto por CONABIO para continuar con el monitoreo de todo el sistema, así como analizar la tasa de deforestación a diferentes intervalos de tiempo para conocer las tendencias de cambio a corto, mediano y largo plazo. Esta información es básica en el diseño de estrategias de conservación y manejo de los recursos naturales.

## CONCLUSIONES

La pérdida de cobertura de manglar y la modificación del terreno del sistema lagunar LPSD amenaza a la conservación de los manglares y aumenta la pérdida de hábitat, lo que representa un riesgo para todas especies del ecosistema incluyendo a las poblaciones de *Avicennia bicolor* y para las actividades pesqueras de las que dependen las comunidades humanas de las localidades.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a ECOSUR Unidad Tapachula a través del Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, Grupo Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras y Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca no. 239311 otorgada para realizar estudio de maestría del primer autor.

## LITERATURA CITADA

ACOSTA-VELÁZQUEZ, J., 2003. *Análisis de la condición del bosque de manglar en sistema lagunar Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales y sus Relaciones a nivel de paisaje*. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Mazatlán, Sinaloa, México. 89 p.

- ARRIAGA, L., E. VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, J. GONZÁLEZ-CANO, R. JIMÉNEZ-ROSENBERG, E. MUÑOZ-LÓPEZ y V. AGUILAR-SIERRA, 1998.** *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ARRIAGA, L., J.M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ y E. LOA, 2000.** *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ARRIAGA, L., AGUILAR, V. y J. ALCOCER, 2002.** RHP Soconusco. En: L. Arriaga, V. Aguilar, y J. Alcocer, eds. *Agua continentales y diversidad biológica de México*. México, D.F. CONABIO.
- BERLANGA-ROBLES, C. A. y A. RUIZ-LUNA, 2007.** Análisis de las tendencias de cambio del bosque de manglar del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite LANDSAT. *Universidad y Ciencia* 23:29-46.
- BODERO, A., 1994.** Los manglares en Ecuador. En: O. D. Suman, ed. *El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación*. Nueva York: Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida y the Tinker Foundation Nueva York. 272 p.
- CAMPBELL, J.B., 1996.** *Introduction to remote sensing*. 2nd ed. Guildford, New York. 399-409 pp.
- CARBAJAL-EVARISTO, S.S., 2010.** *Estudio de la estructura, composición y modificación antrópica en los manglares del parque nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México. 115 p.
- CHUVIECO, E., 1996.** *Fundamentos de teledetección espacial*. 3rd ed. Madrid: Rialp. 568 p.
- CLARKE, R.J., 1995.** *Coastal zone management handbook*. Lewis Publishers CRS., Boca Ratón Florida. 673 p.
- COLDITZ, R.J. ACOSTA VELÁZQUEZ, J.R. DÍAZ GALLEGOS, A.D. VAZQUEZ LULE, M.T. RODRIGUEZ ZÚNIGA, P. MAEDA, M.I. CRUZ LOPEZ, y R. RESSL, 2012.** Potential effects in multi-resolution post-classification change detection. *International Journal of Remote Sensing* 33 (20): 6426-6445.
- CONABIO-SEMAR/J. ACOSTA-VELÁZQUEZ, 2008.** *Manglares de Los Patos-Sólo Dios, Chiapas*. [Fotografía aérea panorámica]. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/biodiv/monmang/manglegw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/manglegw)
- CONABIO-SEMAR/J. DÍAZ, 2008.** *Manglares de Los Patos-Sólo Dios, Chiapas*. [Fotografía aérea vertical]. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/biodiv/monmang/manglegw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/manglegw)
- CONABIO, 2009.** *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. México D.F. CONABIO.
- CONGALTON, R.G., y K. GREEN, 1999.** *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Florida: Lewis publishers, CRC Press. 160 p.
- DÍAZ-GALLEGOS, J.R. y J. ACOSTA-VELÁZQUEZ, 2009.** Tendencias en la transformación del uso del suelo y la vegetación aledaña. En: J. Espinoza, G. Islebe, H. Hernández, eds. *El Sistema Ecológico de la Bahía de Chetumal/ Corozal, Costa Occidental del Mar Caribe. Chetumal*. ECOSUR, Chetumal. Pp. 226-230.
- EASTMAN, J.R., 1999.** Idrisi32. *Guide to GIS and image processing*. Clark Labs, Worcester, USA.

- FAO, 1996.** *Forest Resources Assessment 1990*– Survey of tropical forest cover and study of change processes. Forestry Paper 130. Rome.
- FAO, 2007.** *The world's mangroves 1980-2005*. Forestry Paper 153. Rome.
- GARCÍA, E. Y CONABIO, 1998.** *Climas*. (Clasificación de Koppen, modificada por García). Escala 1:1000000. México.
- GREEN, E.P., C.D. CLARK & A.J. EDWARDS, 2000.** *Image classification and habitat mapping*. In: Edwards, A.J. (Ed.), *Remote sensing handbook for tropical coastal management*. UNESCO, Paris. 141-154 pp.
- HENDERSON, F.M. T.F. HART, B.P. HEARON, & J.E. PORTOLESE, 1999.** Mapping coastal ecosystems over a steep development gradient using C-CAP protocols. *International Journal of Remote Sensing* 20 (4): 727-744.
- HERRERA-SILVEIRA, J., F.Y. COMÍN, y L. CAPURRO, 2004.** Los usos y abusos de la zona costera en la Península de Yucatán. En: E. Rivera, E., G. Villalobos, I. Azuz, y F. Rosado, eds. *El manejo costero en México*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. Pp. 387-396.
- HOLLAND, T.L., R.J. MARISCAL, A.R. DAVIDSON & J. CARDILLÉ, 2011.** Landscape changes in a coastal system undergoing tourism development: implications for Barra de Navidad Lagoon, Jalisco, México. *Investigaciones Geográficas* 74: 7-18.
- INEGI-INE-CONAGUA, 2007.** *Mapa de las cuencas hidrográficas de México, escala 1: 250 000*. Cartografía en formato digital. México.
- LANDIS, J.R. & G.G. KOCH, 1977.** The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159-174.
- LÓPEZ-PORTILLO, J. y E. EZCURRA, 2002.** Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques* (Número especial): 27-51.
- MAS, J.F., 1999.** Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing* 20: 139-152.
- MONZALVO, S.I., 2006.** *Estimación de la cobertura espacial y análisis de la estructura forestal del manglar en Sinaloa, México, Técnicas de Percepción Remota*, Tesis de Maestría en Ciencias del Mar y Limnología, Biología Marina, Universidad Nacional Autónoma de México Mazatlán, Sinaloa. 85 p.
- MORENO-CASASOLA, P., G. ROJAS, L. ZÁRATE, P. ORTIZ, A.L. LARA-DOMÍNGUEZ, y V. SAAVEDRA, 2002.** Diagnóstico de los manglares de Veracruz: Distribución, vínculos con los recursos pesqueros y su problemática. *Madera y Bosques* (Número especial): 61-88.
- NETTEL, A., R.S. DODD, Z. AFZAL-RAFII y C. TOVILLA-HERNÁNDEZ, 2008.** Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific Black mangroves. *Molecular Ecology* 17: 2680-2690.
- OJIMA, D.S., K.A. GALVIN, y B.L. TURNER II, 1994,** The global impact of land-use change. *BioScience* 44 (5): 300-304.



- RAMÍREZ-GARCÍA, P., J. LÓPEZ-BLANCO & D. OCAÑA, 1998.** Mangrove vegetation assessment in the Santiago river mouth, México, by means of supervised classification using Landsat TM imagery. *Forest Ecology and Management* 105:217-229.
- RAMSAR, 2007.** Ficha informativa de los humedales de Ramsar, *Sistema Estuarino Boca del Cielo*. Consultado en: <http://ramsar.conanp.gob.mx/>.
- RICHARDS, J.A. & X. JIA, 1999.** *Remote sensing digital image analysis, an introduction*. Third Edition. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, Germany. 363 p.
- RUIZ-LUNA, A. & C.A. BERLANGA-ROBLES, 1999.** Modifications in coverage patterns land use in the landscape around the Huizache-Caimanero lagoon system, Sinaloa, México: A multitemporal analysis using Landsat images. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 49: 37-44.
- SANTAMARÍA-DAMIÁN S., 2013.** *Caracterización estructural y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar Los Patos-Sólo Dios en la costa de Chiapas*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México. 105 p.
- TOVILLA-HERNÁNDEZ, C., 2004.** La dimensión de la crisis ambiental en la costa de Chiapas y la necesidad de un programa de ordenamiento de las actividades. En: José E. Sánchez, J. E. y R. Jarquín, eds. *La frontera sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos*. ECOSUR, Tapachula, Chiapas, México. 191 p.
- TOVILLA-HERNÁNDEZ, C., SALAS, L. DE LA PRESA, J.C. ROMERO, E.I. OVALLE, F. GÓMEZ, R. HERNÁNDEZ, J. CRUZ y E. HERNÁNDEZ, A., 2007.** *Inventario Forestal de los bosques de manglar de la costa de Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur. 92 p.
- VALIELA, I., J.L. BOWEN & J.K. YORK, 2001.** Mangrove forest: one of the world's threatened major tropical environments. *BioScience* 51: 807-81.

# Chayote (*Sechium edule* L.) y calabaza (*Cucurbita pepo* (Jacq.) Sw.): opción de botanas saludables

Adriana Caballero Roque <sup>1\*</sup>, Gabriela Palacios Pola <sup>1</sup>  
 Patricia I. Meza Gordillo <sup>1</sup>, Greysi I. Fernández Ramírez <sup>1</sup>, Paulina Ayvar Ramos <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150. Col. Lajas Maciel. Edificio 11. Ciudad Universitaria. \*Autor de correspondencia: adriana.caballero@unicach.mx

## RESUMEN

Se realizó un estudio de deshidratación de dos frutos del huerto familiar: la calabaza y el chayote como propuesta de botanas saludables. Los resultados muestran que presentan valores nutritivos similares y en el estudio de análisis sensorial se observa que no hay diferencia estadística significativa entre la aceptación de los dos productos entre los jueces entrenados. La ausencia de grasa en los productos deshidratados de calabaza y chayote fue una de las características que los hacen diferente en relación a los productos existentes en el mercado.

**Palabras clave:** verduras, huerta, frutos, deshidratados.

## ABSTRACT

A study of dehydration two family orchard fruits: pumpkin and squash as healthy snacks proposal was made. The results show that have similar nutritional values and the study of sensory analysis shows that there is no significant statistical difference between acceptance of the two products among the trained judges. The absence of fat in dehydrated products and chayote squash was the characteristics that make them different in relation to existing products on the market.

**Keywords:** vegetables, orchard, fruits, dehydration.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se puede afirmar que los hábitos alimentarios y los estilos de vida diseñan la salud de una sociedad y son capaces de prevenir o promover la aparición de determinadas enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares, determinados tipos de cáncer, obesidad, osteoporosis e incluso caries dentales (Calañas, 2010).

En el mercado prolifera una amplia variedad de comestibles cuyo precio es desproporcionado con respecto a su aporte de nutrimentos, entre los que se encuentran los refrescos azucarados, frituras dulces o saladas y toda clase de pastelillos industrializados. El consumo de estos productos se ha elevado en forma notoriamente debido al gran despliegue publicitario que los respalda y que están disponibles casi en cualquier lugar (Plazas y Jhonson, 2008).

En años recientes, las frituras y otros productos de alto aporte energético han estado en la mira de diversas

dependencias gubernamentales, acusados de atentar contra la salud de miles de mexicanos. De acuerdo con el último informe alimentario emitido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cada año mueren más de 3 millones de personas en el mundo a causa del sobrepeso y la obesidad (Profeco, 2012).

Por esta razón los consumidores demandan productos alimenticios más saludables y que aporten un alto valor nutritivo. La calidad, nivel de nutrición, y la percepción de los alimentos procesados se rige, entre otros atributos, por la estructura del producto seco. Por tanto, el examen de la estructura del alimento seco es de importancia significativa. Los métodos de deshidratación tienen un gran impacto en las propiedades estructurales de la mayoría de los productos alimenticios (Oikonomopoulou, 2013).

La disminución de la humedad del alimento es uno de los métodos más antiguos. Al reducir el contenido de agua de un alimento hasta un nivel muy bajo se elimina la posibilidad de su deterioro biológico y se reducen apreciablemente las velocidades de otros mecanismos de

deterioro. Además del efecto conservante, mediante la deshidratación se reduce el peso y el volumen del alimento, aumentando la eficacia de los procesos de transporte y almacenaje (Singh y Helmand, 2009).

Durante el proceso de deshidratación, un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante. Las proteínas, las grasas y carbohidratos están presentes en mayor cantidad en los alimentos deshidratados que su contrario fresco. En el alimento deshidratado puede existir una pérdida de las vitaminas, pero dependerá del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidratación, del proceso de deshidratación seleccionado, de la manipulación y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos deshidratados (Desrosier, 2005).

El valor nutritivo de las hortalizas como fuente de macronutrientes (proteínas, grasas e hidratos de carbono) es limitado aunque existen algunas excepciones, su valor principal deriva en los micronutrientes (vitaminas y minerales) y en hidratos de carbono complejos, aunque tienen muy poco valor nutritivo, son importantes para la función intestinal (Astiasarán y Martínez, 2003).

En este proyecto se utilizan los frutos de dos hortalizas que se cultivan en huertos familiares: la calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta anual, herbácea, rastrera y trepadora. Su fruto es de tamaño variable, la coloración va desde verde claro hasta oscuro diminutamente moteado en crema, la cáscara va desde suave hasta dura, generalmente lisa, la pulpa de color crema a amarillenta (Villanueva, 2007).

Los valores nutritivos promedios de calabacita italiana son: carbohidrato 3.11 g, grasa 0.40 g, proteína 2.7 g, fibra 1.5 g, agua 92 g, calcio 25 mg, potasio 202 mg, magnesio 16.0 mg, hierro 0.79 mg, tiamina 0.06 mg, riboflavina 0.50 mg, niacina 0.11 mg, ácido ascórbico 34 mg. Calorías 21 (Ledesma *et al.*, 2010).

El chayote sin espinas (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta trepadora de tallos robustos. Su fruto presenta diferentes formas desde redondo, piriformes y alargados, tiene una amplia variación en su color desde verde oscuro hasta el amarillo claro y tonos crema. Su cáscara es delgada, la pulpa es verde y blanquecina, su sabor es suave (Lira, 1996).

Los valores nutritivos promedios del chayote sin espinas son: carbohidrato 6.3 g, proteína 1 g, grasa 0.3 g, fibra 1.9 g, agua 88.6 g, calcio 27 mg, fósforo 30 mg, hierro 1 mg, magnesio 14 mg, sodio 4 mg, potasio 150 mg,

ácido ascórbico 8 mg, tiamina 0.03 mg, riboflavina 0.07 mg niacina 0.40 mg, calorías 32. (Ledesma *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue elaborar productos deshidratados de los frutos de chayote y calabaza como opción de botanas saludables, determinando el contenido nutritivo y pruebas de análisis sensorial.

## METODOLOGÍA

La parte experimental del estudio se realizó en los laboratorios de alimentación sustentable, de análisis sensorial y análisis de alimentos de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

### Proceso de deshidratación

La materia prima utilizada fueron fruto en buen estado de calabaza (*Cucurbita pepo*) y chayote (*Sechium edule*). Los vegetales se lavaron y cortaron en rebanadas de 3 mm de grosor. Se les adicionó un sazón de sal y chile molido sobre la superficie de las rebanadas, las cuales se colocaron en charolas de aluminio.

Se utilizó la técnica de deshidratación en horno convencional a 60°C durante 15 horas. Posterior a este tiempo, se empacaron en bolsas de celofán y se conservaron a temperatura ambiente.

### Determinación de humedad de los productos deshidratados

Se pesaron en una balanza analítica, cada una de las muestras en rebanadas de cada fruto en fresco. Las muestras se colocaron en el horno se secado durante 15 horas, a una temperatura de 60°C. Se retiraron las muestras y se volvieron a pesar, para determinar el % de humedad por diferencia de peso. El cálculo se hizo por triplicado y se obtuvo el promedio de las muestras.

### Determinación del valor nutritivo

Para la obtención de los cálculos del valor nutrimental de los productos deshidratados de calabaza y chayote, se consultaron las tablas de valor nutritivo de los alimentos (Muñoz, 1996), utilizando información de acuerdo al alimento en su base húmeda.

### Proceso de análisis sensorial

Para el análisis sensorial se dispuso de rodajas de aproximadamente 3 cm de diámetro de cada hortaliza deshidratada (calabaza y chayote) que fueron acomodadas en contenedores de plástico inocuo codificadas con tres números aleatorios. Los jueces que evaluaron las mues-

tras son jóvenes de la licenciatura en gastronomía que han recibido capacitación preliminar sobre el tipo de evaluaciones a realizar y realizaron el lavado de dientes y enjuague bucal una hora antes de las pruebas sensoriales. Éstas fueron realizadas en cabinas especiales del laboratorio de evaluación sensorial de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, con suficiente iluminación y con un enjuague bucal con agua purificada entre las muestras. Los tipos de evaluaciones realizadas fueron la prueba hedónica estructurada de 9 puntos para indicar el nivel de agrado y la prueba de textura estructurada de 5 puntos para indicar la intensidad en el crujido de los *snacks*. Posteriormente los datos recopilados en las papeletas de pruebas fueron vaciados en el programa Excel y analizadas las relaciones entre muestras y entre jueces mediante el programa estadístico Statgraphics versión 15.

## RESULTADOS

### Proceso de deshidratación

Las características organolépticas de los deshidratados obtenidos de calabaza (figura 1) y chayote (figura 2) se muestran en la tabla 1



FIGURA 1 Calabaza.



FIGURA 2 Chayote.

Características organolépticas	Calabaza	Chayote
Color	Beige con rojo	Verde suave con rojo
Olor	Característico	Característico
Sabor	Salado	Salado
Textura	Crujiente	Crujiente

TABLA 1 Características de productos deshidratados.

Fuente: Pruebas experimentales.

Entre los productos de verduras que se encuentran en el mercado están los de papa (*Solanum tuberosum* L.) que se utiliza el proceso de freído con aceite del producto, a diferencia de estos productos de calabaza y chayote que utilizan proceso de deshidratación por lo que el contenido de grasa es nulo.



### Determinación del valor nutritivo

El valor nutritivo de macronutrientes de los deshidratados de calabaza y chayote se muestra en las tablas 2 y 3.

Al eliminar el agua de las muestras, los nutrientes se concentran y aumentan a diferencia de los valores que contienen humedad. Los valores nutritivos de los productos de calabaza y chayote son bastante similares, la diferencia más notable es el aumento en la cantidad de carbohidratos en el chayote y la mayor cantidad de proteínas de la calabaza, cabe señalar que los cálculos están realizados en cantidades de equivalentes, por lo que las cantidades aumentan al aumentar las porciones de consumo. En este trabajo no se realizó el cálculo de los micronutrientes, situación que queda como sugerencia para próximos estudios.

Nutrientes**	Kcal	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Muestra seca (%)
Total	30.67	3.73	2.97	0.43	9.3

TABLA 2

Valor nutricional de la calabaza deshidratada.

\*\*Fuente: Cálculo teórico por sistema de equivalentes de 91g igual a 1 equivalente.

Nutrientes**	Kcal	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Muestra seca (%)
Total	35.88	7.25	1.09	0.32	9.18

TABLA 3

Valor nutricional de chayote deshidratado.

\*\*Fuente: Cálculo teórico por sistema de equivalentes de 100 g igual a 1 equivalente.

### Proceso de análisis sensorial

Los resultados de los análisis sensoriales se esquematizan en la figuras 3 y 4. En esta gráfica puede observarse que no existe diferencia estadística significativa entre los deshidratados de calabaza (567) y de chayote (908), ya que las calificaciones asignadas por los jueces están en rangos similares de promedio que oscilan entre 6.5 y 6.8 respectivamente, que a la escala verbal corresponde a “me gusta moderadamente”. Lo anterior puede entenderse por la poca frecuencia de consumo de verduras que existe entre la juventud en los últimos años, además de que los comentarios atribuían a que el sabor característico “a verdura” y la ausencia de grasa eran los principales

motivos para asignar una calificación de esa magnitud. Debemos mencionar también que las botanas de verduras más populares corresponden a las frituras. Con base en lo anterior, también se puede relacionar esta afirmación con los resultados correspondientes al nivel de crujido evaluada por los jueces en las pruebas de textura aplicadas a los *snacks*, cuyas mediciones pueden observarse en la figura 4.

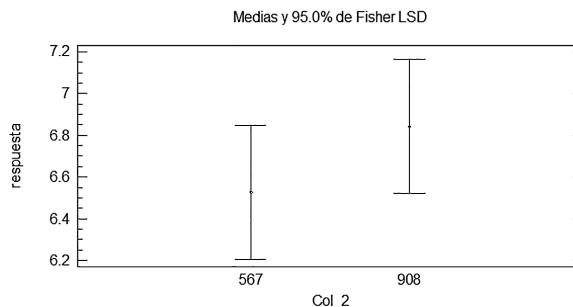


FIGURA 3

Respuestas de las calificaciones en escala de agrado otorgadas por los jueces a las muestras 567 (calabaza) y 908 (chayote).

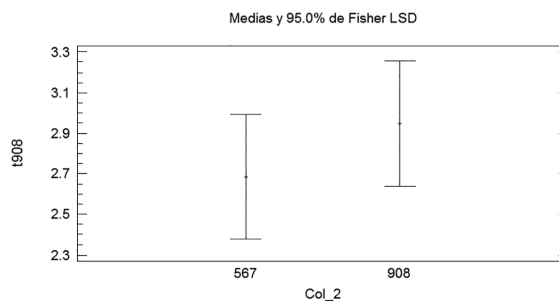


FIGURA 4

Respuestas de las calificaciones de las pruebas de textura otorgadas por los jueces a las muestras 567 (calabaza) y 908 (chayote).

Como puede observarse en la figura anterior, las calificaciones asignadas a las muestras de calabaza y chayote no presentan diferencia estadística significativa entre las medias de las respuestas asignadas al crujido que van desde 2.7 hasta 2.9, lo que a la escala verbal indica que es un *snack* “crujiente”. Esta característica en la textura es la que logra la aceptabilidad por los jueces, debido a que por su disminuido grosor y la aplicación de calor seco a través de la deshidratación, permite la emisión del crujido al ser mordido este tipo de *snack*.

## CONCLUSIONES

Es posible utilizar otro tipo de vegetales del huerto para hacer propuestas de botanas que sean diferentes a las que se ofrecen en el mercado que tienen mayor cantidad de calorías debido a que contienen altas cantidades de aceites, en este caso esta propuesta recomienda utilizar el método de deshidratación el cual permite dar consistencia

crujiente a los productos sin necesidad de agregar grasas. En el caso de las pruebas de análisis sensorial, los jueces muestran cuáles son las dificultades para la aceptación de estos productos. Es necesario mejorar la formulación de los aditivos (sal-chile) para elevar las calificaciones de agrado por parte de los consumidores. Es necesario seguir proponiendo opciones de botanas que sean más saludables para los jóvenes.

## LITERATURA CITADA

- ASTIASARÁN I. y J. MARTINEZ, 2003.** *Alimentos composición y propiedades*. 2ª. Ed. México, DF: Mc Graw Hill, p. 178-186.
- CALAÑAS, A., 2010.** *Bases científicas de una alimentación saludable*. En: DE LUIS, D. Dietoterapia, Nutrición clínica y metabolismo. España. Díaz de santos, p 3-8.
- DESROSIER, N., 2005.** *Conservación de alimentos*. 30ª. ed. México. Compañía Editorial Continental. p 157-189.
- LEDESMA J., A. CHAVEZ, F. PÉREZ-GIL, E. MENDOZA Y C. CALVO, 2010.** *Composición de alimentos*. México, Mc Graw Hill. p.362
- LIRA-SAADE, R.S., 1996.** *Chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. International Plant Genetic Resources Institute. Rome Italy. 58 pp.
- MUÑOZ, M., 1996.** *Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica*. México. Editorial Pax. Pp. 56-312.
- OIKONOMOPOULOU, V.P., 2013.** *Novel aspects of formation of food structure during drying* [en línea]. *Drying Technology*: Atenas, Grecia. July 2013, no. 9. Disponible en < <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail>.
- PLAZAS, M. y S. JOHNSON, 2008.** *Nutrición del preescolar y el escolar*. En: CASANUEVA, E, [et al.]. Nutriología Médica. 3ª. ed. México: Editorial Médica panamericana, p. 78-110.
- PROFECO, 2012.** Frituras al desnudo, “qué se esconde detrás del sabor”. *Revista el Consumidor*: [en línea]. Disponible en: <<http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/EDC-Frituras.pdf>>
- SINGH, P. y D. HELDMAN, 2009.** *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. 3ª. ed. España. Editorial Acribia, p. 467-476.
- VILLANUEVA, C., 2007.** *Calabazas cultivadas*. Universidad Autónoma Chapingo. 123 p.



# Plantas útiles multipropósitos en una comunidad del área de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote, Chiapas, México

Oscar Farrera Sarmiento <sup>1,2</sup>  
 Carolina Orantes García <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Biológicas UNICACH, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez. | <sup>2</sup> Jardín botánico F. Miranda SEMAHN, Calzada de los Hombres Ilustres, Parque Madero, edificio Museo Botánico S/N, colonia Centro Tuxtla Gutiérrez Chiapas, tel. y fax. (01961)6123622 ext. 110 y 115, ofarreras@hotmail.com; oscar.farrera@unicach.mx

## RESUMEN

Se dan a conocer 38 especies de plantas útiles multipropósito de una comunidad zoque del área de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote en Chiapas, México. De las cuales cerca del 85 % del recurso es nativo el cual extraen de la selva baja caducifolia en un 65%.

**Palabras clave:** plantas útiles multipropósitos, zoque, recurso nativo Chiapas, México.

## ABSTRACT

They are disclosed 38 species of useful and multipurpose plants, from a zoque community of influence area's the biosphere reserve La Sepultura and El Ocote in Chiapas, Mexico. Which about 85 % of resource is native, which is extracted from the tropical deciduous forest in a 65 %.

**Keywords:** useful multipurpose plants, zoque, resource native of Chiapas, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las plantas útiles se ubica dentro de la etnobotánica, campo científico que estudia las interrelaciones que se establecen entre el hombre y las plantas a través del tiempo y en diferentes ambientes (Hernández *et al.*, 1990). El principal objeto de la etnobotánica es el estudio de las sabidurías botánicas tradicionales (Barrera, 1982).

La etnobotánica se concibe como un campo de estudio interdisciplinario en el cual la antropología, la botánica y las ciencias físico-matemáticas, naturales y sociales que la sustentan, nos ayudan en la interpretación del significado de las múltiples interacciones que el hombre, desde su surgimiento, ha establecido con los elementos de la naturaleza que lo rodea (Hernández *et al.*, 1990; Isidro, 1997; Anónimo, 1987).

En las últimas décadas ha habido una reducción grande de las áreas de vegetación natural del sureste mexicano, lo que implica un serio riesgo para las futuras generaciones, no solo por la pérdida de los recursos naturales y productivos, sino por la erosión del conocimiento tradicional de las sociedades campesinas (Gispert y Gómez, 1986). Ante estas circunstancias es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para la producción y

la conservación, en donde el rescate del conocimiento etnobotánico juega un papel importante.

Una política de producción basada en la diversidad de recursos locales de las comunidades, brinda más beneficios para el desarrollo de las regiones más pobres, desarrollo basado en el conocimiento y manejo de sus propios recursos naturales. Chiapas es un estado rico en diversidad biológica, con una flora de más de 8, 250 especies de plantas vasculares y casi todos los tipos de vegetación reportados para el país, cuenta además con el 60% del total de las especies de aves y el 55% de los mamíferos encontrados en México (Toledo, 1988). Sin embargo, el 53% de los espacios naturales del estado de Chiapas han sido transformados a la agricultura y la ganadería y el uso inadecuado ha favorecido el deterioro de áreas boscosas, suelos y fuentes acuíferas.

Ante la necesidad cada vez más apremiante de satisfacer a una población en constante crecimiento, es cada vez más patente la urgencia de conservar costumbres y conocimiento general de nuestros antepasados, en particular sobre el uso de los recursos naturales. Se sabe perfectamente que la agronomía, la medicina, la industria alimentaria tienen su origen en los usos y prácticas de las diferentes culturas (Vázquez, 1982). Los estudios etnobotánicos pueden conducir



a la formación de farmacopeas locales así como también sustentar programas de nutrición (Martínez, 1982). De este conocimiento etnobotánico tradicional es posible generar alternativas sustentables para la producción, la alimentación y la salud (Soto, 1990; Soto y Farrera, 1996).

Algunos de los beneficios de las plantas útiles es que proporcionan a la gente principalmente leña y carbón como combustible, material de construcción, artículos de uso agrícola y doméstico, semillas, néctar, frutos, forraje, ceras, y sustancias medicinales, así como esencias y condimentos; regulan la temperatura, favorecen la precipitación, disminuyen el ruido y depuran el aire, además de brindar diversidad y armonía al paisaje. Desde el punto de vista industrial muchas especies son apreciadas por su madera o porque producen goma, cera, látex, alcaloides, esencias, colorante y resina. Tales productos se utilizan para fabricar pulpa para papel, pintura, laca, barnices, explosivos, lubricantes, perfumes, fármacos, jabones, tintas e insecticidas (Niembro, 1986).

Los factores primordiales para la aceptación de una especie útil están relacionados con los beneficios económicos, aunque los factores sociales son determinantes, son más difíciles de cuantificar que los económicos; muchas veces la aceptación de las especies está determinada por su utilidad, generalmente las especies de uso múltiple, multiusos o multipropósito son las más favorecidas (Benítez *et al.*, 2004).

Las especies multipropósito, son importantes prestadoras de servicios al ambiente, proveedoras de uno o varios productos útiles al hombre y con características prometedoras para emplearse en programas de restauración y reforestación en las diferentes regiones ecológicas del país (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Ancona-Aragó, 2010 y Orantes-García, 2011).

La importancia de esta investigación surgió de la necesidad de sistematizar el conocimiento tradicional heredados de generación en generación acerca del uso de las plantas útiles de una comunidad mestiza de origen zoque, ubicada en el área de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote.

El área de estudio se ubica en la Depresión Central de Chiapas. Geográficamente el ejido Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas, se ubica entre los 16° 34' a los 16° 38' de latitud Norte, y entre los 93° 30' a los 93° 36' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, es una población mestiza de origen zoque de ocupación campesina en su mayoría, ubicada en un rango altitudinal de 550–1,000 msnm, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación pluvial promedio anual de 1,018 mm y una temperatura promedio anual de 25.4°C.

Este ejido fue fundado en 1934 y actualmente está constituido por 180 ejidatarios y 1,301 habitantes y ocupa una extensión de 2,820.70 Has. Esta población cuenta con servicios de salud pública (posee un centro de salud de la S.S.A. y una clínica de campo del I.M.S.S.), energía eléctrica, agua potable, drenaje, escuela telesecundaria, primaria y un jardín de niños, teléfono y correo. Asimismo cuenta con infraestructura de caminos rurales y construcciones institucionales (Farrera, 1997).

De acuerdo con los criterios de Flores *et al.* (1971), la vegetación presente es Selva Baja Caducifolia, con manchones de Selva Mediana Subcaducifolia y Subperennifolia, Bosque de Pino y Pino-Encino. El tipo más abundante es el de Selva Baja Caducifolia. En donde se encuentran especies tales como: Cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia humilis*), hormiguillo (*Cordia alliodora*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), tepezcohuite (*Mimosa tenuiflora*), canelo (*Calycophyllum candidissimum*), palma coyolillo (*Chamaedorea graminifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), copal (*Bursera bipinnata*), pompushuti (*Cochlospermum vitifolium*), mosmot (*Ceiba aesculifolia*), quebracho (*Acacia pennatula*), sospó (*Pseudobombax ellipticum*), candox (*Tecoma stans*) pino (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus rubramenta*), principalmente (Farrera, 2000; Farrera y Beutelspacher, 2014, Miranda, 1952).

Los sistemas de producción del ejido son la agricultura anual de temporal y mixto (temporal y riego), la ganadería bovina extensiva, los huertos familiares o solares que se ubican en el asentamiento y la recolección en el sistema forestal (Plascencia, 1989).

## METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en un período de cuatro años mediante entrevistas abiertas de forma aleatoria cubriendo el 20 % de los núcleos familiares del ejido, se hizo colectas de ejemplares de herbario y observaciones directas en todos los sistemas productivos, se determinó de manera taxonómica el material de herbario el cual quedo depositado en las colecciones de los herbarios regionales (CHIP, ECOSUR; UNICACH) y se analizaron detalladamente los datos obtenidos. El criterio de selección para estas especies se centró básicamente en que fueran especies útiles multipropósito, es decir especies que tienen tres o más usos.

## RESULTADOS

Se registraron 38 especies de plantas útiles multipropósito las cuales ocupan los habitantes por la necesidad del

recurso como medicina, ornato, comestible, construcción de las viviendas y cercos, artesanía, ceremonial, leña, forraje, condimento, sombra, tanino o curtiente de pieles, veneno, adhesivo, tintes, servicios como cerco vivo, mejoradora y conservadora de suelos y otros usos. Cerca del 85 % de las especies de plantas útiles multipropósitos es nativo y silvestre del cual el 65 % se toma de la selva baja caducifolia (cuadros 1, 2 y 3).

Uso Medicinal					
Forma biológica	Árbol	32	Partes usadas 1	Tallo	29
	Arbusto	2		Hoja	9
	Hierba	3		Flor	3
	Arborescente	1		Fruto	4
Semilla				Planta completa	8
Grado de manejo	Tolerada	3		Raíz	2
	Silvestre	30		Corteza	8
	Cultivada	5		Sabia	3
				Otras partes	1

**CUADRO 1** Forma biológica, grado de manejo y partes usadas de las plantas útiles multipropósitos de Quintana Roo, Iquipilas, Chiapas.

Sistemas de producción	Recolección forestal	30	Tipos de vegetación	Selva baja caducifolia	25
	Huerto familiar	6		Selva mediana subperennenifolia	5
Adquirida del exterior	0	Achual de Selva mediana subperennenifolia	8		
Ganadería bovina extensiva	2	Encinares	2		
Sistema anual de temporal	2	Pinares	1		
Sistema de cosecha múltiple	2	Bosque ripario	2		
		Selva mediana subcaducifolia	5		

**CUADRO 2** Los sistemas de producción y tipos de vegetación de las plantas útiles multipropósitos de Quintana Roo, Iquipilas, Chiapas.

Las formas biológicas más usadas son árboles, arbustos y hierbas, las partes biológicas más empleadas son los tallos seguidas de fruto, flor, hojas, savia y corteza. Referente al grado de manejo principalmente son silvestres, seguidas por las cultivadas, tres especies se ubican como toleradas posiblemente en proceso de domesticación, el 21% de las especies provienen del huerto familiar (cuadros 1 y 2).

### CONCLUSIONES

En este ejido se ha encontrado un número alto de plantas útiles multipropósitos en relación con otros trabajos. Esto pone de manifiesto de la alta diversidad de usos que le dan al recurso forestal útil lo cual sigue siendo importante para el desarrollo de sus actividades cotidianas en el que hacer rural campesino. Esto refleja que el conocimiento tradicional se ha preservado y se sigue practicando.

Se recomienda impulsar el cultivo de plantas útiles multipropósitos en centros escolares y los huertos familiares, cercos vivos, curso de ríos y arroyos, además de conservar los sistemas forestales con la finalidad de hacer un uso sostenido del recurso, y obtener ingresos económicos extras, los cuales beneficiarían la economía familiar campesina.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los habitantes del ejido Andrés Quintana Roo por participar en esta investigación; además de agradecer al personal del herbario CHIP del jardín botánico Faustino Miranda de la SEMAHN, por el apoyo recibidos; a la bióloga Teresa Guadalupe Cabrera Cachón, directora del mencionado jardín botánico por la revisión de este artículo.

## NEXO

Familia	Nombre técnico	N. común	Parte usada	Tipo de uso
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i>	Chincuya	Fr, T	3,4,5
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real	H	2,5,6
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate	Co, Fl, T, PC	1,2,4,5,11
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	Sangre de Toro	Fr, Pc	3,5,9
	<i>Cordia alba</i>	Gulaber	Fr, T	3,4,5,15
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal	Co, T	1,4,6
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	R	3,6,15
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huisache	Sa,T, Pc	1, 7, 9
	<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilín	H,T,	1, 4, 5,7
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	T	4,5,14
	<i>Gliricidia sepium</i>	Cuchunuc	H, Fl, T, Pc, R	1,3,4,9,14
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil	T	4, 7,17
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	Fr, T	3,4,7
	<i>Inga vera</i> ssp. <i>spuria</i>	Cuajinicuil	Fr, T	3,4,7
	<i>Leucaena shannoni</i>	Guaje	T, Pc	4,7,9
	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Tepezcohuite	Co, T, Pc	1,4,7,9
	<i>Pithecellobium pachypus</i>	Patzagua	Fr,Co, T,Pc	1,3,4,7,9,12
Fagaceae	<i>Quercus pedunculularis</i>	Roble	T	4,7,12
	<i>Q. rubramenta</i>	Encino	Co, T	1,4,7,12
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	H	1,2,6
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	H, Fr, Se	1,3,10
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Co, T, Fr	1,3,4,7,12
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán	Fl	1,2,6
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuaulte Negro	Co, T	1,4,7
Menispermaceae	<i>Hyperbaena mexicana</i>	Duraznillo	Fr, Ta, H	3,4,5,6
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Mora	T, Fr	1,3,4,5,9
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Guineo	Sa, H	1,3,13
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcencis</i>	Cinconegritos	Fr, T	3,4,5
	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Fr, T	3,4,7,9,12
Oleaceae	<i>Fraxinus velerea</i>	Palo pinto	T	4,5,7
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	Sa, T, H	1,4,5,6,7
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	T	4,5,7
	<i>Genipa americana</i>	Maluco	Co, Fr, T	1,3,4
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Limón	Fr	1,3,10
Salicaceae	<i>Salix bomplandiana</i>	Sauz	T,H	4,5,6
Sapotaceae	<i>Manilkara achras</i>	chicozapote	Fr, T	3,4,5
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	H, T	4,5,6
Styracaceae	<i>Styrax argentum</i>	Chucamay	T	4,5,7

## CUADRO 3

Las plantas útiles multipropósitos en una comunidad del área de influencia de las reservas de la biosfera La Sepultura y El Ocote, Chiapas, México.

**Usos:** 1. Medicinal, 2. Ornato, 3. Comestible, 4. Construcción, 5. Artesanal, 6. Ceremonial, 7. Leña, 8. Forraje, 9. Servicios, 10. Condimento, 11. Sombra, 12. Tanino, 13. Otros usos, 14. Veneno, 15. Adhesivo, 16. Fibra, 17. Tinte, 18. Repelente.

**Parte biológica usada:** R. raíz, T. Tallo, Co. corteza, Sa. savia, H. hoja, Fl. flor, Fr. fruto, Se. semilla, Pc. planta completa.

## LITERATURA CITADA

- ANCONA-ARAGÓ, J.J., J.S. FLORES-GUIDO Y J. HUCHIM-HERRERA, 2010. Los sistemas de producción en las antiguas ciudades de Uxmal y Chichen Itzá. *Etnobiológica* 10 (3): 10-19.
- ANÓNIMO, 1987. *Plantas medicinales, virtudes insospechadas de las plantas medicinales*. Edit. Reader's D., Mex. Mex. 430 p.
- BARRERA, A., 1982. La etnobotánica. En: *Memorias del simposio de etnobotánica*. Inst. Nal. de Antropología e Historia (Ed.) Mex., D.F. pp. 6-11.
- BENÍTEZ B., G., M. PULIDO S., Y M. EQUIHUA, Z. 2004. *Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones*. Instituto de Ecología, A.C., Sistema de Investigación del Golfo de México. Comisión Nacional Forestal. Xalapa, Ver., México.
- FARRERA, S., O., 1997. *Plantas útiles en el ejido Quintana Roo, Jiquipilas Chiapas*. Tesis Biol. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez. Chis.
- , 2000. *Estudio de los recursos fitogenéticos Zoques de Jiquipilas Chiapas*. In XVIII Congreso Nal. de la Soc. mexicana de Fitogenética, Irapuato Gto. Mex. Edit. Somefi, Univ. Gto., Concyteg, Fundación Gto. Produce A.C. P. 321.
- FARRERA, S., O. Y C.R. BEUTELSPACHER B., 2014. Inventario florístico del valle de Jiquipilas Chiapas. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH* 8 (1): 57-84.
- FLORES, M.G., L.J. JIMÉNEZ, S.X. MADRIGAL, R.F. MONCAYO R.F. Y T.F. TAKAKI, 1971. *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana*. SARH., México, D.F. 61p.
- GISPER, C.M. y A. GÓMEZ, 1986. Plantas medicinales silvestres: el proceso de adquisición, transmisión y colectivización del conocimiento vegetal. *Biótica* 11(2):113-125.
- HERNÁNDEZ, X.E., J. CUEVAS Y E. ESTRADA, 1990. *Etnobotánica*. Notas del curso. UACH, Chapingo México 300p.
- ISIDRO V., M.A., 1997. *Etnobotánica de los zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Edit. Gob. Edo. Chiapas e Inst. Hist. Nat. de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chis, Mex. 125 p.
- MIRANDA, G.F., 1952. *La vegetación de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 2 vols.
- MARTÍNEZ, A., 1982. Importancia de la etnobotánica en México In *Memorias del simposio de etnobotánica*. INAH (Ed.) México D.F. 273p.
- NIEMBRO R., A., 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. Limusa, México, D.F. pp 21-22.
- ORANTES-GARCÍA, C., 2011. *Potencial de especies maderables nativas no convencionales para el aprovechamiento sustentable en la selva del Ocote, Chiapas*. Tesis de doctorado en desarrollo sustentable. Fac. de Ingeniería. UNICACH. 95 p. Tuxtla Gtz. Chiapas.
- PLASCENCIA, V.H., 1989. Los sistemas de producción agrícola. En: *La agricultura en la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chis*. Edit. CIES, San Cristóbal de Las Casas Chiapas, Mex. 207 p.



- SOTO P., M.L., 1990.** Plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas. Perspectivas en el uso sostenible de la tierra. *Fitotecnia mexicana* (13):149-168.
- SOTO P., M.L. Y O. FARRERA S. 1996.** Árboles y arbustos útiles de los valles centrales de Chiapas con potencial para agroforestería. In V Reunión Nal. sobre Invest. Etnobotánicas en la selva baja caducifolia de México Edit. IHN-UNICACH Tuxtla Gutiérrez Chiapas Mex. P. 36.
- TOLEDO, V.M., 1988.** La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*. Mex. D.F.14 (18): 17-30.
- VÁZQUEZ, T.E., 1982.** Opciones acerca de algunos campos en los que se debe fomentar la investigación etnobotánica en México. En: *Memoria del simposio de etnobotánica INAH*. (Ed.) México, D.F. p.280-290.
- VÁZQUEZ-YANES C., A.I. BATIS-MUÑOZ, M.I. ALCOCER-SILVA, M. GUAL-DÍAZ Y C. SÁNCHEZ-DIRZO, 1999.** Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. PROYECTO J-084 - CONABIO. Mex. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/inicio.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/inicio.pdf)



# APÉNDICE



*Sabal mexicana*



*Chlorophora tinctoria*



*Pithecelobium pachypus*



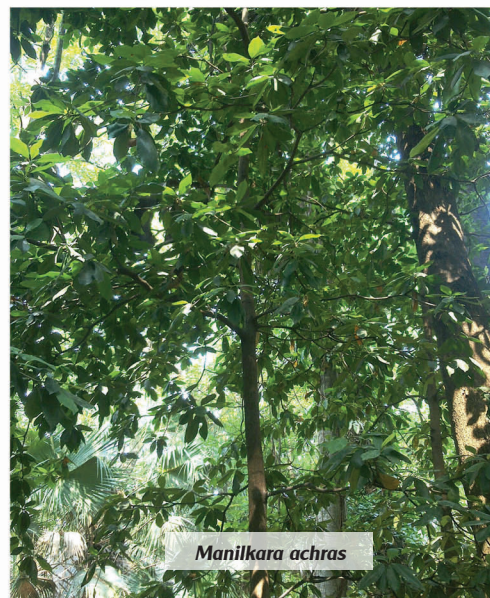
*Cordia dentata*



*Byrsonima crassifolia*



*Tabebuia rosea*



*Manilkara achras*





# Efecto alelopático de los extractos vegetales de *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae) sobre *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae)

Eduardo Alejandro Chong-Rodríguez<sup>1</sup>

Marisol Castro-Moreno

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, C.P. 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, eduardo.alejandro.chong@gmail.com

## RESUMEN

Se determinó la actividad alelopática de extractos metanólicos de hojas de *Eucalyptus globulus* sobre la germinación y crecimiento de la radícula de *Tabebuia donnell-smithii* utilizando tres concentraciones (0.25, 0.5 y 1mg/mL). Los resultados obtenidos muestran una tasa alta de germinación y el crecimiento radicular no fue alterado con ninguno de los tratamientos, determinándose la resistencia de esta especie a los extractos en las concentraciones probadas.

**Palabras clave:** alelopatía, metabolitos secundario, extractos vegetales, *Eucalyptus globulus*.

## ABSTRACT

Determined Allelopathic activity of methanol extracts leaves from *Eucalyptus globulus* on germination and growth of the radicle of *Tabebuia donnell-smithii* using three concentrations (0.25, 0.5 y 1mg/mL). The results show a high rate of germination and root growth was not altered by either treatment, determining the resistance of this species to extracts at the concentrations tested.

**Keywords:** allelopathy, secondary metabolites, plants extracts, *Eucalyptus globulus*.

## INTRODUCCIÓN

Desde la Antigüedad, los seres humanos han llevado consigo distintos tipos de organismos desde pequeñas hasta grandes distancias, modificando y sustituyendo la flora y fauna nativas con especies exóticas. Esto tiene impacto no solo en el sustento de las poblaciones humanas sino en el ambiente, ya que muchas de estas especies han provocado desastres biológicos (Villaseñor y Magaña, 2006).

Se estima que de las especies introducidas en diferentes ecosistemas del mundo, entre el 1 y 5% han provocado complicaciones en los procesos naturales del ecosistema, ya que producen alteraciones en la estructura de los niveles tróficos o provocan competencia entre las especies nativas llevándolas a su eliminación o desplazamiento, condicionando así su supervivencia (Villaseñor y Magaña, 2006; Aguirre *et al.*, 2009). En algunos casos, estos daños pueden ser provocados por un fenómeno conocido como *alelopatía*, el cual consiste en la liberación de metabolitos secundarios en la rizósfera,

los cuales influyen sobre la germinación de semillas y en el crecimiento de las especies vegetales interfiriendo con el establecimiento de las plantas (Castro-Moreno y González-Esquinca, 2008).

En México se han sobreutilizado las especies exóticas para diversos usos tanto ornamental como para la reforestación, como por ejemplo los géneros *Eucalyptus*, *Grevillea* y *Casuarina* (Segura-Burciaga, 2005). Debido a esta problemática es importante realizar investigaciones pertinentes para evaluar los daños que pueden ocasionar a las especies nativas de México. *Eucalyptus globulus*, una especie exótica, provoca inhibición en el desarrollo de otras plantas (Ballester *et al.*, 1982; Souto *et al.*, 1993), por lo que puede representar un riesgo para la flora nativa. El presente proyecto tiene como finalidad generar conocimiento básico acerca de la actividad alelopática de *E. globulus*, sobre una especie nativa de México: *Tabebuia donnell-smithii*, determinándose los efectos que puedan provocar los extractos metanólicos de hojas sobre la germinación y el crecimiento radicular.



## MÉTODOS

La investigación se realizó en los laboratorios del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). La cual consistió de cuatro partes: recolección de material vegetal, obtención de los extractos vegetales, evaluación de los extractos vegetales y análisis estadísticos.

### A) Recolección de material vegetal

La recolección de semillas de *T. donnell-smithii* se realizó en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas de tres individuos ubicados en las instalaciones de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Se recolectaron 500 g de hojas frescas de *E. globulus* de individuos situados en la colonia Lindavista Shanká y se secaron a temperatura ambiente bajo sombra.

### B) Obtención de los extractos vegetales

Las hojas se trituraron con molino manual hasta obtener un polvo fino, se pesó 100 g de este material, se colocó en un recipiente de cristal cubriéndose toda la muestra con metanol y se dejó reposar durante 24 horas. Finalizado este tiempo, se filtró el material vegetal para obtener la extracción de compuestos. El extracto se concentró por destilación a 25°C y a presión reducida. El concentrado se guardó en frascos de cristal para posteriormente usarlo en los bioensayos. La extracción y concentración del extracto se repitió tres veces.

### C) Evaluación de los extractos vegetales

Para evaluar la actividad de los extractos se colocaron 10 semillas de *T. donnell-smithii* en cajas Petri, con un algodón sobre un papel filtro y se añadió 10 mL de extracto de *E. globulus* en concentraciones de 0.25, 0.5 y 1 mg/mL (testigo con agua destilada). Se administró agua destilada a todos los tratamientos en los días posteriores para mantener la humedad dentro de cada caja. Por cada concentración se realizaron tres réplicas, con 10 semillas. Se registró el porcentaje de germinación y los datos del crecimiento de la radícula durante 5 días, después de la germinación.

### D) Análisis estadísticos

Cumpliendo los supuestos de normalidad ( $P=0.6083$ ) y varianzas iguales ( $P=0.04646$ ), se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) a los datos obtenidos del quinto día del crecimiento radicular y las diferencias entre los

tratamientos y el control fueron comparados con una prueba de Tuckey utilizando un nivel de significancia de 0.025, empleando el programa estadístico PAST 3.03.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F=2.102$ ,  $P=0.1038$ ). No se alteró la germinación bajo ninguna de las concentraciones evaluadas (figura 1) obteniéndose en todos los casos altos porcentajes de germinación. Souto *et al.* (1993) reportaron que los extractos acuosos de material procedente de *E. globulus* tuvieron fuertes efectos en la inhibición de las primeras etapas de la germinación en *Lactuca sativa*. Ballester *et al.* (1982) también reportan el mismo efecto alelopático inhibiendo la germinación de *Festuca rubra* y *Dactylis glomerata* en un 94% y 95%, respectivamente.

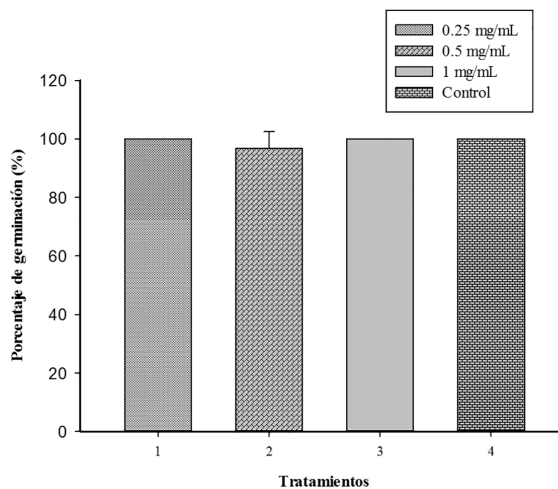


FIGURA 1

Porcentaje de germinación de *T. donnell-smithii* en las diferentes concentraciones de extractos de *E. globulus*. n= 30 semillas.

El crecimiento radicular tampoco fue afectado por ninguna de las concentraciones del extracto evaluado durante los cinco días (figuras 2 y 3) (tabla 1).

En contraste, Murillo *et al.* (2005) registran que los extractos hexánicos de *E. globulus* tiene un efecto alelopático negativo sobre el crecimiento de la soya, el tomate y la lechuga. Lawan *et al.* (2011) también registraron el potencial negativo de esta especie afectando la longitud radicular de *Arachis hipogea* hasta en un 50.4% con extractos acuosos (45 g/L) durante 120 horas.

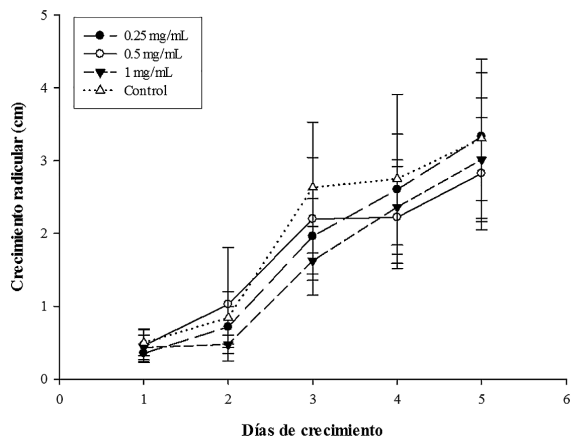


FIGURA 2

Crecimiento radicular en semillas de *T. donnell-smithii* en los cinco días de prueba con las diferentes concentraciones de extracto. Las barras de error representan la desviación estándar de las medias, n= 30 semillas; F= 2.102; P= 0.1038 (datos del último día).

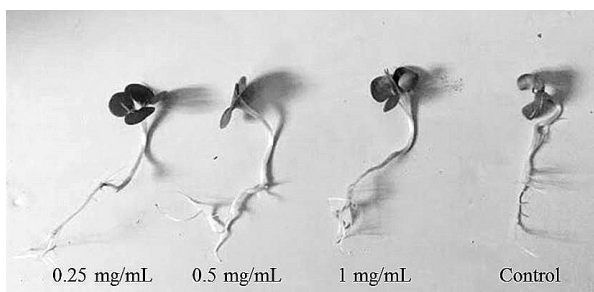


FIGURA 3

Plántulas de *T. donnell-smithii* al quinto día de la prueba.

Concentración	Crecimiento radicular (cm)
0.25mg/mL	3.33 ± 0.9
0.5mg/mL	2.8 ± 0.8
1mg/mL	3.0 ± 0.8
Control	3.3 ± 1.1

TABLA 1

Comparación del crecimiento radicular del quinto día de la prueba con las concentraciones utilizadas. Los valores refieren las medias ± la desviación estándar (n= 30). No hay diferencias significativas entre los tratamientos (P > 0.025).

Los efectos alelopáticos producidos por la liberación de metabolitos secundarios (Castro-Moreno y González-Esquinca, 2008) no siempre es perjudicial sobre la germinación o crecimiento de las plantas, sino que también pueden estar implicados efectos benéficos (Lambers, *et al.*, 2008; Lorenzo y González, 2010).

Aunque no se observó ningún efecto negativo o benéfico, Gui-Ferreira y Alvéz (2000) mencionan que el género *Eucalyptus*, tiene varias especies consideradas alelopáticas, o bien, tiene potencial para serlo. En el caso de *E. globulus*, parece ser que el efecto alelopático observado sobre algunas especies de plantas se debe a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica y de terpenos que se encuentran en las hojas (Louppe *et al.*, 2008). Dentro del grupo de los compuestos fenólicos, los ácidos fenólicos han despertado el interés por su actividad alelopática (Yaisys, 2006; Haig, 2008). Sivagurunathan *et al.* (1997) y Ghafar *et al.* (2000) en Zhao-Hui (2010) mencionan que de estos compuestos se han reportado al ácido cafeico, *p*-cumárico, gálico, gentísico, *p*-hydroxybenzoico, syringico y vanílico así como catechol en los lixiviados de hojas frescas, secas, de raíces, corteza de tallo y de las semillas de *E. cameldulensis*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *E. polycarpa*, *E. microtheca* y *E. tereticornis* participando en la inhibición o retraso de la germinación, provocando la muerte de plántulas y en la reducción del crecimiento de algunas especies de plantas, especialmente el ácido gálico y el catechol en concentraciones de 1 mM y 2 mM.

Los extractos metanólicos evaluados en esta prueba contiene compuestos fenólicos y de otra naturaleza (Ross *et al.*, 2009; Zhao-Hui *et al.*, 2010), por lo que se sugiere que la falta de actividad alelopática sobre la germinación y el crecimiento se deba a que *T. donnell-smithii* se mantiene conviviendo en su hábitat natural con plantas que generan metabolitos secundarios similares a los de *E. globulus*, como es el caso de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) que presenta ácidos fenólicos como el ácido gálico en las hojas (Da-Silva *et al.*, 2001; Reyes-Chilpa *et al.*, 2004), la literatura cita que incluso las plantas nativas pueden presentar efectos similares o incluso superiores a los reportados en especies exóticas, como en el caso de *Chenopodium album* (Amaranthaceae) (Catalán *et al.*, 2013) que podrían estar generando especies con resistencia o una menor sensibilidad a los efectos de los aleloquímicos de especies alóctonas.

## CONCLUSIÓN

Este estudio muestra que no existe efecto alelopático con extractos metanólicos de hojas de *E. globulus* sobre la germinación de semillas y el crecimiento radicular de *T. donnell-smithii* en ninguna de las concentraciones probadas. En México se ha utilizado a

*E. globulus* para reforestación y por ello es importante conocer el impacto ecológico que sus aleloquímicos tiene sobre el suelo ya que pueden afectar a la flora nativa o para su uso posterior en la agricultura, por lo que se podría utilizar a *T. donnell-smithii* como una opción para reforestar en sitios donde previamente se encontraban esta especie.

## LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, A. Y R. MENDOZA, 2009. *Especies exóticas invasoras impactos sobre la flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en capital natural de México. Vol.II. Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México. Pp. 277-318.
- BALLESTER, A.M. B. ARIAS, E. COBIÁN, E. LÓPEZ-CALVO Y E. VIEITEZ, 1982. Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill, *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata* D. *Pastos 12 (2)*: 239-259.
- CATALÁN, P., B.R. VÁZQUEZ-DE-ALDANA, P. DE-LAS-HERAS, A. FERNÁNDEZ-SERAL & M. E. PÉREZ-CORONA, 2013. Comparing the allelopathic potencial of exotic and native plant species on understory plants: are exotic plants better armed?. *Anales de Biología 35*: 65-74.
- DA-SILVA K.L., A.R. DOS-SANTOS, P.E. MATTOS, R.A. YUNES, F. DELLE-MONACHE & V. CECHINEL-FILHO, 2001. Chemical composition and analgesic activity of *Calophyllum brasiliense* leaves. *Europe PubMed Central. 56 (4)*: 431-434.
- GHAJAR, A., B. SALEEM & M.J. QURESHI, 2000. Allelopathic effects of sunflower on germination and seedling growth of wheat. *Pak. J. Biol. Sci. 3*: 1302-1302.
- GONZÁLEZ-ESQUINCA, A.R. Y M.C. MORENO, 2008. Papel ecológico de los metabolitos secundarios. *LACANDONIA, Rev. Ciencias UNICACH 1 (2)*: 123-130.
- GUI-FERREIRA Y E. M. ALVEZ, 2000. *Alelopatía: un área emergente de ecofisiología*. Departamento de Botánica, Universidad de Brasilia y Laboratorio de Fisiología Vegetal, pp. 175-204.
- HAIG, T., 2008. *Allelochemicals in Plants*. En: Zeng, R.S., A.U. Mallik & S.M. Luo. *Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer Science & Business Media, 61-104*.
- LAMBERS, H., F.S. CHAPIN III & T.L. PONS, 2008. *Plant physiological ecology*. 2<sup>nd</sup> edition, Springer Science & Business Media. 605 p.
- LAWAN, S.A., K. SULEIMAN & D.N. IORTSUUN, 2011. Effects of allelochemicals of some *Eucalyptus* species on germination and radicle growth of *Arachis hipogea*. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 4 (1)*:59-62.
- LORENZO, P. Y L. GONZÁLEZ, 2010. Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. *Ecosistemas 19 (1)*: 79-91.
- LOUPPE, D., A.A. OTENG-AMOAKO & M. BRINK, 2008. *Plant Resources of Tropical Africa: Timber 1*. Prota Foundation. Wageningen, Netherlands. Pp. 264-170.

- MURILLO, W. QUIÑONES & W.F. ECHEVERRIA, 2005.** Evaluación del efecto alelopático de tres especies de *Eucalyptus*. *Actual Biol.* 27. (1): 105-108.
- NURIA-LINES, M. Y L.A. FOURNIER-O., 1979.** Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. sobre la germinación de las semillas de algunas hierbas. *Rev. Biol. Trop.* 27 (2) 223-229.
- REYES-CHILPA, R., E. ESTRADA-MUÑIZ, T.R. APAN, B. AMEEKRAZ, A. AUMELAS, C.K. JANKOWSK & M. VÁZQUEZ-TORRES, 2004.** Cytotoxic effects of mammea type coumarins from *Calophyllum brasiliense*. *Life Sci.* 75 (13): 1635-47.
- ROSS, K.A., T. BETA, S.D. ARNTFIELD, 2009.** comparative study on the phenolic acids identified and quantified in dry beans using HPLC as affected by different extraction and hydrolysis methods. *Food. Chem.* 113, 336-334.
- SEGURA-BURCIAGA, A.G., 2005.** Las especies introducidas: ¿benéficas o dañinas? En: Sánchez, O., E., Peters, R., Márquez-Huitzil, E., Vega, G., Portales, M., Valdez y D., Azuara. *Temas sobre restauración ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. México. Pp. 127-133.
- SIVAGURUNATHAN, M., G. SUMITRA DEVI, & K. RAMASANY, 1997.** Allelopathic compounds in *Eucalyptus* spp. *Allelopathy journal* 4 (2): 313-320.
- SOUTO, X.C, L. GONZÁLEZ Y M.J. REIGOSA, 1993.** Estudio de los efectos alelopáticos producidos por partes aéreas de distintas especies arbóreas (*Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxylon*, *Quercus robur*, *Pinus radiata*) en descomposición en el suelo. Congreso Forestal Español ponencias y comunicación. Tomo I. Lourizán. Pp. 189-194.
- VILLASEÑOR, J. Y P. MAGAÑA, 2008.** Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82: 38-40.
- YAISYS, B., 2006.** Revisión bibliográfica: la utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos tropicales* 27 (3): 5-16.
- ZHAO-HUIL., Q. WANG, X. RUAN, P. CUN-DE & J. DE-AN, 2010.** Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules.* 15: 8933-8952.





# Ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, México

Ivonne Rodríguez-Estrada <sup>1</sup>

Fredi E. Penagos García <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Hidrobiología, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. C.P. 29039, e-mail: bony\_334@hotmail.com, fred\_i\_penagosgarcia@hotmail.com

## RESUMEN

Se presenta un listado taxonómico de los ofiuroides presentes en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, México, para esto se realizaron cinco muestreos durante la temporada de lluvia y seca desde el 2013 hasta el 2014. Se analizaron 342 organismos, distribuidos en dos familias, tres géneros y tres especies: *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*, *Ophiothela mirabilis*, *Ophiactis simplex*. La especie *Ophiothela mirabilis*, se registra como nueva para Chiapas.

**Palabras clave:** invertebrado marino, equinodermo, ofiuroides, taxonomía, Puerto Chiapas.

## ABSTRACT

In this study generates a taxonomic list of Ophiuroids in the west and access channel of Puerto Chiapas in Mexico. For this five sampling was conducted during the rainy and dry season from 2013 to 2014. 342 organisms, divided into two families, 3 genera and 3 species were analyzed: *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*, *Ophiothela mirabilis*, *Ophiactis simplex*. The *Ophiothela mirabilis* specie is reported as a new record in Chiapas.

**Keywords:** marine invertebrate, echinoderm, brittle stars, taxonomy, Puerto Chiapas.

## INTRODUCCIÓN

La clase Ophiuroidea es una de las más ricas dentro del Phylum Echinodermata, con 2,000 especies descritas (Pawson, 2007). A esta clase pertenecen los equinodermos conocidos comúnmente como estrellas canasta (Orden Euryalida) y estrellas quebradizas o frágiles (Orden Ophiurida).

Aparte de poseer típicamente cinco brazos, las ofiuras difieren sorprendentemente de los asteroideos. Los brazos de las ofiuras son más delgados, y surgen bruscamente del disco central (Hickman *et al.*, 1998), estos mismos están protegidos por una serie de osículos llamados escudos, placas, escamas, espinas y gránulos (Hendler *et al.*, 1995). Carecen de pedicelarios y de pápulas, y sus surcos ambulacrales están cerrados y cubiertos por placas (Hickman *et al.*, 1998).

Los ofiuroides son habitantes conspicuos de microhábitats expuestos y crípticos en arrecifes coralinos (Bejarano-Chavarro *et al.*, 2004), tienden a ocultarse, viviendo en fondos sólidos donde llega poca o ninguna

luz. Normalmente tienen un fototropismo negativo y se introducen en las pequeñas grietas entre las rocas, siendo más activas durante la noche.

De acuerdo a los trabajos de Durán-González *et al.* (2005), Laguarda-Figueras *et al.* (2005, 2009), Solís-Marín *et al.* (2005), Honey-Escandón *et al.* (2008) y Hernández-Herrejón *et al.* (2008), en los mares territoriales de México, habitan aproximadamente 197 especies de ofiuras, encontrándose en el agua del Golfo de California el 40% de éstas. Este ambiente es, hasta el momento, el área más rica en fauna de ofiuroides en comparación con el resto de las zonas marinas del país (Laguarda-Figuera *et al.*, 2011).

El Océano Pacífico tiene la menor diversidad de ofiuroides de toda el agua de México, con sólo 63 especies distribuidas en dos órdenes, 12 familias y 28 géneros. Sólo 23 especies están restringidas a la costa del Pacífico mexicano y el resto (40 especies) son comunes en el Océano Pacífico y el Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Sin embargo, cabe destacar que en las costas del estado de Chiapas no hay estudios específicos relacionados con estos invertebrados. Por lo que se espera que éste

estudio en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, lugar afluente de embarcaciones, genere proyectos de conservación y futuras investigaciones, al tener como base la riqueza de las especies de ofiuroides asociados a los diferentes ambientes presentes en la zona.

## ÁREA DE ESTUDIO

Puerto Madero o Puerto Chiapas, se localiza al sureste de la República Mexicana, en el estado de Chiapas, en la costa del Océano Pacífico, cerca de la frontera con la República de Guatemala, a 28 km de Tapachula (figura 1), en las coordenadas geográficas 14°32' de latitud norte y 92°25' de longitud oeste (Garnica *et al.*, 2002).

La subcuenca Puerto Madero con una extensión de 21 km, está formada por al menos ocho corrientes principales con un drenaje tipo dendrítico-subparalelo de pequeño caudal, comparado con los que generan los ríos Coatán y Cahocacán, mismos que flaquean a la cuenca propia (Tavarez, 2009).

El puerto fue planeado para actividades comerciales y pesqueras. La construcción de las escolleras oriente y poniente, así como el dragado del canal y dársenas se inició en 1972 (Garnica *et al.*, 2002).

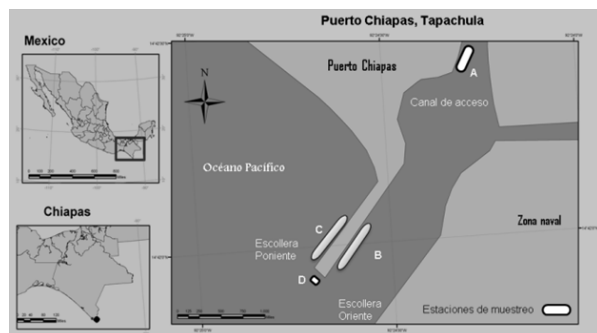


FIGURA 1

Localización de la escollera poniente y canal de acceso en Puerto Chiapas con los puntos de muestreo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Trabajo de campo

Se llevaron a cabo cinco muestreos durante la temporada de lluvia y seca desde el 2013 hasta el 2014 en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas. El muestreo se llevó a cabo en ambientes intermareales rocoso-arenosos y en zonas de rompiente, con profundidades desde 1 hasta 8 m. Los muestreos fueron diurnos, ubi-

cando cuatro estaciones de muestreo identificadas como A, B, C y D. A partir de buceo libre y equipo SCUBA se extrajeron las ofiuras (figura 2) y en algunos casos parte de su microhábitat, con técnica de captura manual. Para su traslado al laboratorio se colocaron en alcohol al 70% para su conservación, etiquetándolos con los datos del área de estudio.

### Trabajo de laboratorio

Las muestras que fueron llevadas al Laboratorio de Hidrobiología del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas para su resguardo en la colección. La identificación de las especies de ofiuras se realizó en el Laboratorio de Pastos Marinos de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa y en el laboratorio de hidrobiología de la UNICACH, utilizando claves taxonómicas especializadas (Hendler *et al.*, 1995, Granja-Fernández *et al.*, 2014), para observar con mayor claridad las estructuras, las ofiuras se pusieron a secar a temperatura ambiente. Algunas muestras se dejaron en alcohol al 70% para su mejor preservación y otras quedaron fijadas en seco.

Una vez identificadas las especies de ofiuras, se procedió a la medición de los ejemplares utilizando un vernier y microscopio estereoscópico, para comparar diferencias de ciertas estructuras con respecto al tamaño del organismo.

## RESULTADOS

Se recolectaron un total de 342 organismos distribuidos en dos familias, tres géneros y tres especies para la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas.

### Listado y descripción de las especies de ofiuroides presentes en la escollera poniente y canal de acceso de Puerto Chiapas, México

- Phylum Echinodermata Brugiére, 1791
- Clase Ophiuroidea Gray, 1840
- Orden Ophiurae Müller y Troschel, 1840
- Familia Ophiotrichidae Ljungman, 1867
- *Ophiothrix* Müller y Troschel, 1840

### *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata* Le Conte, 1851

Figura 2 A-B y 3 A-F

**Descripción.** Disco circular (dd= 5 hasta 11 mm) cubierto totalmente por cortas espinulas y espinas multífidas. Escudos radiales muy cercanos y triangulares; terminan es punta en la parte proximal y en la parte distal

son redondeados, separados por algunas espínulas o espínulas que incluso pueden estar presentes sobre los escudos radiales (figura 3D). La parte ventral del disco presenta pequeñas espinas y escamas (figura 3E). Escudos orales más anchos que largos con forma de diamante, lobulados en la parte distal; madreporito evidente y más ovalado. Escudos adorales triangulares, pequeños y unidos. Sin papilas orales. Un cluster de papila dental en el ápice de la mandíbula. Cinco brazos (figura 3F). Placas dorsales del brazo en forma de rombo (figura 3B). Placas ventrales del brazo rectangulares con bordes redondeados, las placas laterales son alargadas y separan ampliamente a las placas dorsales (figura 3C). Cinco brazos con seis espinas hialinas y aserradas, las más proximales son usualmente más cortas y las dos o tres más distales son las más largas. Una pequeña escama tentacular. Color del disco púrpura aunque puede presentar variaciones (figura 3A). Color del área de la boca blanco amarillento. **Hábitat.** Esta especie fue encontrada en poríferos adheridos a sustrato rocoso, tanto en comisuras como en la superficie externa de los mismos. **Profundidad.** Se localiza entre 2.5 y 3.6 m.

*Ophiothela* Verrill, 1867

*Ophiothela mirabilis* Verrill, 1867

Figura 4 A-F

**Descripción.** Disco lobulado (dd= 0.3 hasta 4.5 mm), cubierto por granos de diferentes tamaños en forma de arroz. Escudos radiales prominentes y muy juntos, cubren casi todo el disco, están cubiertos por granos dispersos (figura 4D). Parte ventral del disco cubierto por piel (figura 4E). Escudos orales y adorales aparentemente fusionados y cubiertos por piel. Sin papilas orales. Un cluster de papila dental en el ápice de la mandíbula (figura 4F). Seis brazos enrollados. Placas dorsales del brazo cubiertas totalmente por granos redondos, con un grano central grande y piel entre cada placa (figura 4B). Placas ventrales trapezoides más anchas que largas (figura 4C) y cubiertas por piel. Las placas laterales son prominentes. Espinas cortas y con ganchos, la más ventral es más pequeña. No presenta escama tentacular. Color rosáceo tanto en la parte dorsal (figura 4A) como en la ventral y los brazos. **Hábitat.** Esta especie se encontró en forma de colonia adherida a anthozoarios, sobre un sustrato duro. **Profundidad.** Se ubica entre 8 y 12 m.

Familia Ophiactidae Matsumoto, 1915

**Género** *Ophiactis* Lütken, 1856

*Ophiactis simplex* (Le Conte, 1851)

Figura 4 G-L

**Descripción.** Disco circular (dd= 0.3 a 4 mm) cubierto por escamas imbricadas y uniformes; puede presentar pequeñas espinas dispersas en el centro y al borde del disco; la placa primaria central pentagonal es notoria. Escudos radiales pequeños y separados por una o dos escamas (figura 4J). Parte ventral del disco con espinas y pequeñas escamas imbricadas (figura 4K). Escudos orales en forma de trapecio y bordes redondeados, con un madreporito circular evidente. Escudos adorales alargados y ligeramente unidos. Una papila oral larga y redondeada a cada lado de la mandíbula; un diente rectangular con bordes redondeados en el ápice de la mandíbula (figura 4L). Cinco o seis brazos. Placas dorsales del brazo más anchas que largas con bordes redondeados (figura 4B). Placas ventrales cuadrangulares con bordes redondeados (figura 4C). Placas laterales del brazo prominentes. Cuatro o cinco espinas pequeñas y robustas, la más ventral es la más pequeña. Una escama tentacular larga y redondeada. El color del disco dorsal va de verde oscuro a café (figura 4A) y la parte ventral es amarillenta. Las placas de los brazos presentan bandas oscuras.

**Observaciones.** Los organismos de mayor tamaño (dd= 3 y 4 mm) con cinco brazos y cinco espinas en cada placa lateral representan el 7.07%; del total de los ejemplares con cinco brazos (33.33%) el 9.09% tienen dd desde 2 hasta 3 mm, cinco espinas en las primeras placas y cuatro en el resto del brazo. El 60.60% (dd= 0.5–2 mm) tienen seis brazos con cuatro espinas en cada placa lateral. En la descripción de especies, la abreviación “dd” se refiere a diámetro del disco (mm). **Hábitat.** Esta fue la especie más variable en cuanto al microhábitat, encontrándose en poríferos, holoturoideos, lamelibranquios y anthozoarios. **Profundidad.** Se localiza entre 3 y 12 m.

## CONCLUSIONES

De los ofiúridos presentes en ambientes intermareales rocoso-arenosos y en zonas de rompiente de Puerto Chiapas, se recolectaron 342 especímenes. La determinación taxonómica dio como resultado tres especies, distribuidas en dos familias y tres géneros.

Los organismos identificados en este estudio representan el 4.76% del total de especies reportadas para el Pacífico mexicano, así como el 22.22% de las familias del orden Ophiurida que como menciona Solís-Marín *et al.* (2005) es el más rico de la clase Ophiuroidea para el Pacífico mexicano.

En la morfometría realizada para *Ophiactis simplex* se observó que los organismos con mayor dimensión tienen cinco brazos y los de menor dimensión presentan seis brazos,



coincidiendo con lo que menciona Lyman (1865), además de hacer referencia al número de espinas en las placas laterales; cinco espinas en las placas laterales para los organismos más grandes, y cuatro para los de menor dimensión.

De las tres especies reportadas, *Ophiothela mirabilis* es un nuevo registro para Chiapas.

Concordando con Hendler *et al.* (1995), los estudios realizados respecto a las interacciones de los ofiúridos con otros organismos y su importancia ecológica son escasos; y aunque los ofiuroideos no han sido importantes para el consumo humano o para el comercio, si cumplen con un papel importante para la ecología, debido a que forman parte de la dieta de otros organismos, como los peces, que son parte del alimento y comercio de la

comunidad aledaña al puerto. Por tanto se recomienda dar un seguimiento al presente estudio y generar más información acerca de estos organismos, principalmente por su importancia ecológica.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al biólogo José Juan Jiménez González y al señor Abraham Solís López por su apoyo en las actividades subacuáticas realizadas. Así como también al ingeniero Juan Manuel Martínez Constantino por la traducción del resumen del presente trabajo. Y especial agradecimiento a la maestra Rebeca Granja Fernández por el apoyo en la revisión sistemática de las especies aquí presentes.

## LITERATURA CITADA

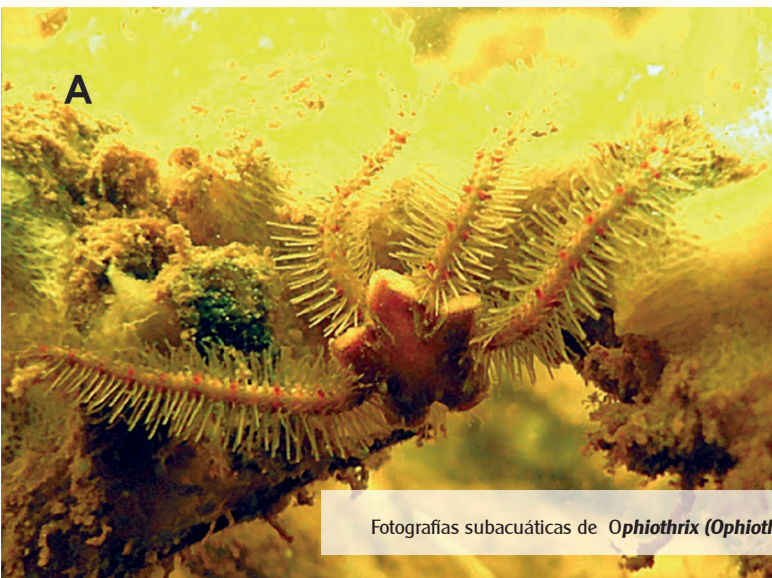
- BEJARANO-CHAVARRO, S., S. ZEA Y J.M. DÍAZ, 2004. Esponjas y otros Microhábitats de Ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.* 33: 29-47.
- DURÁN-GONZÁLEZ A, A. LAGUARDA-FIGUERAS, F.A. SOLÍS-MARÍN, B.E. BUITRON SÁNCHEZ, C. AHEARN & J.TORRES VEGA, 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Rev.Biol.Trop.* 53 (Suppl. 3): 53-68.
- GARNICA, P., J.A. GÓMEZ, M. FLORES, A. PÉREZ Y J.I. LÓPEZ, 2002. *Estabilidad de taludes sumergidos. Aplicación a la estabilidad de escolleras en puertos mexicanos.* Publicación Técnica No. 199. Querétaro, México. 118 p.
- GRANJA-FERNÁNDEZ R., M.D. HERRERO-PÉREZRUL, R.A. LÓPEZ-PÉREZ, L. HERNÁNDEZ, F.A. RODRÍGUEZ-ZARAGOZA, R.W. JONES & R. PINEDA-LÓPEZ. 2014. Ophiuroidea (Echinodermata) from coral reefs in the Mexican Pacific. *ZooKeys* 406: 101–145.
- HENDLER G, J.E. MILLER, D.L. PAWSON, P.M. KIER, 1995. *Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean.* Smithsonian Institution, Hong Kong. 390 p.
- HERNÁNDEZ-HERREJÓN, L.A., F.A. SOLÍS-MARÍN Y A. LAGUARDA-FIGUERAS, 2008. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 56 (Suppl. 3): 83-167.
- HICKMAN, C., L. ROBERTS Y A. PARSON, 1998. *Principios integrales de zoología.* Editorial McGraw-Hill Interamericana. Cuarta edición. España. Pág. 463-464.
- HONEY-ESCANDÓN, M., F.A. SOLÍS-MARÍN Y A. LAGUARDA-FIGUERAS, 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Rev. Biología Tropical.* (Suppl. 3) 57-73.
- LAGUARDA-FIGUERA, A., N. ESCANDÓN-FLORES, F. SOLÍS-MARÍN, L. HERNÁNDEZ-HERREJÓN Y A. DURÁN, 2011. *Los ofiuroideos (Equinodermata: Ophiuroidea) del Golfo de California.* Primera edición. México. 196 p.
- LAGUARDA-FIGUERAS A, A. HERNÁNDEZ-HERREJÓN, F.A. SOLIS-MARIN, A. DURÁN-GONZÁLEZ, 2009. *Los ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México.* CONABIO, ICM y L-UNAM, México DF, México.

- LAGUARDA-FIGUERAS, A., F.A. SOLÍS-MARÍN, A. DE LA LUZ DURÁN-GONZÁLEZ, C. AHEARN, B. ESTELA BUITRÓN S. & J. TORRES-VEGA, 2005.** Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 53 (Suppl. 3): 109-122.
- LYMAN T., 1865.** *Ophiuridae and Astrophytidae*. Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, 1: 1–200.
- PAWSON, D., 2007.** Phylum Echinodermata. *Zootaxa.* 1668: 749-764.
- SOLÍS-MARÍN F.A., A. LAGUARDA-FIGUERAS, A. DURÁN-GONZÁLEZ, C.G. AHEARN Y J. TORRES-VEGA, 2005.** Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Rev. Biol Trop* 53 (Suppl. 3):123–137.
- SOLÍS-MARÍN, F.A., M. HONEY-ESCADÓN, M.D. HERRERO-PEREZRUL, F. BENITES-VILLALOBOS, J. DÍAZ-MARTÍNEZ, B. BUITRÓN-SÁNCHEZ, J. PALLEIRO-NAYAR Y A. DURÁN-GONZÁLEZ, 2013.** The equinoderms of Mexico: Biodiversity, Distribution and Current State of Knowledge. In: J. J. Alvarado and F. A. Solís-Marín (Eds.), *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Berlin. Pp. 11-65.
- TAVAREZ, C., 2009.** *Plan de gestión del comité local de playas limpias de Tapachula, Chiapas*. Comisión Nacional del Agua H. Ayuntamiento de Tapachula, Comité local de playas limpias. 29 p.

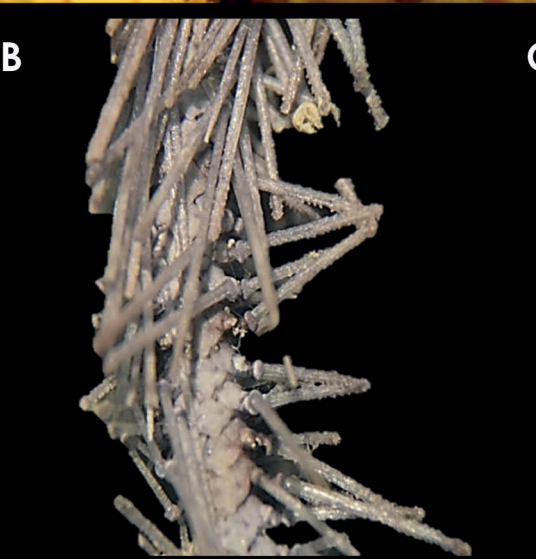




# APÉNDICE

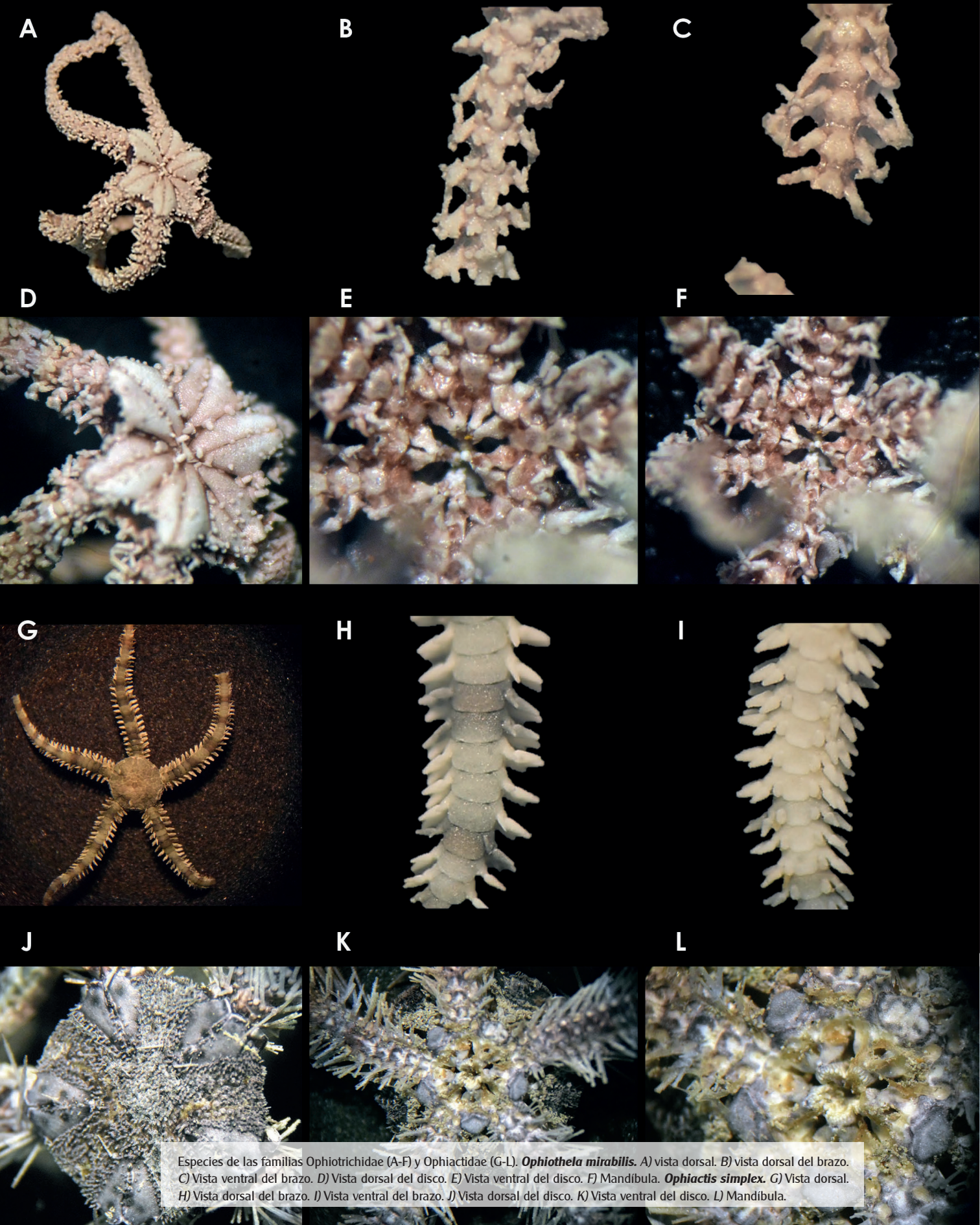


Fotografías subacuáticas de *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*. A vista dorsal. B vista ventral.



*Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*. A) vista dorsal. B) vista dorsal del brazo. C) Vista ventral del brazo. D) Vista dorsal del disco. E) Vista ventral del disco. F) Mandíbula.





Especies de las familias Ophiotrichidae (A-F) y Ophiactidae (G-L). ***Ophiothelasma mirabilis***. A) vista dorsal. B) vista dorsal del brazo. C) Vista ventral del brazo. D) Vista dorsal del disco. E) Vista ventral del disco. F) Mandíbula. ***Ophiactis simplex***. G) Vista dorsal. H) Vista dorsal del brazo. I) Vista ventral del brazo. J) Vista dorsal del disco. K) Vista ventral del disco. L) Mandíbula.

# Variación espacio-temporal del ensamblaje de peces del río Chiquito, tributario del río Grijalva, Chiapa de Corzo, Chiapas, México

José Melquiades Solís-Jiménez <sup>1</sup>, Manuel de Jesús Anzueto-Calvo <sup>1</sup>,  
Ernesto Velázquez-Velázquez <sup>1</sup>, Miguel Ángel Peralta-Meixueiro <sup>1</sup>,  
Gómez-González A. E. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Museo de Zoología José Álvarez del Villar, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. C.P. 29039, tel. (01 961) 12 1 08 94, ext. 4301.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el río Chiquito, tributario del río Grijalva, en Chiapa de Corzo, Chiapas, México, durante el periodo desde septiembre de 2010 hasta mayo de 2011. Se documenta la variación espacial y temporal de la ictiofauna en cuatro localidades. Se utilizaron diferentes artes de pesca (chinchorrito y atarraya) y se recolectaron un total de 880 individuos pertenecientes a cinco familias, ocho géneros y 11 especies. Las familias mejor representadas fueron Cichlidae y Poeciliidae con más del 60% del total de las especies. Destaca la presencia de dos especies exóticas (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*) y dos especies sujetas a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Cichlasoma grammodes* y *Rhamdia guatemalensis*). La mayor abundancia se presentó en la época de seca. La especie más abundante (274 individuos) y dominante (IVR= 27.95 %) fue *Profundulus labialis*. Este trabajo representa un buen antecedente para futuros estudios en la diversidad y abundancia ictiofaunística del río Chiquito.

**Palabras clave:** río Chiquito, río Grijalva, Chiapas, ictiofauna, abundancia.

## ABSTRACT

This study was conducted in the Chiquito River, a tributary of the Grijalva river in Chiapa de Corzo, Chiapas, Mexico, during the period of september 2010 to may 2011. Spacial and temporal variation of the ichthyofauna is documented in four locations. We used different gears (chinchorrito and cast net) and collecting a total of 880 individuals belonging to five families, eight genera and 11 species. The families Poeciliidae and Cichlidae were more than 60% of total species. The presence of two exotic species (*Oreochromis niloticus* and *Parachromis managuensis*) and two species subject to special protection under NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Cichlasoma grammodes* and *Rhamdia guatemalensis*). The highest abundance occurred in the dry season. The most abundant species (274 individuals) and dominant (IVR = 27.95%) was *Profundulus labialis*. This work represents a good background for future studies in their diversity and abundance ichthyofaunistic in the Chiquito river.

**Keywords:** río Chiquito, río Grijalva, Chiapas, ichthyofauna, abundance.

## INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo de vertebrados más numerosos del planeta, estimando que existen cerca de 31,900 especies (Froese y Pauly, 2010), de los cuales, 8,411 son dulceacuícolas (Espinosa *et al.*, 1993). Miller (2005) señala que para México existen más de 500 especies de peces dulceacuícolas descritas. Para el estado de Chiapas se tienen registrados 267 especies de peces continentales (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2013), esto hace que Chiapas sea el estado de México que cuenta con una de las mayores riquezas de peces continentales y el único con la influencia de las dos vertientes de América (separadas por

la Sierra Madre); además, forma parte de dos grandes provincias ictiolimnológicas tropicales, Chiapas-Nicaragua y Usumacinta (Miller, 2005; Rodiles *et al.*, 2005). La ictiofauna de Chiapas aún está en proceso de estudio, a pesar de que hay varios trabajos respecto al tema, sigue habiendo un desconocimiento de la composición de peces para varios de los ríos del estado de Chiapas. El río Chiquito, es un afluente del río Grijalva, que vierte sus aguas de una cueva en el centro ecoturístico El Chorrero y a su paso atraviesa la ciudad de Chiapa de Corzo, para finalmente desembocar en el Grijalva, sin embargo presenta gran contaminación por las descargas residuales que se vierten en él, por lo que uno de los as-



pectos importantes dentro de los estudios ecológicos en peces es el conocimiento de la composición y estructura de este grupo. Por ello se determinó la variación espacial y temporal de la riqueza ictiofaunística.

## MÉTODO

El estudio comprendió el período desde septiembre de 2010 hasta mayo de 2011. Los muestreos para la composición de peces del río Chiquito se llevaron a cabo en cuatro sitios de recolecta, abarcando en su mayoría a todo el gradiente longitudinal del río, los cuales son: Localidad I-Poza El Chorreadero (16°45'19" N; 92°58'17" O); Localidad II-Colonia El Recuerdo (16°43'03" N, 92°59'26" O); Localidad III-Puente Súper Che (16°42'45" N, 93°01'00" O) y Localidad IV-Puente Prolongación Avenida Domingo Ruíz (16°42'41" N, 93°01'16" O). Cada sitio de muestreo se visitó durante las épocas de lluvia y seca. La selección de los sitios de muestreo se realizó de acuerdo a las características que presenta cada uno.

Para la recolección de los peces, se utilizó atarraya tipo camaronera de 6 m de diámetro y una malla tipo chinchorrito de 2 x 3 m. Los ejemplares recolectados se fijaron en formalina al 10% y conservaron en alcohol al 70%. Para la identificación de los ejemplares, se emplearon las claves de peces de Álvarez del Villar (1970) y Miller (2005). El elenco sistemático se ordenó con base en Nelson (2006) para el nivel de familia y para el reconocimiento de autor y año de las especies la versión en línea del catálogo de Eschmeyer (2011) (excepto para *Rhamdia guatemalensis*).

Para cada sitio de muestreo se documentó la riqueza (número de especies), abundancia (captura por unidad de esfuerzo) y diversidad de peces, utilizando el índice de Shannon-Wiener, mediante el uso del programa *Primer versión 5.0*. La dominancia se obtuvo utilizando el Índice de Valor de Importancia Relativa (IVIR) la cual se obtiene de la suma de la Frecuencia relativa (FR), Biomasa relativa (BR) y Número de aparición relativa (NR), todo dividido entre tres.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición de especies

Se registraron un total de 11 especies (cuadro 1) que representan a cinco familias pertenecientes a ocho géneros. Destaca la presencia de dos especies introducidas (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*) y dos sujetas a protección especial según la NOM- 059-SE-

MARNAT-2010 (*Cichlasoma grammodes* y *Rhamdia guatemalensis*), sin embargo Miller (2005) señala que se puede encontrar hasta los límites de Guatemala. Esta riqueza representa el 4.11 % de lo que reporta Velázquez-Velázquez *et al.* (2013) de las 267 especies de peces continentales.

Al igual que Rodiles *et al.* (2005) y Velázquez-Velázquez *et al.* (2013) las familias mejor representadas fueron la familia Cichlidae y Poeciliidae (cuatro y tres especies, respectivamente) quienes señalan que representan más del 30% del total de las especies para Chiapas, mientras que la familia Profundulidae sólo dos y las menos representadas fueron Heptapteridae y Characidae con una especie cada una.

### Clase Actinopterygii

#### Orden Characiformes

##### I. Familia Characidae

1. *Astyanax aeneus* (Günther, 1860)

#### Orden Siluriformes

##### II. Familia Heptapteridae

2. *Rhamdia guatemalensis* (Günther 1864)

#### Orden Cyprinodontiformes

##### III. Familia Profundulidae

3. *Profundulus labialis* (Günther, 1866)
4. *Profundulus punctatus* (Günther, 1866)

##### IV. Familia Poeciliidae

5. *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846
6. *Poeciliopsis fasciata* (Meck, 1904)
7. *Poeciliopsis pleurospilus* (Günther, 1866)

#### Orden Perciformes

##### V. Familia Cichlidae

8. *Cichlasoma grammodes* Taylor y Miller, 1980
9. *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867)
10. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)
11. *Parachromis managuensis* (Günther, 1867)

### CUADRO 1

Lista taxonómica de los peces del río Chiquito, tributario de la cuenca del río Grijalva, Chiapas.

## RIQUEZA

La localidad con la mayor riqueza fue la IV (nueve especies), mientras que la localidad con el menor número de especies fue la I (dos especies) (figura 5), se considera que se debe a que es la zona más cercana al río Grijalva, en el cual Velázquez-Velázquez *et al.* (2014) reportó para

el Parque Nacional Cañón del Sumidero 29 especies, además longitudinalmente en el río Chiquito se presentan factores físicos como cascadas en la parte alta y en la parte media químicos debido a las continuas descargas residuales y domésticas en esta microcuenca, que limita la distribución de las especies, ya que al incrementar las concentraciones de sales de nitratos y fosfatos ocasionan entre otras cosas el fenómeno de eutrofización, disminuyendo así el oxígeno del medio acuático.

De acuerdo a la temporalidad la mayor riqueza fue en secas con 10 especies, mientras que la temporada de

lluvia sólo presentaron ocho especies (figura 6). Esto se considera que se debe a que esta área de estudio, en temporada de lluvia presenta corrientes rápidas, lo que conlleva a un barrido de material disuelto, entre ello, el alimento, lo cual es un determinante para que estos organismos se asienten en estos sitios o bien, busquen otros.

El área de estudio se considera muy impactada, debido a que presenta características similares al río Sabinal (afluente del Grijalva), el cual ha sido calificado con el índice más bajo de calidad de agua en la región (Toledo, 2003).

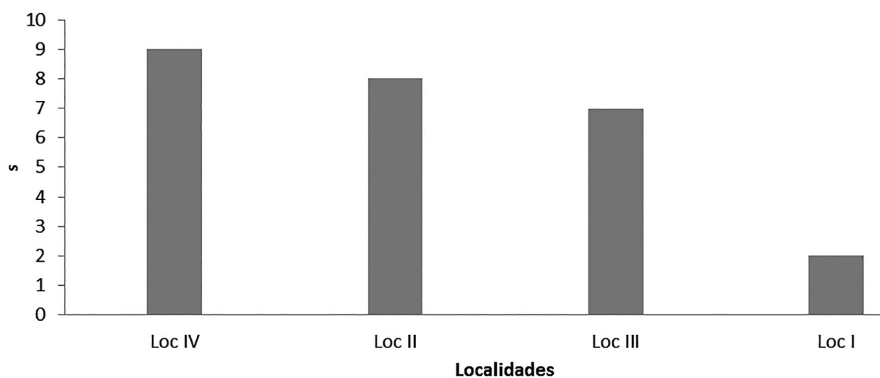


FIGURA 1 Variación espacial de la Riqueza (S) de peces del río Chiquito.

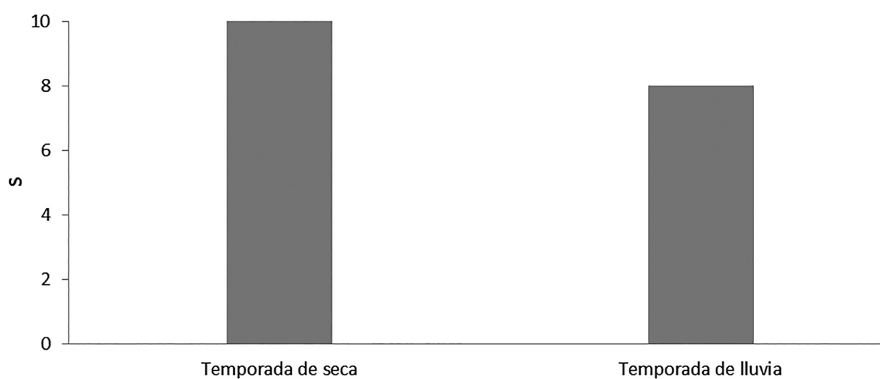


FIGURA 2 Variación temporal de la Riqueza (S) de peces del río Chiquito.

**Abundancia**

Se recolectaron en total 880 individuos en el río Chiquito en las dos temporadas (lluvia y seca), siendo la especie más abundante *Profundulus labialis* (274 individuos),

mientras que las especies menos abundantes fueron *Cichlasoma grammodes*, *C. trimaculatum*, *Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis* con un solo individuo cada una (figura 7).



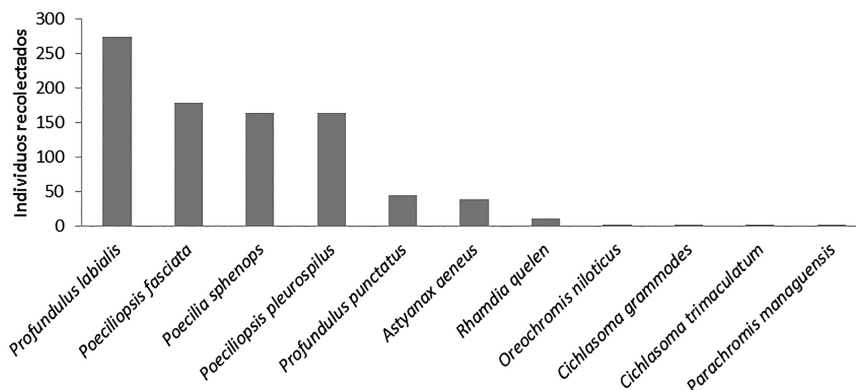


FIGURA 3

Abundancia de las especies de peces encontradas para el río Chiquito.

Espacialmente la localidad que registró mayor abundancia fue la IV con 299 y la de menor fue la localidad I con 151 ejemplares, mientras que temporalmente en estiaje se registró la mayor abundancia con 760 individuos y en lluvias solamente 118. Se considera que estos resultados se deben a que la ictiofauna de los sistemas fluviales tiende a presentar cambios en sus patrones espaciales de distribución y uso del hábitat, debido a variaciones temporales asociadas a la reproducción y/o búsqueda de alimento (Wootton, 1990).

### Dominancia (IVIr)

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia Relativa (IVIr) se encontró que la especie que más domina es

*Profundulus labialis* con el 27.95%, seguido por *Poecilia sphenops* con el 14.62% y *Poeciliopsis pleurospilus* con el 13.51%. Estas tres especies en su conjunto suman más del 55% mientras que la especie menos dominante es *Parachromis managuensis* con un porcentaje del 1.03% (fig. 8). El resultado que favoreció a *P. labialis* probablemente se debe a que es una especie que ocupa toda la columna del cuerpo de agua, además de que es carnívora esencialmente entomófaga, a diferencia de la otra especie *P. punctatus* quien se alimenta de insectos o algas, además de que el IVIR no toma solo la abundancia, sino también hace referencia del peso y la frecuencia de ocurrencia en la localidad, en las cuales, también dominaba dicha especie.

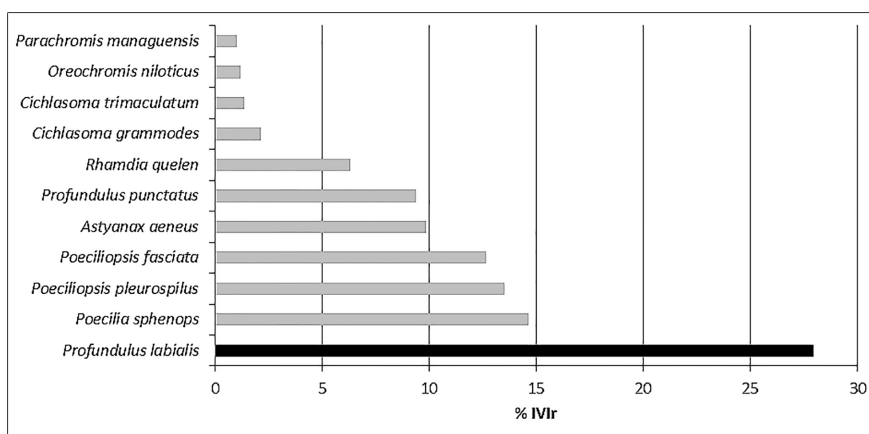


FIGURA 4

Porcentaje del Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIr) de la ictiofauna del río Chiquito, Chiapa de Corzo.

## CONCLUSIÓN

- Se encontraron un total de 11 especies de peces para el río Chiquito, lo cual representa un 4.11% de la ictiofauna del estado. La mayor riqueza se presentó en temporada de seca (10 especies) y espacialmente la localidad cuatro registró el mayor número de especies (9). Dos especies son introducidas (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*).
- La familia Cichlidae fue la mejor representada con cuatro especies, seguida por la familia Poeciliidae con tres especies.
- *Cichlasoma grammodes* y *Rhamdia guatemalensis* se encuentran bajo la categoría de sujetas a protección especial (Pr) por la Norma Ecológica Mexicana 059- SMARNAT-2010.
- La especie más abundante del río Chiquito fue *Profundulus labialis* con 274 individuos recolectados. Para la temporada de lluvia fue *Astyanax aeneus*, mientras que en la temporada de secas fue *Profundulus labialis*.
- La especie más dominante del río Chiquito fue *Profundulus labialis* (27.95%).
- Este trabajo representa un antecedente en la composición y distribución de la ictiofauna del área de estudio, el cual será una herramienta fundamental para determinar los cambios en la estructura de peces que podrían presentarse, debido a la fuerte presión antropogénica.

## LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, D.J., 1970. *Peces mexicanos*. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. CONAPESCA. México D.F. 166 p.
- ESCHMEYER, W.N. & R. FRICKE (Eds.), 2011. *Catalog of fishes*. Electronic version (30 september 2011)
- ESPINOSA H., M. GASPAR Y P. FUENTES, 1993. *Listados faunísticos de México: los peces dulceacuícolas mexicanos*. Instituto de Biología. UNAM. <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/1f3.html> (Consulta: 7 Marzo 2011)
- FROESE, R. & D. PAULY (Editors), 2010. Fish Base World Wide Web electronic publication. World Wide Web <http://www.fishbase.org>, version (11/2010). [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Consulta: 14 Diciembre 2010). <http://research.calacademy.org/research/Ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- MILLER R., W. MINCKEY & S. NORRIS, 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press. USA. 490 p.
- NELSON, J.S., 2006. *Fishes of the world*. 3rd ed. New York, John Wiley y Sons. 600 p.
- RODILES R., A. GONZÁLEZ Y C. CHAN, 2005. Lista de peces continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 15 (2): 245-253.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre, segunda sección: 1-77.
- TOLEDO A., 2003. *Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*. INE/SEMARNAT/ El Colegio de Michoacán. México, D. F. 115 p.
- VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, E., A.E. GÓMEZ-GONZÁLEZ, M.J. ANZUETO-CALVO Y V.A. VILLATORO-ÁLVAREZ, 2014. *Peces del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México*. 63 p.

**VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, E., S. CONTRERAS-BALDERAS, S.E. DOMÍNGUEZ-CISNEROS Y A.E. GÓMEZ-GONZÁLEZ, 2013.** *Riqueza y diversidad de peces continentales*. En: La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Gobierno del Estado de Chiapas, México. Pp. 275-282.

**WOOTON, R.J., 1990.** *Ecology of the teleost fishes*. Chapman y Hall. 404 p.

# Registros adicionales recientes, distribución potencial y notas sobre el hábitat y ecología de la *salamandra saltarina negra* *Ixalotriton niger* (Caudata: Plethodontidae)

Roberto Luna-Reyes <sup>1</sup>, Patricia E. Pérez-López <sup>3</sup>, Marco A. García-Jiménez <sup>2</sup>, Otoniel Jiménez-Lang <sup>2</sup>, Omar S. Gutiérrez-Morales <sup>2</sup>, Candelario Cundapí-Pérez <sup>2</sup>, Julio E. De Coss Villatoro <sup>4</sup>, Luis J. Caloca Peña <sup>2</sup>, Jesús E. Pérez-Sánchez <sup>2</sup> y Alejandra Rivera Serrano <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Coordinación Técnica de Investigación, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Calzada de los Hombres Ilustres s/n, Fraccionamiento Francisco I. Madero. C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (rlr07@hotmail.com) | <sup>2</sup> Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte s/n., col. Lajas Maciel. C. P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | <sup>3</sup> Dirección de Medio Ambiente, H. Ayuntamiento Constitucional de Berriozábal, Chiapas, 1ª. Norte y 1ª. Poniente s/n, Palacio Municipal, C. P. 29130, Berriozábal, Chiapas | <sup>4</sup> Unidad Académica Crucero San Javier, Universidad Tecnológica de La Selva. Ocosingo, Chiapas.

## RESUMEN

La descripción de la salamandra saltarina negra (*Ixalotriton niger*) se basó en una hembra adulta de la localidad tipo referida como 12 km (7.5 mi) NW Berriozábal, Chiapas, México, 1068 m de altitud, colectada el 26 de diciembre de 1980 por Jerry D. Johnson (Wake y Johnson, 1989). Dos décadas después, en el año 2000, ejemplares de dicha especie fueron registrados en la localidad (Parra-Olea *et al.*, 2008; Lamoreux *et al.*, 2014). Durante el periodo 2001-2010, algunos grupos de investigación realizaron varias visitas a la localidad tipo en busca de ejemplares de la especie, sin éxito, a tal grado de considerarse extinta localmente. Como resultado de dos proyectos de investigación que realizamos en la zona de estudio durante el periodo 2011-2013, encontramos ejemplares que representan registros adicionales recientes de la especie tanto en la localidad tipo, en dos sitios muy cercanos a dicha localidad, así como en Tierra y Libertad. Con base en los registros existentes, la distribución potencial de *Ixalotriton niger* abarca un área mayor en la región fisiográfica montañas del norte. La especie vive en cuevas y lleva a cabo su mayor actividad por la tarde. Debido a que *Ixalotriton niger* es una especie endémica de Chiapas, y la única especie de anfibio en la categoría en *peligro de extinción* (P) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y *críticamente amenazada* (CR) de acuerdo a la Lista Roja de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), consideramos una prioridad su conservación.

**Palabras clave:** *Ixalotriton niger*, registros recientes, distribución potencial, Chiapas.

## ABSTRACT

The description of the black jumping salamander (*Ixalotriton niger*) was based on an adult female of the type locality referred as 12 km (7.5 mi) NW Berriozábal, Chiapas, Mexico, 1068 m altitude, collected on December 26, 1980 by Jerry D. Johnson (Wake and Johnson, 1989). Two decades later, in 2000, specimens of this species were recorded in the town (Parra-Olea *et al.*, 2008; Lamoreux *et al.*, 2014). During the period 2001-2010, some research groups made several visits to the type locality in search of specimens of the species, without success, to the extent considered locally extinct. As a result of two research projects conducted in the study area during the period 2011-2013, we find additional specimens that represent recent records of the species both in the type locality, in two places very close to the town, as well as Tierra y Libertad. Based on existing records, the potential distribution of *Ixalotriton niger* covers an area larger physiographic region in the northern mountains. The species lives in caves and conducts its busiest afternoon. Because *Ixalotriton niger* is a species endemic to Chiapas, and the only species of amphibian in the entity considered *endangered* (P) in the Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, and *critically endangered* (CR) according the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), we consider a priority conservation.

**Key words:** *Ixalotriton niger*, recent records, potential distribution, Chiapas.

## INTRODUCCIÓN

La salamandra saltarina negra *Ixalotriton niger*, forma parte del género *Ixalotriton*, incluido en la familia Plethodontidae (Parra-Olea *et al.*, 2014). Esta especie es grande y esbelta, activa y trepadora, posee miembros

anteriores y posteriores y dígitos largos, y falanges ensanchadas con procesos en forma de gancho. La cabeza es grande, ancha, deprimida y muy protuberante siendo mucho más amplia que cualquier otra parte del cuerpo. Ojos grandes, prominentes por encima de la cabeza, aunque extendiéndose sólo un poco, si acaso, más allá



de sus márgenes laterales. El hocico es más bien largo y ancho, y está fuertemente aplanado. El tronco de esta especie es delgado y cilíndrico. La cola es muy larga, delgada, y fuertemente cónica, llegando a ser muy estrecha y en forma de látigo cerca de la punta. En vida todos los ejemplares son negro brillante, casi uniformemente negro, muy oscuros en el dorso, y el vientre es más claro, de un tono gris oscuro (Wake y Johnson, 1989).

La especie es conocida solamente de bosque lluvioso de montaña en la inmediata vecindad de la localidad tipo, que corresponde a 12 km (7.5 mi) NW Berriozábal, en el noroeste de Chiapas, México, aproximadamente, a 1,068 m de altitud (Wake y Johnson, 1989; Breedlove, 1981), en la vertiente del Caribe de la región fisiográfica Montañas del Norte de Chiapas (Mülleried, 1957). El área donde las salamandras fueron colectadas rodea a un abandonado pozo petrolero (Pozo Turipache) y es localmente conocida como Linda Vista. La localidad se encuentra aproximadamente a 3 km al NW de El Suspiro, una finca cafetalera abandonada. Los requerimientos del microhábitat y el comportamiento de la especie son prácticamente desconocidos. Los especímenes fueron colectados durante el invierno en los meses de diciembre y enero cuando los “nortes” producen precipitación o una fuerte cobertura de nubes. La mayoría de los individuos, fueron encontrados sobre los troncos de árboles de tamaño grande y mediano, aunque unos pocos fueron encontrados sobre hojas de las hierbas del sotobosque y sobre rocas de piedra caliza. Todos los individuos fueron colectados por la noche. El comportamiento de escape observado durante la captura de *I. niger* consiste principalmente de saltar lejos desde un tronco de árbol o una hoja de sotobosque, al tratar de liberarse algunos ejemplares pierden el segmento distal de la cola. La acción de saltar es similar a las lagartijas del género *Anolis*. Cuando se capturan con la mano, las salamandras secretan una sustancia pegajosa al tacto y maloliente. Las únicas especies de la comunidad herpetofaunística comúnmente observados en la localidad tipo fueron una rana (*Craugastor stuarti*) y una lagartija (*Anolis parvicirculatus*) (Wake y Johnson, 1989).

En 1989, Wake y Johnson al describir a *I. niger* mencionaron que la especie podría estar amenazada, considerando la distribución de la especie solo en los alrededores de la localidad tipo, y a la fuerte fragmentación del bosque por actividades agrícolas y por la extracción de madera. Además predicen que el bosque natural existente en el área puede estar completamente destruido en los próximos años si la situación no cambia. Eliminar el bosque podría ocasionar la extinción de *I. niger*, quien aparen-

temente tiene una distribución geográfica restringida y poca tolerancia a cambios en el hábitat y microhábitat (Wake y Johnson, 1989).

Al momento de la descripción de la especie, la localidad tipo no contaba con algún régimen legal de protección. Posteriormente, por considerarse que la región en donde se localiza El Pozo es importante por sus endemismos, principalmente de vertebrados terrestres, autores como Lazcano-Barrero y Johnson (1999), entre otros, propusieron la protección formal del área. Como resultado de las gestiones realizadas con base en esta y otras propuestas, en el año de 2006, una superficie de 7,506.618 hectáreas se decretó como área natural protegida (ANP), de carácter estatal, con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera (ZSCE La Pera).

Por lo anterior, el presente estudio pretende coadyuvar a la generación de información sobre algunos aspectos de la distribución, hábitat y ecología de la salamandra saltarina negra *Ixalotriton niger*, para contribuir a la conservación de la especie y de la actual ZSCE La Pera.

## MÉTODO

### Área de estudio

Este estudio se realizó en El Pozo y Tierra y Libertad, localidades del municipio de Berriozábal, ubicadas en el interior de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera (ZSCE La Pera), área natural protegida (ANP) de carácter estatal decretada en 2006, con una superficie de 7,506.618 hectáreas.

El Pozo o Pozo Turipache (16° 51' N, 93°19' W) se localiza a 12 Km al NW de Berriozábal, en el límite sur de la región fisiográfica Montañas del Norte de Chiapas, a una altitud que va desde los 900 hasta los 1,150 m. Cuenta con una extensión aproximada desde 50 hasta 100 hectáreas, cubierta por suelo cárstico, remanentes de selva mediana subperennifolia, entremezclados con manchones que presentan elementos de bosque mesófilo de montaña de baja altitud, acahuales de los mismos tipos de vegetación, así como cafetales, maizales y pastizales inducidos.

Tierra y Libertad (16° 51' N, 93°20' W) está situada en el límite sur de la ZSCE La Pera.

La vegetación predominante es de tipo secundaria (Perfiles Municipales, 2010), existiendo acahuales, cultivos de café, maíz y en menor proporción de frijol, plátano y caña, además de algunos potreros. Al norte por su colindancia con la localidad de El Pozo presenta suelo cárstico y algunas cavernas con vegetación de selva mediana sub-

perennifolia, selva baja caducifolia y algunos remanentes de bosque mesófilo de montaña de baja altitud (Arriaga *et al.*, 2000; Lazcano-Barrero y Johnson, 1999).

### Muestreo de campo

El Pozo. Como parte del estudio *Diversidad de Anfibios en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera, Chiapas, México*, durante el período 2011-2012, efectuamos salidas bimestrales, cada una con duración de ocho días. Para el muestreo delimitamos transectos de 750 metros de longitud por diez metros de ancho (250 m de vegetación conservada, 250 m de acahual y 250 m de vegetación secundaria). Ubicamos los transectos a lo largo de senderos o arroyos abarcando los diferentes tipos de vegetación y hábitats existentes en la localidad. En cada transecto buscamos en todo sitio donde fuera posible encontrar anfibios, para ello realizamos recorridos diurnos desde 9:00 hasta 14:00 hrs., y nocturnos desde 19:00 hasta 24:00 hrs., con un esfuerzo mínimo de dos personas.

Tierra y Libertad. Durante el período 2012-2013, como parte del proyecto *Diversidad de serpientes y percepción local hacia este grupo taxonómico en Tierra y Libertad, Berriozábal, Chiapas*, realizamos 10 muestreos en campo, cada uno de cuatro días de duración, con un esfuerzo de muestreo de 10 horas diarias, aplicando una búsqueda directa sin restricción en transectos de 250 metros, en cuatro diferentes hábitats: cultivo de maíz, cultivo de café, selva baja subcaducifolia y selva mediana subperennifolia.

### Análisis de información geográfica

Para la elaboración del modelo de distribución potencial para *Ixalotriton niger* se utilizó el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt 3.3.3k), el análisis se basó en 11 registros de ocurrencia, cinco obtenidos en campo de las localidades de El Pozo y Tierra y Libertad, otros cinco registros históricos del portal de datos Global Biodiversity Information Facility-GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) y un registro adicional de Cerro Baúl (16 33.615 LN y 094 10.097 LW, a 1, 773 m de altitud; ejemplar juvenil de 22 mm de longitud hocico-cloaca encontrado en la axila de una bromelia que estaba en el suelo después de haber caído de un árbol), registrado por Rodolfo Cabrera Hernández en junio de 2009 (Cabrera-Hernández com. pers.). Dado el número limitado de registros se realizará un consenso, tomando al azar el 90% de los puntos para entrenamiento y el 10% para calibrar cada uno de los modelos generados a partir los datos de manera aleatoria. Las coberturas utilizadas corresponden a 19 parámetros fisiográficos derivados de temperatura

y precipitación provenientes de WordClim 1.4 a una resolución de 1 km<sup>2</sup>. Se utilizó un umbral de decisión en cada modelo con la finalidad de evitar errores de omisión y comisión, usando como valores de recorte los generados por MaxEnt durante la prueba de omisión automática de cada modelo. Al final se sumaron los ocho mapas recortados para obtener el mapa de distribución. Para evaluar los modelos se obtuvo la curva operacional (curva ROC), como un valor de ajuste de los modelos a los datos de muestreo.

Se consideró que en el área de estudio, el período de lluvias comprende de junio a octubre (cinco meses), mientras que la temporada de secas de noviembre a mayo (siete meses) (García-Jiménez com. pers.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Registros adicionales y recientes sobre la especie

Los hallazgos de *Ixalotriton niger*, representan un nuevo registro en un sitio de Tierra y Libertad y los registros más recientes en la localidad tipo (El Pozo o El Pozo Turipache) (figura 1), confirmando la presencia de la especie que se consideraba extinta localmente (Lamoreux *et al.*, 2014), debido a las numerosas amenazas existentes en la región, principalmente por la destrucción, fragmentación y perturbación de su hábitat, otros factores asociados al cambio climático, incluyendo la reciente problemática asociada a la quitridiomycosis causada por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*.

*Ixalotriton niger* fue descrita de la localidad referida como “12 km (7.5 mi) NW Berriozábal, Chiapas, México, a una altitud de 1, 068 m” (Wake y Johnson, 1989). El ejemplar tipo fue colectado el 26 de diciembre de 1980 por Jerry D. Johnson. Desde esa fecha varios grupos de investigación, en diferentes tiempos, realizaron visitas a la localidad tipo en busca de ejemplares de la especie, sin éxito, hasta que en diciembre del año 2000, fueron registrados un número no preciso de ejemplares, seis de acuerdo a Lamoreux *et al.* (2014) y diez con base en Parra-Olea *et al.* (2008). Posteriormente se realizaron otros muestreos entre los años 2001 hasta 2010, sin lograr registrar a la especie. Por ello, Lamoreux *et al.* (2014) refieren no haber encontrado a la especie a pesar del considerable esfuerzo de muestreo efectuado desde enero de 2008 hasta julio de 2009, por lo que consideraron que la especie ya estaba extinta en El Pozo. En ese mismo período, personal del entonces Instituto de Historia Natural (IHN) realizaron muestreos complementarios en El Pozo sin encontrar ejemplares de *Ixalotriton niger* (Luna-Reyes y Ramírez-Velázquez, 2010).

Finalmente, durante el período 2011-2013, como resultado de dos proyectos de investigación que realizamos en la ZSCE La Pera, encontramos nueve ejemplares de *Ixalotriton niger*, los que representan registros adicionales recientes de la especie en tres diferentes sitios: el primer sitio ubicado a 270 m en línea recta al NE de la localidad tipo El Pozo o Pozo Turipache (un ejemplar adulto), un segundo sitio a 600 m en línea recta al SE de dicha localidad (un ejemplar adulto), el tercer sitio ubicado en Tierra y Libertad a 1.3 km en línea recta al NW de El Pozo (siete ejemplares, cuatro adultos y tres jóvenes).

**Sitio a 270 m en línea recta al NE de El Pozo** (16°, 51' y 37.81" LN y 093° 19' 17.38" LW; altitud de 1144 m). El 5 de junio de 2011 encontramos un ejemplar adulto de *P. nigra* (figura 2) a las 15:57 horas, en el interior de una cueva o caverna de tipo cárstico. La cueva tiene una longitud aproximada de 8 m de largo en la parte basal (haciéndose más angosta en la entrada, 5 m), la anchura varía desde 1.5 hasta 2 m y la profundidad entre 8 y 10 m, en el interior cuenta con varias grietas o sumideros irregulares de diferente anchura y profundidad. En el piso de la cima se presentan varias rocas calizas irregulares de aproximadamente 60 cm, existe también, al menos en una parte, suelo rico en humus, excremento de murciélago y hojarasca en descomposición, que cae de los árboles que se encuentran en la superficie (figura 3).

El suelo y las paredes de la cima son húmedos y frescos, a pesar de que fuera de la caverna se presentó un día soleado con cielo despejado. En el interior de la cueva el ejemplar se encontró a 40 cm del nivel del suelo, en una grieta en la roca caliza, que el ejemplar probablemente utiliza como refugio temporal o permanente o como ruta de escape. *I. niger* es una salamandra muy activa, al tratar de capturarla realizó ágiles movimientos e incluso saltos, también percibimos un olor a azufre o a carbón mineral al parecer como un mecanismo de defensa cuando se siente en peligro. En dicho sitio, el ejemplar de *Ixalotriton niger* se encontró en microsintropía con el abaniquillo de cueva mexicano *Anolis alvarezdeltoroi* y *Lepidophyma flavimaculatum*, así como con murciélagos de una especie no determinada.

**Sitio a 600 m en línea recta al SE de El Pozo** (16°, 51' y 18.79" LN y 093° 19' 17.08" LW; altitud de 1,150 m). Ejemplar adulto de *I. niger* fue encontrado el 22 de Septiembre de 2012 a las 11:00 horas, en el interior de una cueva o cima de tipo cárstico de aproximadamente 20 metros de profundidad, la cual tiene varias ramificaciones. El día en que se registró a la especie estaba nublado, el ejemplar se localizó a escasos 2.3 m de la entrada de la cueva, aunque la luz ya no podía llegar al

lugar. El ejemplar presentó un comportamiento pasivo, pero al tratar de capturarlo empezó a desplazarse primero de forma lenta y después más rápido, también empezó a desprender de su cuerpo un olor a azufre o carbón, al parecer secreta alguna sustancia olorosa cuando se siente amenazada. El organismo se encontró sobre una roca limpia y fresca, debajo de la roca había tierra negra que también se encontraba húmeda, y hojarasca que cae de los árboles que se encuentran en la superficie. En el interior de la cima había muchos *Amplipygi* o arañas látigo (*Paraphrynus* sp.).

**Sitio Tierra y Libertad, 1.3 km al NW de El Pozo** (16°, 51' y 39.25" LN y 093° 20' 8.81" LW; altitud de 1195 m). En los meses de diciembre y enero (2012) y febrero (2013), se registraron siete ejemplares (cuatro adultos y tres jóvenes) (figuras 4, 5 y 6), todos ellos localizados dentro de la misma cueva o sima. La cueva es de tamaño pequeño, la entrada tiene aproximadamente cuatro metros de ancho y tres metros de alto, ampliándose en su interior a aproximadamente 10 metros de ancho y ocho metros de profundidad. El acceso al interior de la sima tiene unos 70° de inclinación y durante el día le llega como un 60% de la luz externa, aunque algunos espacios se encuentran siempre oscuros. Las paredes están compuestas de roca caliza cárstica y el 80% del fondo de la sima se compone de tierra negra, que por las condiciones climáticas del momento, se encontraba lodosa, y por la inclinación de la entrada a la sima entra hojarasca y pequeñas ramas podridas de la superficie. El interior de la cueva es de forma irregular, se encontraba escurriendo agua de las estalactitas, por lo que la sima se encontraba húmeda (figura 7).

Los organismos observados se encontraron activos, desplazándose hacia algún lugar sobre el sustrato disponible característico del sitio, tal como tierra húmeda, roca fija en el suelo o pared, ambos de roca caliza cárstica. Algunos ejemplares estaban inactivos o en reposo por algunos minutos, para después desplazarse con movimientos lentos. Al intentar capturarlos o manipularlos algunos ejemplares reaccionaron con movimientos rápidos y ágiles, inclusive nerviosos, intentando voltear su cuerpo al momento de capturarlos. Aunque uno de los ejemplares estaba sobre una roca limpia, tenía restos de tierra y piedras muy pequeñas adheridas a su cuerpo, lo que parece indicar que los ejemplares se desplazan en áreas de la cueva donde hay tierra negra húmeda, existente principalmente en el fondo de la cueva. La temperatura que registramos, tanto de los organismos como del sustrato donde se encontraban, osciló entre 16.4-17.2° C.

### Distribución potencial

La distribución potencial de la salamandra saltarina negra (*Ixalotriton niger*) (figura 8), es resultado de un consenso de ocho modelos construidos. Los modelos se evaluaron con la curva operacional (curva ROC) que presentó una media de 0.967 y una desviación estándar de 0.026 (figura 9), valores que indican un proceso de modelaje estable. Las dos variables que más información aportaron para la construcción del modelo resultante fueron BIO 13= Precipitación del mes más húmedo con un 35.9% y BIO 12= Precipitación anual con un 20.6%. Lo anterior nos indica de forma general que la presencia de la especie está relacionada principalmente a los valores aportados por estas dos variables.

Con base en el análisis realizado, la distribución potencial de *Ixalotriton niger* abarca un área mayor en la región fisiográfica montañas del norte, en los municipios de Berriozábal, Ocozocoautla y Cintalapa, Chiapas, y en la región de Los Chimalapas, en el área que limita con el Cerro Baúl. La ocurrencia de la especie en la región deberá estar asociada a terrenos cársticos, que es el tipo de terreno presente en áreas extensas en los municipios mencionados, donde existe un gran número de simas o cuevas que no han sido exploradas, además de que existe una importante extensión de selva mediana subperennifolia o remanentes de bosque mesófilo de montaña de baja altitud o bosque de pino en la parte limítrofe entre Chiapas (Cerro Baúl) y Oaxaca (Los Chimalapas). Con base en la distribución altitudinal registrada para la especie (por arriba de los 1000 m en El Pozo y Tierra y Libertad y de los 1, 700 m en Cerro Baúl), y por el intervalo de temperaturas en el interior de las cuevas que oscila entre 16 y 18 °C (apéndice 1), es factible la ocurrencia de *I. niger* en algunas localidades de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, y en localidades adicionales en Cerro Baúl, ya que en dicha áreas existen las características de hábitat, microhábitat y condiciones ambientales requeridas por la especie. Sin embargo, cabe destacar que es necesario contar con un mayor número de localidades o sitios de registro de la especie, para garantizar la confiabilidad del área de distribución potencial propuesta.

### Hábitat y ecología

**EL Pozo y Tierra y Libertad.** El área donde se distribuye *Ixalotriton niger* en estas localidades, presenta terrenos de tipo cárstico, caracterizados por presentar roca caliza, ausencia de cuerpos de agua superficial y cuevas o cavernas en algunos sitios. El tipo de vegetación de la parte superficial de las cuevas (parte superior o en sus inmediaciones) corresponde principalmente a selva mediana

subperennifolia, con algunos manchones de acahuales del mismo tipo de vegetación. En el área de Tierra y Libertad se observaron algunas plantas de café y de plátano mezcladas entre la vegetación, también algunos árboles de mandarina, limón y matas de chile. Existen también algunos remanentes de bosque mesófilo de montaña de baja altitud, en los que se observaron algunos elementos característicos como algunos helechos arborescentes y el piso tapizado de *Selaginella*.

Todos los ejemplares de *Ixalotriton niger* los encontramos en el interior de cuevas o cavernas, principalmente sobre grandes paredes de roca caliza, entre cantos rodados del mismo tipo de roca y en grietas que se forman en su interior (a diferentes alturas del nivel del suelo), las que son utilizadas por los ejemplares como refugio temporal o permanente o ruta de escape. Asimismo, la presencia de minúsculos restos de suelo y diminutas piedritas en el cuerpo de varios ejemplares de salamandras, parece indicar que se desplazan por áreas donde hay tierra negra húmeda, principalmente en el fondo de las cuevas. Respecto al hábitat y microhábitat nuestros resultados difieren de los datos referidos por Parra *et al.* (2008) respecto a ejemplares observados en la zona de El Pozo en el año 2000, los que fueron encontrados en troncos de árboles grandes (a mediana altura) o también en las hojas de las hierbas y arbustos del sotobosque.

Algunas condiciones ambientales generales que predominaron en Tierra y Libertad, donde registramos a los ejemplares de *I. niger* durante los meses de diciembre de 2012 y enero de 2013 fueron similares entre los sitios: cielo nublado, llovizna permanente durante el día y la noche, alta humedad, suelo lodoso y arboles cargados de agua. Las condiciones predominantes en el exterior de las cuevas tienen relación directa con las existentes en interior de las mismas. En las cuevas se presentó una alta humedad ambiental, ya que las paredes de la roca y del suelo donde encontramos los ejemplares de *I. niger* estaban mojadas, como resultado de la infiltración del agua en la roca caliza (que forma pequeñas estalactitas y estalagmitas) y por la entrada directa de la llovizna y lluvia por la entrada de la cueva.

En Tierra y Libertad los ejemplares de la especie, siempre dentro de la misma sima, fueron registrados por la tarde, el horario de actividad diaria en que se encontraron activos los ejemplares osciló entre 15:43 hasta 18:23 horas. Aunque se visitó el sitio por la mañana y por la noche en los mismos días, no se observaron ejemplares de la especie en dichos horarios. En los años de 2006 y 2007 Ted Papenfuss y Antonio Muñoz realizaron muestreos en la zona de El Pozo, mencionando que no observaron



ningún ejemplar de *I. niger* debido a la alta humedad que se presentó en las noches, considerando que en tales condiciones los animales se mueven más arriba en los árboles (Parra *et al.*, 2008). Considerando las condiciones generales referidas sobre humedad ambiental y con base en nuestros resultados, consideramos que los organismos en lugar de trepar a zonas más altas en los árboles, prefieren desplazarse hacia las cuevas, cavernas o simas cercanas. Sin embargo, en Cerro Baúl fue registrado en ejemplar joven a las 11:55 horas (en reposo) en la axila de una bromelia después de haber caído de un árbol (Cabrera-Hernández com. per.) (figura 10).

Respecto a su ocurrencia estacional, en el presente estudio registramos a *I. niger* tanto en temporada de secas como en temporada de lluvia. En secas la registramos en diciembre de 2012, enero de 2013 y por primera vez en el mes de febrero de 2013. En temporada de lluvia registramos a la especie en los meses de junio de 2011 y septiembre de 2012. En estudios previos (Wake y Johnson, 1989; Parra-Olea *et al.*, 2008) ejemplares de *I. niger* sólo habían sido registrados en los meses de diciembre y enero que corresponden a la temporada de seca. En Cerro Baúl fue registrado un ejemplar juvenil en junio de 2009 (Cabrera-Hernández com. pers.).

Al igual que Wake y Johnson (1989), confirmamos que *I. niger* es una salamandra muy activa y nerviosa, principalmente al tratar de ser capturada, ya que realiza ágiles movimientos, incluso saltos, al parecer como un mecanismo de escape cuando se siente en peligro. Asimismo, en situaciones similares, percibimos que los ejemplares expelen o emiten un olor fétido a azufre o carbón mineral procedente del cuerpo del ejemplar, mecanismo que también puede estar asociado con dicho comportamiento defensivo.

Como resultado de nuestro estudio, registramos que la salamandra saltarina negra *Ixalotriton niger* cohabita con organismos troglófilos, es decir, de hábitos cavernícolas o que viven de forma regular en el interior de las cuevas, aunque también pueden hacerlo en las inmediaciones de dichos sitios. En las cuevas *P. nigra* vive en microsompatria con otros organismos: anfibios como *Craugastor alfredi* y *C. stuarti*, reptiles como el abaniquillo de cueva mexicano *Anolis alvarezdelatoroi* y *Lepidophyma flavimaculatum*, incluyendo murciélagos de al menos dos especies no determinadas. También observamos algunos invertebrados como grillos (con grandes antenas), ambliópodos o arañas látigo (*Paraphrynus* sp.) y miriápodos (figura 11). También confirmamos la ocurrencia de *Craugastor stuarti* y *Anolis parvicirculatus* que de acuerdo a Wake y Johnson (1989) son las únicas especies de la

comunidad herpetofaunística comúnmente observados en la localidad tipo.

### Conservación

De las especies registradas en Chiapas, *Ixalotriton niger* es la única incluida en la categoría en peligro de extinción (P) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010). También se encuentra incluida en la categoría de críticamente amenazada (CR), criterio B1ab(iii)+2ab(iii), en la Lista Roja de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, debido a su extensión de ocurrencia es menor de 100 km<sup>2</sup> y su área de ocupación es de menos de 10 km<sup>2</sup>, y hay tendencia a la disminución de su población, y al deterioro de su hábitat tanto en extensión como en calidad (Parra Olea *et al.*, 2008). Su área de distribución está parcialmente protegida en la región fisiográfica Montañas del Norte de Chiapas, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera, la que cuenta ya con un programa de manejo, que necesita ser implementado a la brevedad. Con base en el análisis de distribución potencial, la especie puede ocurrir en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, ANP de carácter federal que cuenta con un programa de manejo activo que garantizaría su conservación. Sin embargo en Cerro Baúl no existen áreas naturales protegidas que garanticen su conservación.

### CONCLUSIONES

Los registros adicionales recientes que presentamos en este estudio sobre *Ixalotriton niger*, confirman la existencia de la especie no solo en la localidad tipo de la que se creía extinta localmente, sino también en las inmediaciones de dicha localidad, así como en otro sitio diferente del ejido Tierra y Libertad.

Con base en los registros y observaciones realizadas sobre la especie en El Pozo y Tierra y Libertad, *Ixalotriton niger* tiene hábitos cavernícolas, viviendo principalmente en cuevas o simas en terrenos de tipo cárstico, muy probablemente debido a que la vegetación de selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña de baja altitud existente en la superficie, está siendo perturbada, transformada o destruida en la zona de estudio.

Los ejemplares de *I. niger* registrados en cuevas y cavernas en El Pozo y en Tierra y Libertad, llevan a cabo su mayor actividad por la tarde, en términos generales entre las 15:00 y las 19:00 horas.

Confirmamos que esta especie de salamandra es muy activa y nerviosa, realizando ágiles movimientos e incluso saltos al tratar de capturarla. También que secreta por la piel de su cuerpo una sustancia con olor fétido a

azufre o carbón mineral, al parecer como un mecanismo de defensa para escapar de sus depredadores cuando se siente en peligro.

*Ixalotriton niger* vive en cuevas en microsiempría con especies de anfibios como *Craugastor alfredi* y *C. stuarti*, de reptiles como *Anolis alvarezdeltoroi* y *Lepidophyma flavimaculatum*. También cohabita con otras especies de vertebrados (murciélagos y roedores) e invertebrados (insectos, amblipíodos, arácnidos y miriápodos) de los que desconocemos su identidad taxonómica.

La distribución potencial de *Ixalotriton niger* abarca un área mayor en la región fisiográfica montañas del norte, incluyendo los municipios de Ocozacoautla de Espinosa y Cintalapa, por lo que es probable su ocurrencia en sitios o localidades de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, y en parte de la región de los Chimalapas, principalmente en el área que limita con el Cerro Baúl. A pesar de ello consideramos que es necesario contar con un mayor número de registro de ocurrencia, a fin de determinar de manera más confiable el área de distribución de la especie.

Con base en los ejemplares colectados desde el año de su descripción, incluyendo los registros recientes (sin colecta) de la especie en El Pozo y Tierra y Libertad en el municipio de Berriozábal, Chiapas, consideramos que en dicha zona *Ixalotriton niger* es una especie rara, y también tiene una distribución restringida o limitada.

Por ser *Ixalotriton niger* una especie endémica de Chiapas y la única registrada en la entidad considerada en peligro de extinción por la normatividad nacional, y críticamente amenazada a nivel internacional, es necesario dar seguimiento (monitoreo) a la población en las áreas donde se ha registrado y realizar muestreo de campo en otras áreas consideradas de ocurrencia potencial, con la finalidad de determinar el área de distribución de la especie, a fin de proponer y ejecutar medidas concretas que permitan la conservación de las especies y de sus hábitats en el largo plazo.

Finalmente, con base en la composición taxonómica, riqueza y endemidad de especies de anfibios y reptiles, confirmamos que la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera (ZSCE La Pera), de carácter estatal, representa un área natural protegida muy importante para la conservación de la biodiversidad existente en la región, al ser parte de un corredor biológico junto con áreas naturales protegida como El Ocote, Villa Allende y el Cañón del Sumidero.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al biólogo Rodolfo Cabrera Hernández por la fotografía y la información asociada a un ejemplar joven de *Ixalotriton niger* registrado en Cerro Baúl, Chiapas.

## LITERATURA CITADA

- BREEDLOVE, D.E.** (traducción de González-Espinosa, 1991), **1981**. *Flora de Chiapas, Parte I. Introducción a la flora de Chiapas*. Pp. 291-356. En: López Sánchez, C. (recopilador). 1993. *Lecturas chiapanecas VI*. Gobierno del Estado de Chiapas-Miguel Ángel Porrúa. México, D.F. 791 p.
- CABRERA-HERNÁNDEZ, R., 2012**. Evaluación de la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, en las poblaciones de anfibios del área cero extinción (AZE) en Oaxaca y Chiapas, México. *Lacandonia Rev. Ciencias UNICACH* 6 (1): 7-16.
- ARRIAGA, L., J.M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ Y E. LOA (coordinadores), 2000**. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF), 2010**. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010. México.
- FROST, D.R., 2014**. *Amphibian species of the world: an online reference*. Version 6.0 (Date of access). Electronical Database accessible at <http://research.amph.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Consulta: 11 de septiembre de 2014.

- GARCÍA-JIMÉNEZ, M.A. Y R. LUNA-REYES. Datos no publicados. (s/f).** *Anfibios de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera, Berriozábal, Chiapas, México.* S. d.
- GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF).** Free and open Access biodiversity data. Disponible en [www.gbif.org](http://www.gbif.org). Consulta: 15 de agosto de 2014.
- JIMÉNEZ-LANG, N., R. VIDAL-LÓPEZ Y R. LUNA-REYES, 2002.** Registro adicional de *Bothriechis rowleyi* (Serpentes: Viperidae) en Chiapas, México. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.* 10 (2): 43-45.
- LAMOREUX, J.F., M.W. MCKNIGHT & R. CABRERA HERNÁNDEZ, 2014.** *Amphibian Alliance for Zero Extinction Sites in Chiapas and Oaxaca.* Report to the National Geographic Society and the Critical Ecosystem Partnership Fund. Unpublished. 220 pp.
- LAZCANO-BARRERO, M.A. & J.D. JOHNSON, 1999.** *Ficha técnica para la conservación de El Pozo, municipio de Berriozábal, Chiapas, México.* 7 pp.
- LUNA-REYES, R. Y A. RAMÍREZ-VELÁZQUEZ, 2010.** *Informe Final del Proyecto Strategy Development to Conserve Critically Endangered Amphibians in Chiapas, Mexico / Desarrollo de una Estrategia para la Conservación de Anfibios Críticamente Amenazados en Chiapas, México.* Instituto de Historia Natural (IHN)-Conservación Internacional (CI)-Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos (CPEF). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 54 pp.
- MÜLLERIED, K.G.F., 1957.** *Geología de Chiapas.* Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 180 p.
- PARRA-OLEA, G., D. WAKE, T. PAPENFUSS, A. MUÑOZ-ALONSO, I. AMEZCUA-TORRIJOS & N.P. LÓPEZ-LEÓN, 2008.** *Pseudoeurycea nigra.* The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 10 October 2014.
- PERFILES MUNICIPALES, 2010.** Berriozábal. Secretaría de Hacienda. Subsecretaría de Planeación, Presupuesto y Egresos. Gobierno del Estado. Chiapas, México.
- WAKE, D.B. & J.D. JOHNSON, 1989.** A new genus and species of plethodontid salamander from Chiapas, Mexico. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 411: 1-10.

**APÉNDICE 1. Información básica sobre los ejemplares de *Ixalotriton niger* registrados y referidos en el presente estudio.** Localidad: EP1= El Pozo o el El Pozo Turipache 1, EP2= El Pozo 2, TL= Tierra y Libertad y CB= Cerro Baúl. Tipo de vegetación: SMSP= Selva Mediana Subperennifolia. Edo. Des.= Estado de Desarrollo. El registro de Cerro Baúl (CB) fue proporcionado por Rodolfo Cabrera Hernández.

No.	Fecha	Hora	Localidad	Coordenadas	Altitud (msnm)	Tipo vegetación	Microhábitat y hábitos	Temperatura (°C)		Edo. Des.
1	5 jun. 2011	15:57	EP1	16°51'37.81" LN y 93°19'17.38" LW	1, 144	SMS	Roca caliza;	Ejemplar	Sustrato	Adulto
2	22 sep. 2012	15:00	EP2	16° 51' 18.79" y 93° 19' 17.08"	1, 150	SMSP	Roca caliza; desplazándose	ND	ND	Adulto
3	30 dic. 2012	16:20	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81" LW	1, 195.1	SMSP	Tierra negra húmeda; desplazándose	17.0	17.2	Joven
4	30 dic. 2012	16:53	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Tierra negra húmeda; en reposo	16.8	16.8	Joven
5	4 ene. 2013	15:43	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Roca caliza; en reposo	16.6	16.6	Adulto
6	5 ene. 2013	16:32	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Roca caliza	16.4	16.6	Joven
7	22 ene. 2013	17:24	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Tierra negra húmeda; en reposo	ND	ND	Adulto
8	22 ene. 2013	17:24	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Roca caliza; en reposo	ND	ND	Adulto
9	23 feb. 2013	18:23	TL	16°51'39.25" LN y 93° 20'8.81'	1, 195.1	SMSP	Roca caliza; desplazándose	16.6	16.6	Adulto
10	18 Jun. de 2009	11:55	CB	16 33.615 LN y 094 10.097 LW	1, 773	Bosque de pino	Entre hojas de bromelia; en reposo	ND	ND	Joven



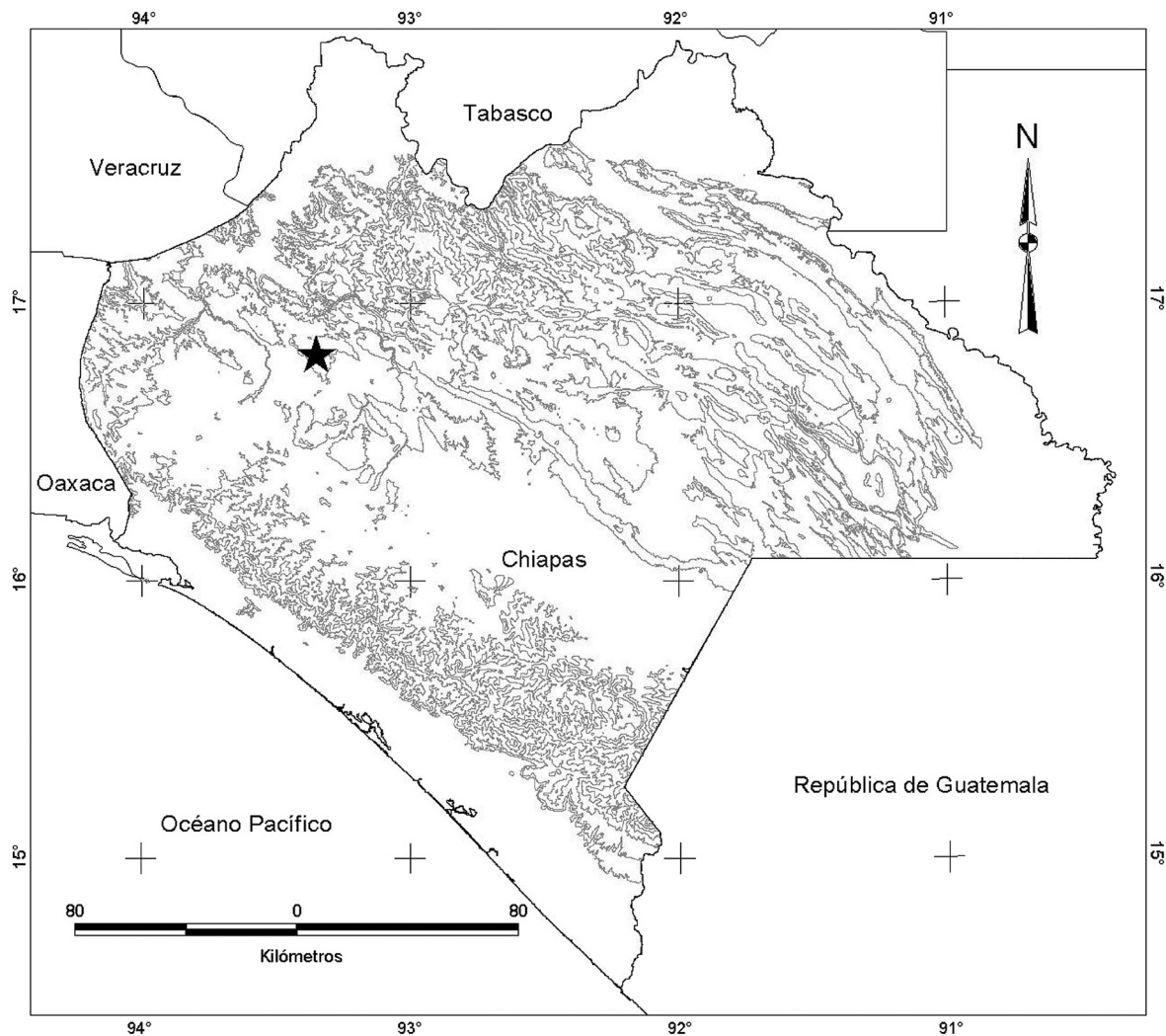


FIGURA 1

Registros adicionales recientes de *Ixalotriton niger* en El Pozo y Tierra y Libertad, Berriozábal, Chiapas. La estrella muestra la ubicación geográfica de dichas localidades.



# APÉNDICE



Ejemplar adulto de *Ixalotriton niger* en la localidad de registro. a) Sobre roca caliza sólida, b) en la orilla de una grieta de la cima. Fotografías: Omar S. Gutiérrez Morales.



Aspecto de la localidad de registro de *Ixalotriton niger*. a) Interior de la cima, b) Vista hacia el exterior. Fotografías: Roberto Luna Reyes.



Ejemplar de *Ixalotriton niger* registrado el 30 de diciembre de 2012 en Tierra y Libertad, Berriozábal, Chiapas. Fotografías: Patricia E. Pérez López.





Ejemplares de *Ixalotriton niger* registrados el 4 y 5 de enero de 2013 en Tierra y Libertad, Berriozábal, Chiapas. Fotografías: Patricia E. Pérez López.



Ejemplares de *Ixalotriton niger* registrados el 22 de enero (2 ejemplares) y 23 de febrero (1 ejemplar) de 2013 en Tierra y Libertad, Berriozábal, Chiapas. Fotografías: Patricia E. Pérez López.



Exterior e interior de la sima donde se registraron los ejemplares de la especie *Ixalotriton niger* en Tierra y Libertad. Fotografías: Patricia E. Pérez López.





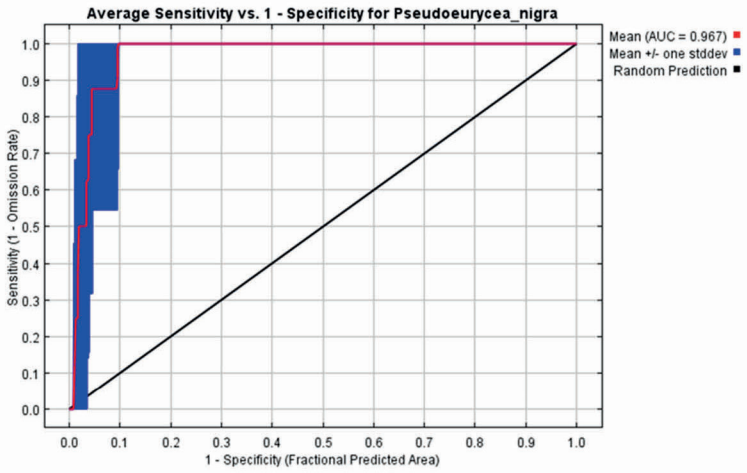
Exterior e interior de la sima donde se registraron los ejemplares de la especie *Ixalotriton niger* en Tierra y Libertad. Fotografías: Patricia E. Pérez López.



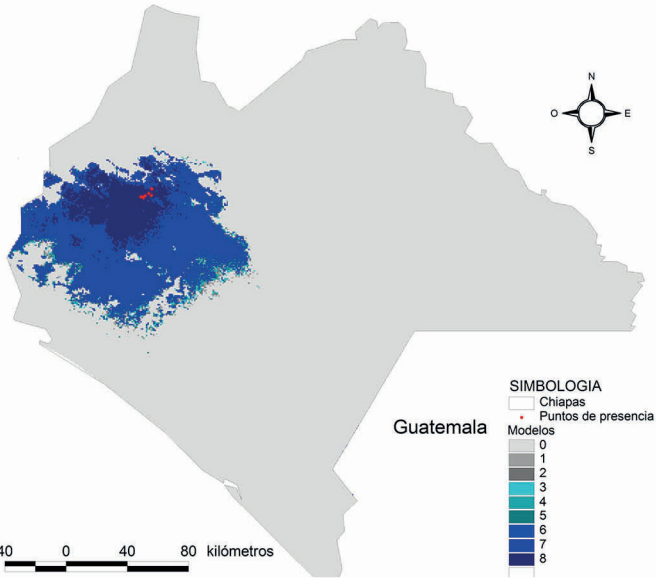
Ejemplares de *Ixalotriton niger* y *Craugastor stuarti* viviendo en microsimpatria en una cueva. Fotografía: Roberto Luna Reyes.



Ejemplar juvenil de *Ixalotriton niger* registrado en Cerro Baúl, Cintalapa, Chiapas. Fotografía: Rodolfo Cabrera Hernández.



Curva operacional (ROC). La línea roja representa la media del ajuste a los datos de entrenamiento de los ocho modelos que se generaron para *Ixalotriton niger* con un valor de 0.967, y en azul el área que indica los valores de la desviación estándar (0.026). Cuanto más se acerca el valor de la media a 1 mayor poder predictivo presentan los modelos.



**Distribución potencial de *Ixalotriton niger*.** Desde menor hasta mayor intensidad se muestra la correspondencia de los modelos entre sí. De color rojo los puntos de presencia utilizados para realizar el modelo.





# Conocimiento y uso tradicional de vertebrados silvestres en ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas

William Ramos-Arreola <sup>1</sup>,  
Lilia del C. Ramos-Arreola <sup>1</sup>,  
Adán E. Gómez González <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. C.P.: 29039, E-mail: wi\_423@hotmail.com

## RESUMEN

Se realizó un estudio sobre el conocimiento y uso tradicional de vertebrados terrestres y dulceacuícolas en la ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas. Se identificaron 40 especies de vertebrados terrestres y dulceacuícolas asociados con un conocimiento o uso tradicional. Catorce especies cazadas están en alguna categoría de *riesgo* de la NOM-059. La conservación de las especies de fauna silvestre será renovable a medida que se pongan en práctica los modelos de caza sustentable.

**Palabras clave:** usos, fauna silvestre, conservación.

## ABSTRACT

A study on traditional knowledge and use of terrestrial and freshwater vertebrates in the settlement Los Arreola, Arriaga, Chiapas was performed. 40 species of terrestrial and freshwater vertebrates associated with knowledge or traditional use were identified. Fourteen hunted species are in a *risk* category of NOM-059. The conservation of wildlife species is renewable as they implement models of sustainable hunting.

**Keywords:** applications, wildlife conservation.

## INTRODUCCIÓN

La relación humano-vida silvestre, es muy antigua y forma una conexión importante para las sociedades, ya que a menudo el ser humano depende de las interacciones establecidas con los recursos de vida silvestre para su supervivencia. La fauna silvestre en un sentido amplio, abarca todos los animales no domésticos; asimismo, está constantemente sujeta a distintas prácticas humanas de uso y manejo, debido a los valores tangibles e intangibles, por su importancia ecológica y psicológica, que nos inspira y ofrece (Ojasti y Dallmeier, 2000; Alves *et al.*, 2012 y Santos-Fita *et al.*, 2012).

En el contexto particular de algunas regiones el uso de la fauna silvestre pueden diversificarse más allá del solo uso alimenticio, aprovechándose como ornamento, mascota, medicina o como producto de valor de cambio. La variedad de interacciones que la cultura humana tienen con los animales se abordan desde la perspectiva de etnozooloía, la rama de la etnobiología que investiga los conocimientos, significado y uso de los animales en las

sociedades humanas (González-Bocanegra *et al.*, 2011, Alves *et al.*, 2012).

Dentro de la fauna silvestre, los vertebrados son quizá los de mayor uso y los que causan mayor sensibilidad ecológica en su extracción de los bosques tropicales (Peres, 1997). Es importante destacar que el rescate del conocimiento y uso tradicional que se tiene de la fauna silvestre, en conjunto con otras ciencias como la ecología, biología de la conservación, medicina, farmacología, entre otras, producen herramientas que pueden ayudar a desarrollar estrategias de conservación de la biodiversidad, mejorar los sistemas de enseñanza de la biología y la producción de diversos elementos de distinta índole (Costa *et al.*, 2009).

La ranchería Los Arreola es un asentamiento rural que se encuentran rodeado de remanentes de Selva Baja Caducifolia, donde todavía se encuentran especies de vertebrados que son objeto de utilidad para diversos fines. A medida que la caza de las especies existentes se realice con mayor frecuencia podemos ir perdiendo poblaciones naturales silvestres, además de información tradicional útil que se ha adquirido y transmitido hacia las nuevas generaciones.

El propósito del presente estudio fue documentar los conocimientos y el uso tradicional de los vertebrados silvestres terrestres y dulceacuícolas que se aprovechan dentro de la ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas; y puntualizar los instrumentos de captura, el método y sitio de caza para las especies.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

La ranchería Los Arreola, es un asentamiento rural ubicado en el municipio de Arriaga, Chiapas. Se sitúa

entre la localidad de Agua Fría y la colonia Villa del Mar, aproximadamente a 15 km de la cabecera municipal. Sus coordenadas geográficas son 16° 10' 17.43" N y 93° 57' 17.42" O. Se compone de alrededor de 18 ranchos en una extensión aproximada de 10 km<sup>2</sup> (figura 1).

La temperatura media anual promedio es de 28.10 °C. La precipitación anual promedio es de 1, 535.8 mm. El relieve es regularmente uniforme, el tipo edafológico de suelo es cambisol; el uso de suelo está clasificado como agrícola-pecuario-forestal. Se encuentra cerca de 30 msnm y a una distancia de 10 km de la línea de costa (INEGI, 2014).

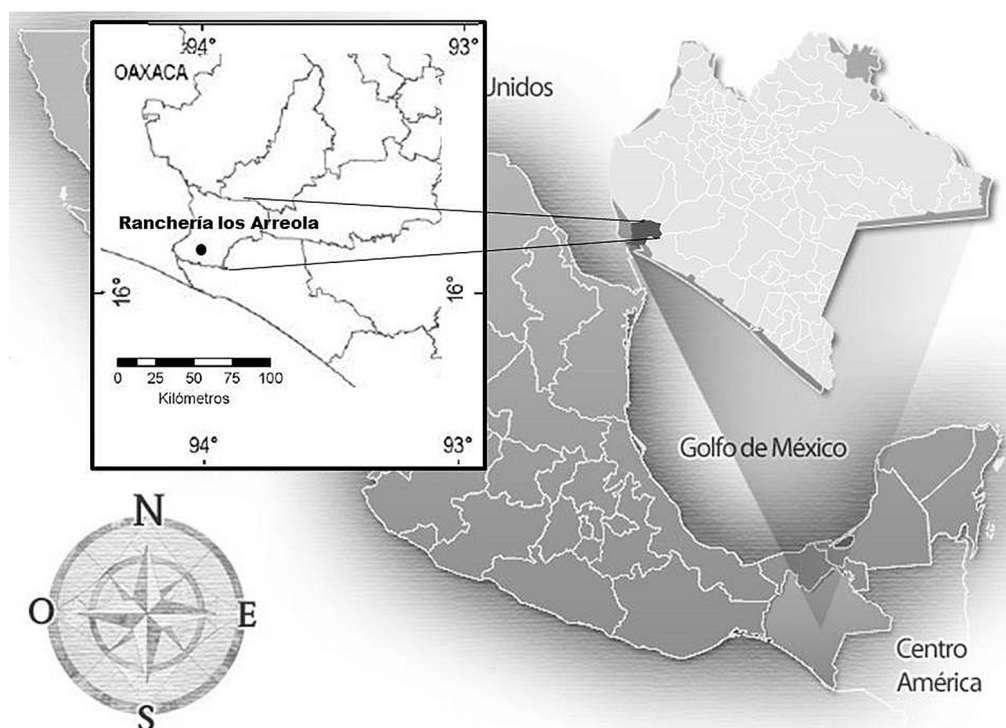


FIGURA 1

Ubicación geográfica de la ranchería Los Arreola, municipio de Arriaga, Chiapas.

La vegetación dentro de la ranchería son remanentes de Selva Baja Caducifolia donde se encuentran especies de árboles como: palo mulato (*Bursera* sp.), hormiguillo (*Platymiscium* sp.), guayabillo (*Alibertia* sp.), caulote (*Guazuma ulmifolia*), roble (*Tabebuia rosea*), madrecaao (*Gliricidia sepium*), pochota (*Ceiba pentandra*), guanacast-

le (*Enterolobium cyclocarpum*), guamuchil (*Pithecellobium dulce*) jocote (*Spondias* sp.), palo blanco, totoposte (*Licania arborea*), bejuco o canoita (*Pithecoctenium crucigerum*) cedro (*Cedrela odorata*), entre otros. La fauna se compone principalmente de mamíferos como ardillas, tlacuaches, armadillo, zorrillo, oso hormiguero, erizos; aves como

garzas, cenizales, pericos, muchos paseriformes; reptiles como iguana, lagartijas, turipaches, serpientes, caimán; pocos peces de agua dulce y algunos anfibios.

Existe dentro de la ranchería un brazo intermitente del río Lagartero, el cual fluye sobre el lado oeste del sitio. Hay un arroyo que se mantiene con poca agua en período de estiaje, éste forma cuerpos de agua perennes que es el hábitat de la fauna dulceacuícola; sin embargo, en época de lluvias ocasionalmente dicho arroyo causa disturbios en la población.

### Entrevistas y registro de la información

La información se recopiló durante visitas al sitio de estudio en distintos tiempos; diciembre 2011, abril 2012, enero, julio 2013 y marzo 2015. Se realizaron entrevistas semiestructuradas en el 83% de los ranchos, se entrevistó en cada familia a la persona que realiza la caza y a los más adultos; se obtuvieron datos socioeconómicos: nombre, sexo, edad, escolaridad, lugar de procedencia, tiempo de permanencia en el lugar, ocupación e ingreso económico; datos sobre el conocimiento y uso de la fauna silvestre: objetivos, métodos, frecuencia, períodos y sitios de captura; datos sobre el conocimiento de la asociación fauna silvestre-daño o perjuicio y fauna silvestre-estado del tiempo. Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos con los pobladores para la identificación precisa de las especies mencionadas en los cuestionarios.

Se elaboró la lista de especies con conocimiento o uso tradicional, con base en el orden taxonómico propuesto por Nelson (2006) para peces, Flores-Villela (1993) para anfibios y reptiles, AOU (1998) para aves y Wilson & Reeder (2005) para mamíferos. Para expresar la importancia con valores cuantitativos del uso de las especies se determinó el índice de valor de uso específico (VUEis) y el índice de valor de uso general (VUG), mediante las siguientes fórmulas:

$$VUEis = (\sum_i Uis / Nis) \times 100$$

Donde:

Uis: Número de personas que citan algún uso para cada especie.

Nis : Número de personas entrevistadas por especie.

$$VUG = \sum_i VUEis / Nc$$

Donde:

Nc: Número total de categorías de uso determinadas.

## RESULTADOS

### Entrevistas

Se entrevistaron 19 personas, once cazadores activos y ocho adultos (cazadores no activos). Todos los entrevistados fueron del sexo masculino. La edad promedio de los cazadores fue de  $43.5 \pm 9.7$  años, la edad promedio de los adultos fue de  $68.9 \pm 10.4$  años. El 63.2% de los entrevistados tenía el grado de escolaridad de secundaria y el 36.8% restante únicamente la primaria.

Todos los entrevistados son originarios de la región, la principal actividad económica a la que se dedican es la ganadería (86.7%), algunos practican la agricultura y avicultura como actividad de remuneración extra (46.7%) y la explotación forestal en menor medida (20%). El salario promedio mensual fue de 820.00 pesos, mientras que el número de integrantes por familia fue de  $3.5 \pm 1.9$  personas.

### Fauna silvestre con conocimiento o uso tradicional

Se registraron 40 especies de vertebrados terrestres y dulceacuícolas con uso o conocimiento tradicional dentro del área de estudio (tabla 1). El grupo de las aves obtuvo el mayor número de especies mencionadas (15), seguido de los mamíferos (12), peces (6), reptiles (6) y solo una especie de anfibio. Se registraron cuatro categorías de uso: alimenticio, medicinal, mascota y comercio; el uso de la fauna silvestre como alimento fue el más mencionado (31 especies), once especies se indicaron como mascota, nueve especies se señalaron como medicinales y el uso para comercio fue el de menor mención (3 especies; figura 2). Se ha documentado en diversos estudios que dentro de las zonas rurales tropicales el principal uso de la fauna silvestre es alimenticio. Una gran proporción de los residentes humanos continúa usando una variedad de especies de vida silvestre como fuente de proteína (Bennett y Robinson 2000, Nasi *et al.*, 2008, Naranjo y Dirzo, 2009, Santos-Fita *et al.*, 2012).

Con respecto al conocimiento sobre la asociación fauna silvestre-daño o perjuicio, se registraron cuatro especies de mamíferos que son cazados debido a que representan una amenaza principalmente hacia la fauna doméstica. Desde registros arqueológicos hasta etnografías contemporáneas, la cacería de fauna silvestre en las sociedades rurales se ha asociado a la reducción del daño de los animales perjudiciales (Ibarra *et al.*, 2011). La existencia de conflictos entre asentamientos humanos y fauna genera un impacto selectivo sobre la fauna silvestre (Naranjo *et al.*, 2010). En cuanto a la asociación fauna silvestre-estado del tiempo se identificaron tres especies



de aves que indican para los pobladores algún cambio meteorológico.

Las especies con mayor de valor de uso alimenticio (VUEis) fueron *Iguana iguana*, *Ctenosaura pectinata*, *Dasyopus novemcinctus* y *Sylvilagus floridanus* todas con el 100% de mención. *Crotalus durissus* fue la especie con mayor valor de uso medicinal (74%). *Eupsittula canicularis* fue la especie con mayor valor de uso como mascota (68%). El índice de valor de uso para comercio fue mayor en las especies *Iguana iguana* (21%) y *Dasyopus novemcinctus* (21%).

En relación al conocimiento de la asociación fauna silvestre-daño o perjuicio las especies *Puma yagouaroundi* (68%) y *Procyon lotor* (58%) representan la mayor amenaza hacia la población, mientras que *Turdus grayi* tuvo el mayor valor de asociación fauna silvestre-estado del tiempo (58%). La especie *Iguana iguana* destaca por

ser la de mayor índice de valor de uso general (VUG), al atribuírsele los cuatro usos: alimento, medicinal, mascota y comercio. Naranjo *et al.*, (2010) mencionan que entre los animales con mayor presión de caza de subsistencia se encuentran *Dasyopus novemcinctus*, *Iguana iguana* y *Ctenosaura pectinata* entre muchos otros, mientras que las especies sujetas a cacería por que representan daño real o potencial están *Procyon lotor* y *Caiman crocodylus*.

Tabla 1. Lista taxonómica de especies con valor de uso o conocimiento tradicional en la ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas. El nombre local se obtuvo mediante las entrevistas realizadas. Los usos o asociación son: Al= Alimenticio, Me= Medicinal, Ma= Mascota, Co= Comercio, S-D= Asociación fauna silvestre-Daño o perjuicio y S-T= Asociación fauna silvestre-estado del tiempo. NOM-059: Categorías de riesgo dentro del territorio mexicano.

Especie	Nombre local	Uso	NOM-059
Peces			
Characiformes			
<i>Astyanax aeneus</i>	Sardina	Al	
Cyprinodontiformes			
<i>Poecilia sphenops</i>	Popoyote	Al, Ma	
Perciformes			
<i>Amphilophus macracanthus</i>	Mojarra	Al	
<i>Dormitator latifrons</i>	Sambuco	Al	
<i>Eleotris picta</i>	Vieja	Al	
<i>Gobiomorus maculatus</i>	Ñola	Al	
Anfibios			
Anura			
<i>Rhinella marina</i>	Sapo	Me	
Reptiles			
Squamata			
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	Al	A
<i>Iguana iguana</i>	Iguana (♂Mapachegüe, ♀Guele)	Al, Me, Ma, Co	Pr
<i>Crotalus durissus</i>	Víbora de cascabel	Al, Me, Co	Pr
Testudines			
<i>Rhinoclemmys rubida</i>	Tortuga	Al, Me, Ma	Pr
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Casquito	Al, Me, Ma	Pr
Crocodylia			
<i>Caiman crocodylus</i>	Pululo	Al Me	Pr

Especie	Nombre local	Uso	NOM-059
Aves			
Anseriformes			
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji	Al, Ma	
<i>Cairina moschata</i>	Pato ala blanca	Al	P
Galliformes			
<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca	Al	Pr
<i>Colinus virginianus</i>	Cuichi	Al	
Gruiformes			
<i>Aramus guarauna</i>	Garza correa	Al	A
Columbiformes			
<i>Columba livia</i>	Pichón	Al	
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	Al	
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma	Al	
Strigiformes			
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Jorochita	S-T	
Piciformes			
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Guachaca	Al, Me	
Falconiformes			
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Llamanorte	S-T	
Psittaciformes			
<i>Eupsittula canicularis</i>	Cotorrita	Ma	Pr
<i>Amazona albifrons</i>	Perico	Ma	Pr
Passeriformes			
<i>Turdus grayi</i>	Cenzontle	Ma, S-T	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Clarín (♂)	Al	
Mamíferos			
Didelphimorphia			
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	S-D	
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache blanco	S-D	
Cingulata			
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	Al, Me, Co	
Pilosa			
<i>Tamandua mexicana</i>	Chupamiel	Al, Ma	P
Rodentia			
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	Ma	
<i>Othogeomys grandis</i>	Tuza	Al	
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puerco espín	Al	A
Lagomorpha			
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Al	
Carnivora			
<i>Puma yagouaroundi</i>	Onza	Al, S-D	A
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Gato de monte	S-D	
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	Al, Me	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Al, Ma, S-D	

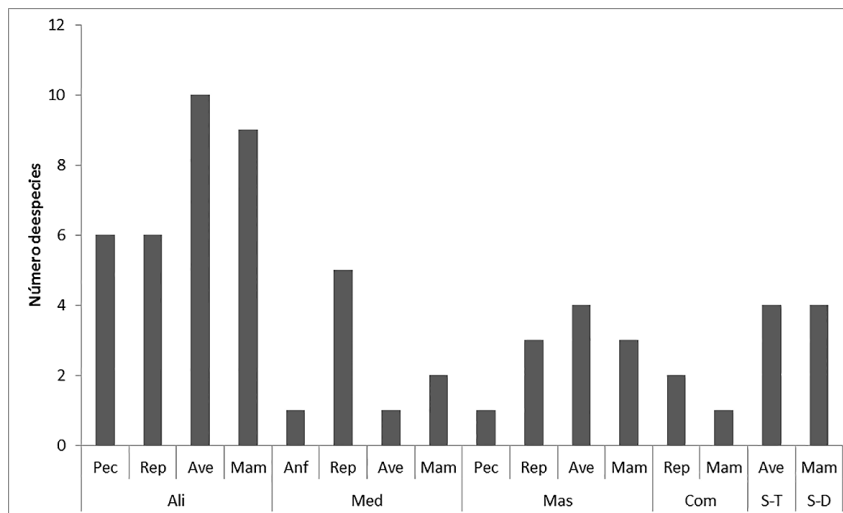


FIGURA 2

Número de especies de vertebrados contenidos en las categorías de uso o asociación del conocimiento de la fauna silvestre dentro de la ranchería Los Arreola, Arriaga, Chiapas.

### La cacería

El principal objetivo de la cacería es alimentarse, los recorridos diurnos son con intención de cazar iguanas (*Iguana iguana*) o garrobos (*Ctenosaura pectinata*); los recorridos nocturnos tienen como propósito la captura de armadillos (*Dasypus novemcinctus*) o conejos (*Sylvilagus floridanus*), sin embargo, durante ambos recorridos ocasionalmente se encuentran con otras especies de fauna silvestre (las restantes enlistadas en la tabla 1 con uso alimenticio que no se mencionan en este párrafo) que son cazadas también para alimentarse. Este resultado muestra que la caza de subsistencia sobre especies particulares es el principal objetivo local; la caza de subsistencia frecuentemente implica un riesgo más bajo para las poblaciones de vida silvestre que la caza comercial, sin embargo, la presión de cacería sobre la fauna silvestre aunado a la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat, puede causar efectos sinérgicos sobre las poblaciones conduciéndolos a la extinción local (Santos-Fita *et al.*, 2012).

El instrumento de cacería más común fue el machete, en segundo término los perros, el tirador y la atarraya; y en último término el arma de fuego y el punzón. A menudo los cazadores no emplean un método específico, sino que cazan sus presas de modo oportunista mientras realizan sus labores o recorridos del campo. Se ha reportado en otros grupos de agricultores y grupos indígenas en México y para otras zonas del Neotrópico, que el asecho y la captura de animales mientras se desarrolla

otra actividad es una de las principales estrategias de caza (Ibarra *et al.*, 2011).

El sitio de caza de mayor frecuencia fue sobre los remanentes de selva, seguido de ríos y arroyos y por último en los acahuales, pastizales y milpas. La frecuencia de caza del 53% de los entrevistados fue en periodos quincenales, el 23% caza en periodos mensuales y el 21% lo hace semanalmente. Los entrevistados no distinguieron entre meses para cazar, lo hacen todo el año; sin embargo, dicen conocer que especies deberán encontrar con mayor frecuencia y en qué lugares durante la transición del año.

La población rural, pasando de un estilo de vida de subsistencia a una economía de dinero en efectivo, tienen relativamente pocas opciones para generar ingresos. Pueden vender productos agrícolas o de pastoreo, trabajar por un salario en efectivo en la agricultura o industria, o vender productos al por menor en los mercados locales o regionales. Sin embargo para la población rural, sin acceso a capital, la tierra o el ganado, la cosecha de los recursos silvestres puede ofrecer el mejor rendimiento para la generación de recursos económicos (Nasi *et al.*, 2008). Para muchos cazadores, la caza es una forma de vida que ofrece la recreación, un contexto social además de la carne de caza, los vertebrados frecuentemente se consideran con un gran valor de uso directo en el mercado. Es un recurso fácilmente negociado ya que es transportable, tiene una alta relación valor-peso y se conserva fácilmente a bajo costo. Representa a la vez

la principal fuente de proteína animal. A lo largo de los países con bosques tropicales, muchas personas se benefician de la carne de caza como parte de un estilo de vida bosque-dependiente. El manejo sostenible podría llegar a ser crítico para la integridad a largo plazo de estos ecosistemas (Peres, 1997; Nasi *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

Los estudios con sentido etnobiológico se han intensificado en los últimos años, sobre todo teniendo en cuenta que las cuestiones relacionadas con la conservación de la biodiversidad deben incorporar todas las dimensiones que conectan las sociedades humanas a los recursos naturales.

Se identificaron 40 especies de vertebrados terrestres y duceacuícolas con conocimiento o uso tradicional dentro de la ranhería Los Arreola, Arriaga, Chiapas. Lo que indica que existe una notable interacción con la fauna silvestre aún en comunidades rurales no muy lejanas del medio urbano.

El uso alimenticio fue en gran medida el de mayor mención (31 de 40 especies), 11 especies fueron mencionadas mascota, nueve especies como medicinales, cuatro especies fueron relacionadas como potenciales para el daño o perjuicio, tres especies fueron asociadas con cambios meteorológicos y tres especies fueron utilizadas para comercio.

*Iguana iguana*, *Ctenosaura pectinata*, *Dasyopus novemcinctus* y *Sylvilagus floridanus* fueron las especies con mayor valor de uso alimenticio. *Eupsittula canicularis* fue la especie con mayor valor de uso como mascota. *Crotalus durissus* fue la especie con mayor valor de uso medicinal.

*Iguana iguana* y *Dasyopus novemcinctus* fueron las especies con mayor valor de uso comercial. *Puma yagouaroundi* fue la especie con mayor relación fauna silvestre-daño o perjuicio y *Turdus grayi* fue la especie con mayor relación fauna silvestre-estado del tiempo.

Catorce especies con caza directa dentro del área de estudio se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana núm. 59 (ocho especies bajo protección especial, cuatro amenazadas y dos en peligro de extinción), aunado a ello, no existe conocimiento ni prácticas de caza sustentable dentro del lugar; dicha situación pone en gran amenaza la estabilidad de las poblaciones silvestres existentes.

Es necesaria la ampliación de estudios donde el uso o aprovechamiento de la fauna silvestre pone en riesgo a las poblaciones de especies. En muchas ocasiones la caza de especies solo es un parte de la problemática, pues la causa principal es el deterioro y destrucción de los hábitats naturales. En México existen políticas sustentables en materia de fauna silvestre, sin embargo el público, sobre todo en medios rurales no las conoce y mucho menos las comprende. La fauna silvestre como recurso para distintos fines no será renovable hasta que se le aproveche de una manera racional y se le permita recuperarse para seguir siendo útil.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los pobladores de la ranhería Los Arreola por su participación y confianza. Agradecemos particularmente al señor Celso Arreola López, José Vidal Arreola Ruíz y Celso Arreola Ruíz por la amplia colaboración y las facilidades prestadas.

## LITERATURA CITADA

- ALVES, R.R.N., M.B.R. GONÇALVES & W.L.S. VIEIRA, 2012. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. *Tropical Conservation Science* 5 (3): 394-416.
- AOU, 1998. *Check-list of north american birds*. 7th edition. American Ornithologists Union. Washington, D.C.
- BENNETT, E.L. & J.G. ROBINSON, 2000. *Hunting of wildlife in tropical forests implications for biodiversity and forest peoples*. The World Bank Environment Department Washington. USA. 42 p.
- COSTA N., E.M, D. SANTOS F. Y M. VARGAS C., 2009. *Manual de etnozooloía*. Ediciones Tundra. Valencia, España.
- FLORES-VILLELA, O., 1993. *Herpetofauna mexicana*. Special Publication of The Carnegie Museum of Natural History 17: 1-73.



- GONZÁLEZ-BOCANEGRA, K., E.I. ROMERO-BERNY, M.C. ESCOBAR-OCAMPO Y Y. GARCÍA-DEL VALLE, 2011.** Aprovechamiento de fauna silvestre por comunidades rurales en los humedales de catazajá – La libertad, Chiapas, México. *Ra Ximhai*. 7 (2): 219-230.
- IBARRA, J.T., C. DEL CAMPO, A. BARREAU, A. MEDINACELI, C.I. CAMACHO, R. PURI Y G.J. MARTIN, 2011.** Etnoecología chinanteca: conocimiento, práctica y creencias sobre fauna y cacería en un área de conservación comunitaria de la chinantla, Oaxaca, México. *Etnobiología* 9 (1):37-59.
- INEGI, 2014.** Bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Consultado Septiembre de 2014).
- LJUNG, P.E., 2014.** *Traditional use of wildlife in modern society*. Tesis doctoral. Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia, 87 p.
- MONROY R. Y A. GARCÍA F., 2013.** La fauna silvestre con valor de uso en los huertos frutícolas tradicionales de la comunidad indígena de Xoxocotla, Morelos, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. *Etnobiología* 11 (1): 44-52.
- NARANJO E.J. Y R. DIRZO, 2009.** *Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna*, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 247-276.
- NARANJO E.J., J.C. LÓPEZ-ACOSTA Y R. DIRZO, 2010.** La cacería en México. *Biodiversitas* 91: 6-10.
- NASI, R., D. BROWN, D. WILKIE, E. BENNETT, C. TUTIN, G. VAN TOL & T. CHRISTOPHERSEN, 2008.** *Conservation and use of wildlife-based resources: the bushmeat crisis*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, and Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor. Technical Series no. Pp. 33, 50.
- NELSON, J.S., 2006.** *Fishes of the world*. Cuarta edición, John Wiley & Sons, Inc. University of Alberta, Canadá. 622 p.
- OJASTI J., Y F. DALLMEIER, 2000.** *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- PERES C. A., 1997.** *Evaluating the sustainability of subsistence hunting in tropical forests*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, London.
- SANTOS-FITA, D., E.J. NARANJO & J.L. RANGEL-SALAZAR, 2012.** Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8:38 1-17.
- SANTOS-FITA D., A. ARGUETA V., M. ASTORGA-DOMÍNGUEZ Y M. QUIÑONEZ-MARTÍNEZ, 2012.** La etnozología en México: La producción bibliográfica del siglo XXI (2000-2011). *Etnobiología* 10 (1): 41-51.
- WILSON, D.E. Y D.M. REEDER, 2005.** *Mammal species of the world. A Taxonomic and geographic reference*. Tercera edición. Johns Hopkins University Press. 2,142 p.

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla con valores de uso para cada especie en cada categoría (VUEis) y valor de uso general (VUG), se expresa en porcentaje

Grupos	Especies	VUEis						VUG
		Ali	Med	Mas	Com	S-T	S-D	
Peces	<i>Astyanax aeneus</i>	68						11.4
	<i>Poecilia sphenops</i>	68		26				15.8
	<i>Amphilophus macracanthus</i>	68						11.4
	<i>Dormitator latifrons</i>	68						11.4
	<i>Eleotris picta</i>	63						10.5
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	32						5.2
Anfibios	<i>Rhinella marina</i>		16					2.6
Reptiles	<i>Ctenosaura pectinata</i>	100						16.7
	<i>Iguana iguana</i>	100	58	42	21			36.8
	<i>Crotalus durissus</i>	47	74		11			21.9
	<i>Rhinoclemmys rubida</i>	53	37	26				19.3
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	53	37	26				19.3
	<i>Caiman crocodylus</i>	21	26					7.9
Aves	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	53		42				15.8
	<i>Cairina moschata</i>	47						7.9
	<i>Ortalis leucogastra</i>	84						14
	<i>Colinus virginianus</i>	68						11.4
	<i>Aramus guarauna</i>	37						6.1
	<i>Columba livia</i>	84						14
	<i>Columbina passerina</i>	84						14
	<i>Zenaida asiática</i>	84						14
	<i>Glaucidium brasilianum</i>					42		7
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	53	26					13.2
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>					47		7.9
	<i>Eupsittula canicularis</i>			68				11.4
	<i>Amazona albifrons</i>			58				9.6
	<i>Turdus grayi</i>			37		58		15.8
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	53					
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>						53	8.8
	<i>Didelphis virginiana</i>	26						4.4
	<i>Dasyus novemcinctus</i>	100	53		21			28.9
	<i>Tamandua mexicana</i>	26		21				7.9
	<i>Sciurus aureogaster</i>			32				5.3
	<i>Othogeomys grandis</i>	42						7
	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	32						5.3
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	100						16.7
	<i>Puma yagouaroundi</i>	58					68	21.1
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>						63	8.8
	<i>Mephitis macroura</i>	16	42					9.6
	<i>Procyon lotor</i>	26		32			58	19.3



# NORMAS EDITORIALES

## REVISTA LACANDONIA

### UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Los trabajos que aquí se publican son inéditos, se relacionan con temas de actualidad e interés científico. Tendrán prioridad para su publicación, aquellos artículos generados por miembros de la comunidad de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Pueden ser artículos científicos, técnicos, ensayos o notas escritos en un lenguaje claro y accesible, en tercera persona, en español o inglés y que se ajusten a las siguientes Normas Editoriales:

El manuscrito será arbitrado por dos revisores especializados en el tema para su aceptación y publicación. El dictamen del Comité Editorial de esta revista de ciencias será inapelable.

Se entregará el original con dos copias, en papel tamaño carta, escrito a doble espacio y con un margen de 3 cm a cada lado y páginas numeradas y guardado en un CD.

Es responsabilidad del autor realizar las correcciones a que haya lugar después de la evaluación, para lo cual se le devolverá el manuscrito y el CD. La versión definitiva se entrega tanto en CD como impresa a más tardar 15 días hábiles de que haya sido devuelta.

El documento se captura en Word 6.0 para Windows 95 o posterior, con letra Calibri o Times New Roman 12 y con el texto justificado. Los dibujos, figuras, mapas y cuadros se entregarán en CD o en original en tinta china; las fotografías a color o en blanco y negro, en papel brillante y con alto contraste. Todos éstos, claros y pertinentes, con pie de figura y con el correspondiente señalamiento del sitio donde irán insertados en el texto.

La extensión deseable de los trabajos será desde 5 hasta 20 cuartillas, cuando sea necesario se podrán extender más. El orden de las secciones para los manuscritos es:

- TÍTULO
- AUTOR(ES)
- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- LITERATURA CITADA

**Título:** corto e informativo de acuerdo con lo expresado en el texto. Escrito en mayúsculas y negritas.

**Autores:** nombre y apellidos, centro de trabajo, dirección, teléfono y fax y correo electrónico para facilitar la comunicación. El número de autores por artículo no debe pasar de seis.

**Resumen:** describe brevemente el diseño metodológico, los resultados y conclusiones del trabajo en forma concisa. Deberá acompañarse del mismo traducido de preferencia al inglés o a alguna otra lengua. Inmediatamente después del Resumen, se incluirán las Palabras Clave y también se traducirán al idioma en el que esté el Resumen en otra lengua.

**Introducción:** se presenta el tema enmarcando brevemente las cuestiones planteadas, justificación, razones para exponerlas, objetivos e impacto social o científico del trabajo y el orden en que se desarrollarán las ideas. Se describe brevemente la metodología empleada.

**Resultados o cuerpo del texto:** desarrolla las ideas planteadas al inicio de manera organizada. Se recomienda utilizar subtítulos. Esta sección incluye el análisis y la discusión de las ideas.

Se concluye resaltando en pocas palabras el mensaje del artículo: qué se dijo, cuál es su valor, para terminar con lo que está por hacer.



Las citas en el texto se escriben de acuerdo con los siguientes ejemplos: Rodríguez (1998) afirma..., Rodríguez y Aguilar (1998); Rodríguez *et al.* (1998) cuando sean tres o más autores; si sólo se menciona su estudio, escribir entre paréntesis el nombre y año de la publicación: (Rodríguez, 1998) o (Rodríguez, 1998: 35).

Al finalizar el texto se describe la literatura citada en el texto, de acuerdo con los siguientes ejemplos, si se trata del artículo publicado en una revista, tanto el título como el volumen, número y páginas, deberán escribirse en cursivas; en el caso de libros, el título de los mismos deberán ir en cursivas, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Para un artículo de revista:

**VERDUGO-VALDEZ, A.G. y A.R. GONZÁLEZ-ESQUINCA, 2008.** Taxonomía tradicional y molecular de especies y cepas de levaduras. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH 2 (2): 139-142.*

Para un libro:

**HÁGSATER, E., M.A. SOTO ARENAS, G.A. SALAZAR CH., R. JIMÉNEZ M., M.A. LÓPEZ R. Y R.L. DRESSLER, 2005.** *Las orquídeas de México.* Edic. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V. 302 p.

El material ilustrativo –dibujos y fotografías– deberán ser de calidad, es decir, deberán enviarse en el máximo formato que puedan capturarse; en el caso de los dibujos –figuras morfológicas, mapas y gráficas– deberán hacerse en tinta china y arreglados en láminas que permitan su adecuada reducción en la imprenta, así como el aprovechamiento del espacio; los números que contengan, deberán ser en Letraset, plantilla y Leroy y en tinta china. Las fotografías serán de preferencia en blanco y negro, pero también –si es necesario– podrán ser en color, bien contrastadas e impresas en papel brillante, o de preferencia digitalizadas. Todo el material gráfico deberá presentarse digitalizado en un CD, en una carpeta distinta a la del texto y con los datos escritos sobre el mismo del título, del artículo, así como del (o los) autor(es). Títulos y subtítulos de cada uno de los artículos se debe escribir con mayúsculas y minúsculas; el subtema del subtítulo con negritas, también con altas y bajas.

En el caso de las notas, no requieren de resumen ni de bibliografía, y si se hace alusión a alguna publicación, ésta deberá ser citada dentro del propio texto.

Los originales no serán devueltos.

Enviar sus contribuciones al Dr. Carlos R. Beutelspacher, editor de la revista *Lacandonia* de la UNICACH [rommelbeu@gmail.com](mailto:rommelbeu@gmail.com) o bien al miembro del Comité Editorial de la respectiva escuela:

**BIOLOGÍA:** Dr. Miguel Ángel Pérez-Farrera y Dr. Gustavo Rivera Velázquez

**INGENIERÍA AMBIENTAL:** Dr. Raúl González Herrera

**INGENIERÍA TOPOGRÁFICA:** Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

**NUTRICIÓN:** Dra. Adriana Caballero Roque

**PSICOLOGÍA:** Dr. Germán Alejandro García Lara

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, junio de 2015.

## *Rectoría*

Ing. Roberto Domínguez Castellanos  
RECTOR

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca  
SECRETARIO GENERAL

Mtro. Florentino Pérez Pérez  
SECRETARIO ACADÉMICO

Lic. Adolfo Guerra Talayero  
ABOGADO GENERAL

Lic. Ricardo Cruz González  
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

Mtro. Pascual Ramos García  
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

C.P. Miriam Matilde Solís Domínguez  
AUDITORA GENERAL

Lic. Roberto Ramos Maza  
DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

L.R.P. Aurora Evangelina Serrano Roblero  
DIRECTORA DE SERVICIOS ESCOLARES

Dra. María Adelina Schlie Guzmán  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Mtra. Brenda María Villarreal Antelo  
DIRECTORA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN  
Y COMUNICACIONES

Lic. Noé Fernando Gutiérrez González  
DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNICACH joven rostro de cultura,  
educación y conocimiento. Alma viva del ICACH



Producción Editorial  
Universitaria 2015