



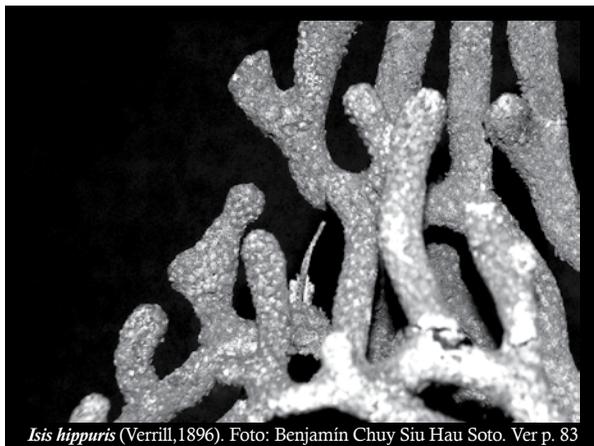
LACANDONIA

Revista de Ciencias de la UNICACH



Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Año 7, vol. 7, núm. 2, diciembre de 2013, ISSN: 2007-1000, \$70.00 m.n.





Isis hippuris (Verrill, 1896). Foto: Benjamín Chuy Siu Hau Soto. Ver p. 83



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

Encargada de la Dirección de Extensión Universitaria

Lic. María de los Ángeles Vázquez Amancha

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

Abelino Gómez Talaguari, Abimael Méndez Hernández, Adriana Caballero Roque, Ana Cecilia Díaz López, Carolina Orantes-García, Daniel Alejandro Gallegos Pérez, Emilio Ismael Romero-Berny, Ernesto Velázquez-Velázquez, Francisco Basurto Peña, Francisco Félix Domínguez Salazar, Fredi E. Penagos García, Gabriela de Jesús Díaz Marina, Gabriela Palacios Pola, Gustavo Rivera Velázquez, Hugo Alejandro Nájera Aguilar, Iván de Jesús Vázquez Montoya, Javier Gutiérrez Jiménez, José Armando Velasco Herrera, José Norman González Sánchez, Juan Carlos Lopez Acosta, Karen Gabriela Martínez Ochoa, Karla Paola Aguilar Espinosa, Lilia del C. Ramos-Arreola, Lucía Aguilar Gómez, Luis Enrique Flores Hernández, Marcos Gabriel Molina López, Margarito Tapia García, Maritza Portillo Jimenez, Miguel Ángel Morón, Misraim Edivaldo Rodríguez López, Mónica Ivonne Mendoza Orozco, Orlando Lam Gordillo, Oscar Farrera Sarmiento, Pascual López de Paz, Paulina Ayvar Ramos, Raúl González Herrera, Rocio Gómez-Ortega, Rogelio Ervin Gallegos Ramos, Rubén Antonio Moreno-Moreno, Salvador Santamaría-Damián, Sergio López, Sicri Y. López Hernández, Silvano Andrés Mendoza Escobar, Thalía Y. Cruz Bautista, Tlayuhua Rodríguez García, William Ramos-Arreola, Yareli Cruz García.

Jefe de oficina editorial: Noé Zenteno Ocampo

Diseño y formato: Salvador López Hernández

Diseño de portada: Luis Morgan

El contenido de los textos es responsabilidad de los autores.

Costo \$ 70.00 m.n.

REVISTA LACANDONIA, año 7, vol. 7, no. 2, junio-diciembre de 2013, 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 2013 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.

Evaluación microbiológica del arroyo San Roque de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	7
<i>Mónica Ivonne Mendoza Orozco</i>	
<i>Gabriela de Jesús Díaz Marina</i>	
<i>Karen Gabriela Martínez Ochoa</i>	
<i>Misraim Edivaldo Rodríguez López</i>	
<i>José Norman González Sánchez</i>	
<i>Javier Gutiérrez Jiménez</i>	
Estudio etnobotánico de algunos cacaotales en Pichucalco, Chiapas, México.....	11
<i>Luis Enrique Flores Hernández</i>	
<i>Oscar Farrera-Sarmiento</i>	
Inventario florístico del Parque Nacional Cañón del Sumidero, parte occidental y de la cañada La Chacona, Chiapas, México	25
<i>Oscar Farrera Sarmiento</i>	
<i>Rogelio Ervin Gallegos Ramos</i>	
Densidad poblacional de cactáceas en el cerro San Andrés, ejido Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas, México.....	43
<i>William Ramos-Arreola</i>	
<i>Lilia del C. Ramos-Arreola</i>	
<i>Sicri Y. López Hernández</i>	
<i>Thalía Y. Cruz Bautista</i>	
Una aproximación a las tasas de deforestación de los manglares en México.....	51
<i>Emilio Ismael Romero-Bermy</i>	
<i>Salvador Santamaría-Damián</i>	
<i>Rocio Gómez-Ortega</i>	
<i>Ernesto Velázquez-Velázquez</i>	
Señales químicas en la interacción <i>Acacia cornigera-Pseudomyrmex</i> <i>ferruginae</i> : una demostración de campo en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, México.....	59
<i>Juan Carlos Lopez Acosta</i>	
<i>Sergio López</i>	
Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de <i>Tabebuia</i> <i>rosea</i> (Bertol) dc. y <i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose (Bignoniaceae) en Chiapas, México	67
<i>Carolina Orantes-García</i>	
<i>Rubén Antonio Moreno-Moreno</i>	
Aprovechamiento de la cáscara de plátano macho (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Como sustituto de harina de trigo para la elaboración de dos productos de panificación.....	73
<i>Abimael Méndez Hernández</i>	
<i>Karla Paola Aguilar Espinosa</i>	
<i>Paulina Ayvar Ramos</i>	
<i>Gabriela Palacios Pola</i>	
<i>Marcos Gabriel Molina López</i>	
<i>Tlayuhua Rodríguez García</i>	

Desarrollo y evaluación sensorial de dos productos de calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L. y <i>Cucurbita moschata</i> Poiret) Cucurbitaceae.....77	
<i>Adriana Caballero Roque</i> <i>Ana Cecilia Díaz López</i> <i>Yareli Cruz García</i> <i>Abelino Gómez Talaguari</i> <i>Gabriela Palacios Pola</i> <i>Francisco Basurto Peña</i>	
Los corales blandos (Alcyonacea) de la línea de costa y Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México.....83	
<i>Fredi E. Penagos García</i> <i>Orlando Lam Gordillo</i> <i>Margarito Tapia García</i> <i>Gustavo Rivera Velázquez</i> <i>Maritza Portillo Jimenez</i>	
Nuevas especies del género <i>Phyllophaga</i> Harris (Coleoptera: Melolonthidae) de Chiapas, México.....91	
<i>Miguel Ángel Morón</i>	
Modelación hidrológica para cuatro escenarios de cobertura vegetal y uso de suelo, en la cuenca del río Salinas, Chiapas, México.....97	
<i>Daniel Alejandro Gallegos Pérez</i> <i>Pascual López de Paz</i> <i>Raúl González Herrera</i> <i>Francisco Félix Domínguez Salazar</i> <i>José Armando Velasco Herrera</i> <i>Iván de Jesús Vázquez Montoya</i>	
La necesidad de nuevos modelos para el cálculo de la erosividad (factor r) en el estado de Chiapas, México.....103	
<i>Iván de Jesús Vázquez Montoya</i> <i>José Armando Velasco Herrera</i>	
Los sig aplicados a la localización de zonas potenciales para la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)109	
<i>José Armando Velasco Herrera</i> <i>Iván de Jesús Vázquez Montoya</i> <i>Hugo Alejandro Nájera Aguilar</i> <i>Lucía Aguilar Gómez</i> <i>Silvano Andrés Mendoza Escobar</i>	

PRESENTACIÓN



En este número de LACANDONIA, se continúa con la publicación de artículos relacionados principalmente con investigaciones desarrolladas en Chiapas, como son, la “Evaluación microbiológica del arroyo San Roque de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas”, “Estudio etnobotánico de los cacaoales en Pichucalco, Chiapas”, un “Inventario florístico del Parque Nacional Cañón del Sumidero, parte occidental, y de Cañada la Chacona, Chiapas”, otro sobre la “Densidad poblacional de cactáceas en el cerro San Andrés, ejido Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas, México”; un artículo sobre el “Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae), en Chiapas, México”, y dos más con temas de nutrición, como son el «Aprovechamiento de la cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) como sustituto de harina de trigo para la elaboración de dos productos de panificación”, y “Desarrollo y evaluación sensorial de dos productos de calabaza (*Cucurbita pepo* L. y *Cucurbita moschata* Poirlet (Cucurbitaceae)”. Por otra parte, se da a conocer el hallazgo

de “Los corales blandos (Alcyonacea) de la línea de Costa y Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México” y “Nuevas especies del género *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) de Chiapas, México”. Dentro del área de Ingeniería Ambiental, se presenta la «Modelación hidrológica para cuatro escenarios de uso de suelo, en la cuenca del río Salinas, Chiapas, México”, “La necesidad de nuevos modelos para el cálculo de la erosividad (Factor R) en el estado de Chiapas, México”, y “Los sig aplicados a la localización de zonas potenciales para la disposición final de residuos sólidos urbanos (rsu)”.

Finalmente se incluye de nivel nacional, “Una aproximación a las tasas de deforestación de los manglares en México” y un interesante estudio sobre las «Señales químicas en la interacción *Acacia cornigera*-*Pseudomyrmex ferruginae*: una demostración práctica en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, México”.

Carlos R. Beutelspacher
Editor

Evaluación microbiológica del arroyo San Roque de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Mónica Ivonne Mendoza Orozco, Gabriela de Jesús Díaz Marina, Karen Gabriela Martínez Ochoa, Misraim Edivaldo Rodríguez López, José Norman González Sánchez, Javier Gutiérrez Jiménez.

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, correo electrónico: javier.gutierrez@unicach.mx

RESUMEN

Se evaluó la presencia de bacterias coliformes totales en el arroyo San Roque localizado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, como indicador de contaminación fecal de este efluente. Asimismo, el impacto de su presencia sobre la diversidad de protozoarios en el arroyo. Los coliformes se cuantificaron en agua de un sitio contaminado y otro no contaminado del arroyo; también se determinó la presencia de protozoarios en ambos tipos de agua. El agua no contaminada presentó una media de 0.19×10^3 coliformes/ml, sin embargo, la zona contaminada presentó medias de 4; 650 y 0.8×10^3 coliformes/ml durante principio, mediado y al finalizar septiembre de 2012, respectivamente. En la porción no contaminada se documentó la presencia de *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon* y *Euglena*; el agua contaminada mostró sólo presencia de *Paramecium* y espiroquetas. Nuestros resultados muestran que el elevado número de coliformes aunado a la disminución de protozoarios encontrados en la zona contaminada del arroyo San Roque, reflejan el efecto de la descarga de desechos hacia este arroyo; esto eleva el riesgo de que las familias adquieran infecciones por utilizar el agua de este efluente. Es necesario implementar una planta de tratamiento de los desechos que se vierten al arroyo San Roque, para disminuir el impacto negativo en la salud y en el medio ambiente.

Palabras clave: coliformes, protozoarios, Arroyo San Roque, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

ABSTRACT

The presence of total coliforms (TC) as well as the free-living protozoa was investigated at the San Roque stream located in Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico. TC was quantified in a contaminated and non-contaminated area of the San Roque stream; protozoa were also determined at those stream zones mentioned above. We found 0.19×10^3 TC/ml in non-contaminated water, and mean values of 4; 650 and 0.8×10^3 TC/ml at the beginning, half and the end of September, 2012, respectively, in contaminated water. We also found several genera of Protozoa at the non-contaminated stream zone, such as *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon*, *Euglena*; we only found *Paramecium* spp and spirochetes at the stream contaminated zone. Our results showed high levels of TC and scarce Protozoa at the contaminated stream zone, maybe due to the discharge of wastewater directly to the San Roque stream. People, who live next to the San Roque stream and use this water source for domestic purposes, are in risk of suffering several kinds of infections. In order to diminish the negative impact on health and milieu, it is necessary to treat this wastewater before to discard it into the San Roque stream.

Keywords. coliforms, protozoa, San Roque stream, Tuxtla Gutierrez, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

Los arroyos son torrentes variables de agua, estacionales o permanentes, con volumen menor a los ríos (Manahan, 2007). Estos cuerpos de agua albergan una gran diversidad de microorganismos tales como algas, bacterias, hongos y protozoarios, de gran importancia para los ecosistemas. En los arroyos estos microorganismos forman biopelículas, un amalgamado complejo de estos seres imbuidos en una matriz de mucílago, que recubre el lecho del río (Elosegui y Sabater, 2009). Estas comunidades microbianas tienen

gran importancia en la dinámica de sustancias disueltas, tanto de nutrientes inorgánicos como de materia orgánica (Elosegui y Sabater, 2009). Por otro lado, los protozoarios son un eslabón en la cadena alimentaria, ya que regulan las poblaciones bacterianas (Rosas *et al.*, 2004).

Lamentablemente, los arroyos son cauces que se han utilizado para transportar los desechos de las ciudades o las fábricas, y por eso, se requiere de normas de calidad del agua para evitar que las sustancias tóxicas u organismos como las bacterias que transmiten enfermedades perjudiquen los arroyos (Herbst *et al.*, 2001). En este sentido, los protozoarios son

microorganismos saprobios que juegan un papel importante en la degradación de las aguas negras, ya que controlan la sobrepoblación de bacterias (García Cortés, 2012).

Uno de los microorganismos utilizados como indicadores para estimar el grado de contaminación del agua son las bacterias coliformes. Estos son bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos, que a 35 °C fermentan la lactosa con la producción de gas (NOM-112). Las técnicas comúnmente empleadas para determinarlos son la del número más probable (NMP) y la de filtración con membrana (FM). Aunque la técnica de NMP es más laboriosa, la técnica de FM no es adecuada para muestras de agua que contienen sólidos, algas u otros materiales, ya que su presencia interfiere con el proceso de filtración y el desarrollo de colonias (Lim, 1998).

Así, el propósito de este trabajo fue conocer el estado que guarda el ecosistema microbiano en el arroyo San Roque, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, específicamente en una zona que no presenta contaminación y otra contaminada por la descarga de aguas negras. Se cuantificaron los coliformes en muestras de agua recolectadas de estas zonas del arroyo "San Roque" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y se documentó la presencia de protozoarios para evaluar el impacto de los coliformes sobre estos eucariontes.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El arroyo San Roque es uno de los afluentes que convergen en la cuenca del río Sabinal, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Colinda al norte con el Libramiento Sur, al sur con el Cristo de Copoya y al oeste, con la carretera de Villaflores. Los puntos de muestreo fueron una zona no contaminada localizada en las coordenadas latitud norte 16°43'21.8" y longitud oeste 93°07'09.5"; para la zona contaminada las coordenadas fueron latitud norte 16° 43' 51.4" y longitud oeste 93° 06' 43.7", en este punto se encuentra ubicada la colonia Dos de Febrero, cuyos habitantes utilizan el agua de este arroyo. La vegetación aledaña es de tipo selva mediana subcaducifolia, comprendida por especies como *Taxodium mucronatum*, *Piper auritum* y *Adiantum capillus-veneris* (Palacios Espinosa, 2000).

Pruebas de laboratorio

A partir de las zonas contaminada y no contaminada del arroyo, se recolectaron 425 ml de agua en frascos estériles de boca ancha, a principio, mediado y al finalizar el mes de septiembre de 2012 y en horarios de 7 am y 14 pm. Se determinó el pH y la temperatura, en tanto que los coliformes totales se midieron con la técnica de número más probable (NMP) (NOM-112). Para identificar a los

protozoarios en los sedimentos recolectados en ambas zonas del arroyo, se construyeron columnas de Wynogradsky (Gamazo *et al.*, 2005).

RESULTADOS

Las determinaciones fisicoquímicas de las muestras de agua mostraron que el pH fue de 7 y 8, en tanto que la media de temperatura fue de 23 y 24 °C, para las zonas no contaminada y contaminada, respectivamente. Durante el mes de septiembre, la zona contaminada del arroyo presentó niveles elevados de coliformes totales: 4×10^3 coliformes/ml (DE ± 989) a principios; 650×10^3 coliformes/ml (DE $\pm 88,388$) a mediados y 0.8×10^3 coliformes/ml (DE ± 112) a finales del mes. En contraste, la zona no contaminada tuvo una media de 0.19×10^3 coliformes/ml (DE ± 0) (figura 1).

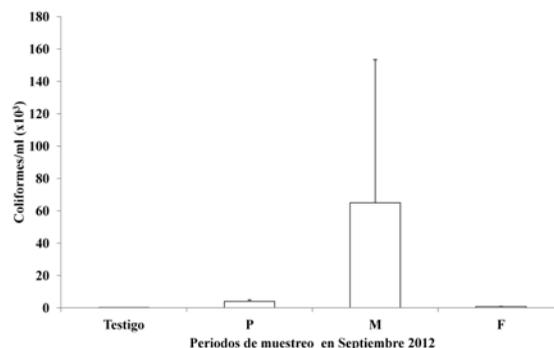


FIGURA 1

Coliformes totales durante tres periodos de septiembre del 2012. P= principios; M= mediados; F= finales.

Los niveles de coliformes totales encontrados en la zona contaminada del arroyo San Roque estuvieron por encima del límite de 2 UFC/mL, que establece la NOM-127-SSA1-1994. Sin embargo, en la zona en la que aparentemente no se observó contaminación, también se superó el límite establecido. Esto revela la contaminación en la que se encuentra este arroyo, probablemente por la descarga de agua negra que recibe proveniente de Copoya, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Las concentraciones diferentes de coliformes encontradas durante septiembre probablemente obedezcan a las variaciones en el vertido de agua negra al arroyo. La abundancia de coliformes determinada en la zona contaminada del arroyo también se documentó cualitativamente con la presencia de biopelículas bacterianas, donde se apreciaron bacterias en forma de espiral o espiroquetas (figura 2). Otros autores han señalado la contaminación de la cuenca del río Sabinal, a la que

desemboca el arroyo San Roque. Castañón-González y Abraján-Hernández (2009) encontraron alta concentración de coliformes totales desde 1.04×10^2 hasta 2×10^8 coliformes /100 ml a lo largo de cinco puntos de muestreo de este río. De manera similar, Rivera-Vázquez et al. (2007) señalaron también la contaminación por coliformes totales y fecales de ríos del valle de México, además encontraron presencia de huevos de helmintos, teniendo este hallazgo un impacto en la salud pública, ya que el uso que se da al agua en estos lugares es sobre todo agrícola.

En cuanto a los protozoarios, el agua no contaminada exhibió diversidad de estos organismos tales como: *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon* y *Euglena*; el agua contaminada mostró solo presencia de *Paramecium* spp. y formación de biopelículas bacterianas (figura 2). La presencia de *Paramecium* en la zona contaminada quizá obedezca a la mayor presencia de desechos orgánicos en esta zona del arroyo; esto fue documentado por Nomdedeu y López-Ochoterena (1987), quienes encontraron mayor presencia de *Paramecium aurelia* y *P. caudatum* (402 y 662 individuos/ml, respectivamente) en una zona del río La Magdalena de México, D.F con gran cantidad de materia orgánica.

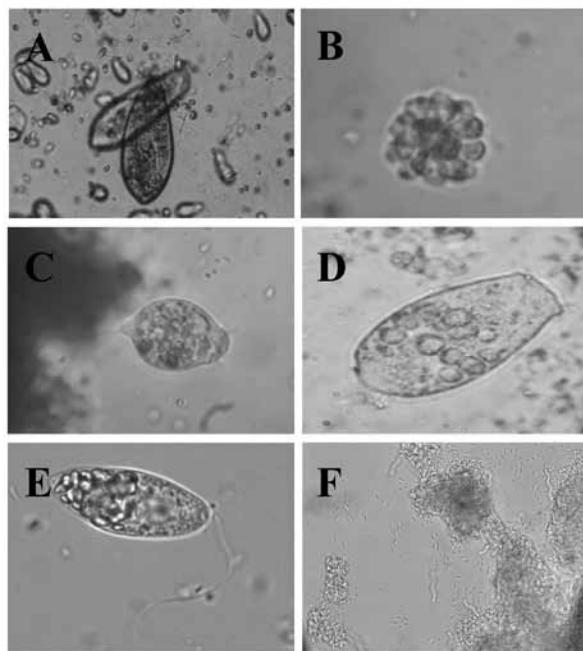


FIGURA 2

Protozoarios y biopelículas bacterianas encontradas en el arroyo San Roque, Chiapas. A. *Paramecium* sp.; B. *Synura* sp.; C. *Vorticella* sp.; D. *Astylozoon* sp.; E. *Euglena* sp.; F. Biopelícula de espiroquetas.

Por otro lado, la escasa presencia de protozoarios en la zona contaminada, quizá obedezca a la disminución del oxígeno disuelto resultante de la presencia de compuestos orgánicos, lo que conlleva a perturbaciones indeseables del medio y de la biota en ella asentada, como la abundante proliferación de coliformes, organismos que pueden vivir en medios anóxicos (Ramalho *et al.*, 1996; Negroni, 2009). Un hallazgo interesante fue observar biopelículas bacterianas, sistemas biológicos adheridos a superficies constituidas de superpoblaciones microbianas, que generan escasez de nutrientes para otros microorganismos como los ciliados (Tortora *et al.*, 2007); esto probablemente explique también el desplazamiento de protozoarios en la zona contaminada del arroyo San Roque.

CONCLUSIONES

Este estudio mostró evidencia de la contaminación del arroyo San Roque, uno de los afluentes pertenecientes a la cuenca del río Sabinal, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Esta contaminación puede ser debida a la presencia de aguas negras proveniente de la zona urbana aledaña, que se vierten directamente al arroyo. La elevada cantidad de coliformes y la disminución de protozoarios en la zona contaminada, reflejan el aumento de la materia orgánica presente. Sin embargo, es deseable incrementar el análisis del agua del arroyo San Roque como la determinación de la concentración de la demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO y DBO), para estimar cuantitativamente el impacto de la contaminación ambiental. Además, también pueden investigarse los episodios de diarrea y analizar la materia fecal de los pobladores que utilizan agua de este arroyo, en búsqueda de patógenos intestinales. Estos resultados preliminares permiten emitir por lo pronto una alerta sanitaria a los habitantes de la colonia Dos de Febrero, localizada en las inmediaciones del arroyo San Roque. Por otro lado, es deseable que los desechos urbanos que se vierten a este cuerpo de agua sean procesados con una planta de tratamiento, a fin de detener el deterioro del arroyo y minimizar el impacto negativo a la salud y al medio ambiente que se está generando, o bien sugerir la construcción de drenajes que conecten con el sistema de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

LITERATURA CITADA

- CASTAÑÓN-GONZÁLEZ, J.H. Y P. ABRAJÁN-HERNÁNDEZ, 2009.** Análisis de la calidad del agua. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH* 3 (2): 67-77.
- ELOSEGI, A. Y S. SABATER, 2009.** *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. 1ª ed. Fundación BBVA. 446 p.
- GAMAZO, C., LÓPEZ-GOÑI, I. Y R. DÍAZ, 2005.** *Manual práctico de microbiología*. 3ra. Ed. Elsevier, España. 231 p.
- GARCÍA CORTÉS, V., 2012.** *Introducción a la microbiología*. 2ª edición. EUNED. San José, Costa Rica. 243 p.
- HERBST D.B., FENG A.Y. Y D.E. GREGORIO, 2001.** *The California Streamside Biosurvey Bio-encuesta para los arroyos de California*. Clean Water Team Citizen Monitoring Program, California, USA. 20 p.
- LIM, D., 2002.** *Microbiology*. 3th ed. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 340 p.
- MANAHAN, S.E., 2007.** *Introducción a la química ambiental*. Reverté ediciones, México. 760 p.
- NEGRONI, M., 2009.** *Microbiología estomatológica*. Fundamentos y guía práctica. 2ª ed. Médica Panamericana. Buenos aires, Argentina. 656 p.
- NOMDEDEU, O.V. Y E. LÓPEZ-UCHOTERENA, 1987.** Protozoarios ciliados de México. XXXII. Estudio ecológico de algunas especies para estimar el grado de contaminación del río La Magdalena, México, D.F. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, México, D.F. Disponible en <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1988-1/articulo297.html> (Fecha de consulta: 1/03/2013).
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS.** Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html> (Fecha de consulta: 01/03/2013).
- PALACIOS ESPINOSA, E., 2000.** *Vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis (Lic. En Biología). Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 108 p.
- RAMALHO R. S., D. JIMÉNEZ BELTRÁN Y F. DE LORA SORIA, 1996.** *Tratamiento de aguas residuales*. Reverté. España. 716 p.
- RIVERA-VÁZQUEZ, R., O. L. PALACIOS-VÉLEZ, J. CHÁVEZ MORALES, M. A. BELMONT, I. NIKOLSKI-GAVRILOV, M.I. DE LA ISLA DE BAUER, A. GUZMÁN-QUINTERO, I. TERRAZAS-ONOFRE Y R. CARRILLO-GONZALEZ, 2007.** Contaminación por coliformes y helmintos en los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la cuenca del valle de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 23: 69-77.
- ROSAS, I., CRAVIOTO, A. Y E. EZCURRA, 2004.** *Microbiología ambiental*. 1ª ed. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología UNAM. México. 134 p.
- CASTAÑÓN G., J. H., 2009.** Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH* 3: 67-77.
- TORTORA, G., B.R. FUNKE, Y C.L. CASE, 2007.** *Introducción a la microbiología*. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 988 p.

Estudio etnobotánico de algunos cacaotales en Pichucalco, Chiapas, México

Luis Enrique Flores Hernández¹
Oscar Farrera-Sarmiento^{1,2}

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel. 6170440 ext. 4240 | ²Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Jardín Botánico, calzada Hombres Ilustres S/N Parque Madero edificio, Museo Botánico, col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29000. Tel.(961) 6123622, 6132099 ext. 110, 115; ofarreras@hotmail.com; Biochiapas_flores@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió la comunidad de Rivera del Cerro, Primera Sección, Pichucalco, Chiapas, la cual tiene como principal actividad económica el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), sin embargo bajo la sombra de estos agroecosistemas encontramos 180 especies útiles en diferentes categorías de uso. Asimismo se puede constatar un proceso de transmisión de conocimiento tradicional en torno a los usos de las plantas y los recursos en general, encontrándose una visión de sustentabilidad alrededor de ellos pero a la vez también preocupación de los pobladores con respecto a la pérdida de los mismos y la transmisión cada vez menor de este conocimiento.

Palabras clave: cacao, etnobotánica, Pichucalco, Chiapas, México.

ABSTRACT

The community of Cerro de Rivera 1st section, Pichucalco, Chiapas, is the main economic activity of cocoa (*Theobroma cacao* L.), however under the shadow of these agroecosystems can find a variety of plants known and used by its inhabitants, the proof is the 180 species listed in different categories of use. Also you can find a process of transmission of traditional knowledge about the uses of plants and resources in general, being a vision of sustainability around them yet also concern from residents regarding the loss there of and the lower transmission of this knowledge.

Keywords: cocoa, ethnobotanic, Pichucalco, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Podemos definir a la Etnobotánica como el 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).

Actualmente este conocimiento se encuentra depositado principalmente en los grupos étnicos y las comunidades campesinas tradicionales, las cuales sufren hoy en día el empuje de las sociedades modernas que buscan “modernizar” a estos grupos que aún mantienen el conocimiento tradicional, el cual es resultado de innumerables observaciones y experimentos empíricos de generaciones de estudiosos observadores de la naturaleza (Gómez-Pompa, 1993).

El género *Theobroma* pertenece a la familia de las Malváceas y comprende 21 especies siendo *Theobroma cacao* L., la más ampliamente cultivada y siguiéndole en menor importancia: *T. grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) K. Schum, y *T. bicolor* H. & B.

En México el cacao se ha cultivado en el sureste, en los estados de Tabasco, Chiapas, parte de Oaxaca, Guerrero y Veracruz, siendo los dos primeros los más importantes a nivel nacional (Yanes, 1994). Dentro del estado de Chiapas las zonas productoras de cacao están ubicadas en la región Soconusco y norte, a la cual pertenece el municipio de Pichucalco (Victorio, 2010) y donde se tienen registros de *T. cacao* principalmente aunque también se ha registrado a *T. bicolor* (Rendón *et al.*, 1998).

El municipio enfrenta una verdadera problemática en cuanto al aprovechamiento del cacao debido a una enfermedad llamada “mal de la mazorca negra” o “Moniliasis” la cual presentan las plantas adultas y afecta directamente a la mazorca generando que se pierda hasta un 40% de la producción (Gutiérrez, 2001), ocasionando la destrucción de los cacaotales para extraer la madera, siembra de maíz, la extracción maderera o la cría de ganado, actividades de corto plazo que son mucho más rentables.

Debido al avance de la deforestación, los agroecosistemas se convierten en elementos claves para la conservación de la biodiversidad hasta cierto grado debido a las necesidades de sombra de estas plantas se requiere mantener un estrato arbóreo que la proporcione, el cual puede estar constituido por la vegetación original o mediante diferentes especies sembradas de acuerdo a las necesidades de aprovechamiento que tenga el productor.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en la comunidad de Rivera del Cerro Primera Sección y se dividió en dos fases:

- Trabajo de campo Se realizó de manera aleatoria entrevistas semiestructuradas a los habitantes de la comunidad y colectas de ejemplares.
- Se identificó y procesó el material recolectado, el cual fue depositado en el herbario CHIP. Las entrevistas fueron analizadas y a partir de ellas se desprendieron una serie de códigos de análisis, por último con toda la información se emitieron una serie de recomendaciones.

RESULTADOS

Se registraron un total de 180 especies de plantas útiles, agrupadas en 149 géneros y 70 familias (anexo 1), las familias más representativas fueron: Fabáceas con 16 especies, Aráceas y Solanáceas con ocho especies cada una, Cucurbitáceas con siete especies, Asteráceas y Rutáceas con seis especies cada una, y Arecáceas con cinco especies. De la totalidad de las especies 155 procedieron de los cacaotales, 14 fueron adquiridas del exterior (en el pueblo), siete de la montaña y cuatro de los potreros (figura 1).

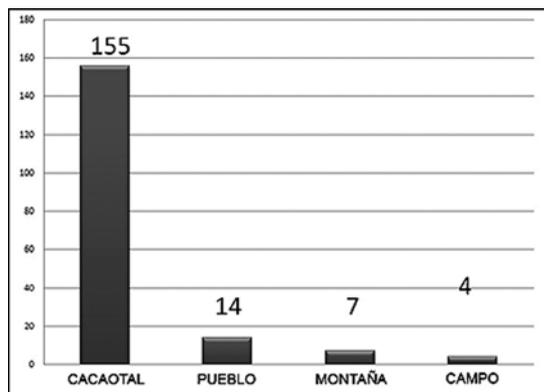


FIGURA 1

Procedencia de las plantas utilizadas dentro de los cacaotales.

Las especies se agruparon en 11 categorías generales de uso (figura 2), se observa que las principales categorías fueron las plantas comestibles y medicinales, debido a que éstas son las necesidades de todas las poblaciones humanas.

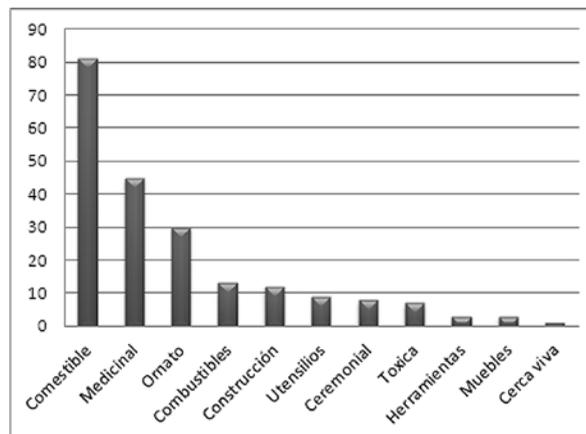


FIGURA 2

Categorías de uso para las plantas de la comunidad.

La forma y estructura de las plantas varía de acuerdo con la categoría de uso, para las plantas comestibles la principal estructura empleada son los frutos, los cuales se pueden consumir en fresco o preparados de diferentes maneras, algunas especies consumidas de manera cotidiana son: la guaya / pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), el chichón (*Astrocaryum mexicanum*), la alcaparra (*Erythrina folkersii*) y los plátanos-guineos (*Musa sapientum* y *M. paradisiaca*).

Con respecto a las plantas medicinales, la estructura más empleada son las hojas, las cuales se emplean principalmente en forma de infusiones, donde se usa un cierto número de éstas por litro de agua. La forma de consumo de manera común suelen recomendarse el consumo en copitas (taza) o como agua de tiempo (consumo diario normal). Para las categorías de combustibles, construcción, herramientas, utensilios y muebles se emplea la madera. El criterio de selección para las especies son la dureza y la resistencia, para su uso se pueden emplear tanto árboles caídos por fenómenos naturales o afectados por otras razones o árboles vivos que son derribados, esto depende del uso que se le destine a la madera, dentro de esta categoría se enlistan especies protegidas por la NOM 059 como: el cacacoite (*Bravaisia integerrima*)*(A), El baril (*Calophyllum brasiliensis*)*(A) y el cedro (*Cedrela odorata*)*(Pr).

Las flores por su belleza y atractivo son empleadas para adornar las casas y jardines y llevadas como ofrendas para sepulturas y altares de iglesias, las más comunes son las rosas (*Rosa centifolia*) y la isora (*Ixora coccinea*).

Las plantas tóxicas son aquellas que presentan hojas urticantes o una savia que puede llegar a causar molestias a las personas en la piel o en dado caso de que sean ingeridas, dentro de esta categoría se encuentra el quequestle de puerco (*Dieffenbachia sequine*)* (A), la cual es una especie listada en la NOM 059.

Por último para la categoría de cerco vivo sólo se registró una sola especie, la cual es *Gliricidia sepium*.

Con respecto a la forma de transmisión del conocimiento la familia juega un papel importante donde los padres son la principal fuente de transmisión, seguida de los abuelos y por último de familiares que son catalogados por las personas de la comunidad como antepasados (figura 3).

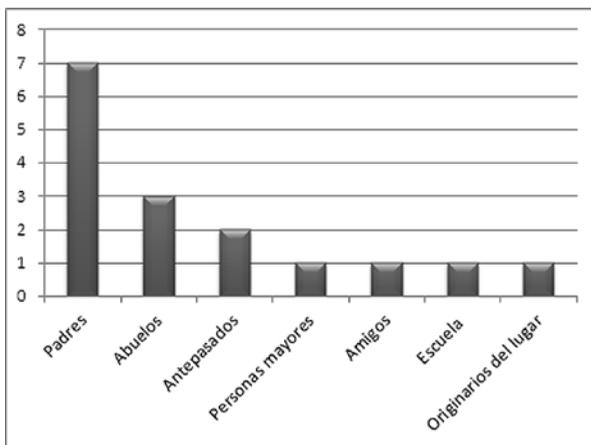


FIGURA 3

Formas de trasmisión del conocimiento en la comunidad.

Es importante señalar que las personas mayores externaron su preocupación con respecto a este proceso de transmisión del conocimiento que cada día es menor, entre las causas principales son la pérdida del interés debido al avance de la tecnología y al bajo costo al cual se compra el cacao. Dentro de los cacaotales también se manejan otros productos como el maíz, frijol y plátano. Para poder obtener buen rendimiento de las cosechas se tienen establecidas una serie de épocas destinadas a la siembra y la cosecha (tabla 1).

Temporalidad	Tipo de cultivo
Tornamil y milpa de año	Maíz
Cuarto Menguante	Frijol, plátano y cacao
Época de lluvias	Frijol, plátano y cacao
Mes de marzo	Frijol y plátano
Temporada de cacao y frutas	Cacao y frutas diversas

TABLA 1

Principales productos y temporadas de siembra dentro de los cacaotales.

La relación temporalidad-cultivo implica un conocimiento de diversos indicadores tanto bióticos como abióticos para determinar las mejores condiciones del medio para obtener un cultivo de buena producción (tabla 2).

Indicador	Fenómeno a presentarse
La lluvia se incrementa	Temporada de lluvia
Las hormigas llamada “Yuché” se alborotan y salen al camino o entran a las casas	Temporada de lluvia o cambio a “Norte”
El gavián “Vaquero” canta	Temporada de lluvia
El gallo canta de tarde noche (entre 6-9 aproximadamente)	Entrada de “Norte”
Cuando hay más calor y el sol se siente más “picante”	Cambio de tiempo-lluvia
El tucán canta	Cambio de tiempo-lluvia
Cuando las lombrices salen de la tierra	Cambio de tiempo-lluvia
Las ramas verdes se desgajan y hay mucho viento	Temporada de lluvia

TABLA 2

Indicadores empleados para percibir fenómenos naturales dentro de los cacaotales.

Para el combate de la moniliasis o pudrición de la mazorca, existen cuatro principales formas de contener la propagación de esta enfermedad causada por el hongo *Monilophthora roveri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, (1978). Las acciones consisten en realizar aclareos o podas dentro de los sistemas, el corte y entierro de los frutos infectados y la utilización de productos como el sulfato de cobre con calhídra y azufre.

A pesar de que existe el empleo de estos productos químicos y en ciertos casos también del empleo de fertilizantes, los productores están conscientes que el uso indiscriminado de estos conlleva a “cansar” o hacer que se pierdan las “vitaminas y sustancias de la tierra”, por lo que al profundizar acerca del aspecto de su visión hacia la conservación y estado

actual de los recursos los pobladores expusieron preocupación con respecto a la pérdida que se viene presentado y a los efectos que la comunidad podría tener si hubiese una pérdida completa de animales y plantas (figura 4).

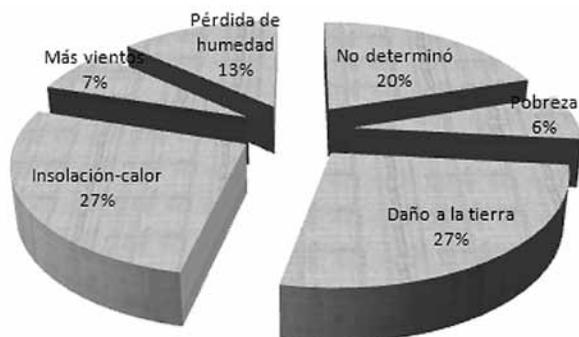


FIGURA 4

Elementos que se verían afectados ante un escenario crítico según los pobladores de la comunidad.

Por último también existe una pérdida del folclor dentro de estos agroecosistemas, pues en años o décadas pasadas solían haber leyendas y recomendaciones para evitar ser presa de ciertas entidades, las cuales son: El Sombrerón y El Duende, ambos personajes de estatura similar a la de un niño con la diferencia de que el primero, porta un enorme sombrero que no deja ver su rostro, ambos se dedican a asustar a las personas que deciden aventurarse de tarde en estos lugares haciendo que pierdan el camino y se pierdan por horas o inclusive por días o imitando la voz de diversos animales o personas.

LITERATURA CITADA

- GUTIÉRREZ, M.L., D., 2001. Cacao: *Theobroma cacao* L. *Yashtë*, Instituto de Historia Natural, Chiapas, México. 15: 2-20.
- GÓMEZ-POMPA, A., 1993. Las raíces de la etnobotánica mexicana. *Acta Biológica Panamensis* (1): 87-100.
- HERNÁNDEZ, X., E., J. CUEVAS, E. ESTRADA, 1990. *Etnobotánica: Notas del curso*. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp. 6-13.
- RENDÓN, B., G. GONZÁLEZ, M. OBLE, V. OJEDA, R. PARRA, E. PÉREZ, Y L. RAMÍREZ, 1998. *Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl. (Sterculiaceae, "Cuapataxtle") en el municipio de Ayutla de los libres, Guerrero. Composición florística de los huertos y aspectos etnobotánicos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 75-84.
- VICTORIO, R., 2010. Soconusco: Interesa a Bélgica cacao Chiapaneco. *Diario Cuarto Poder. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 26 de julio de 2010.*
- YANES, M., 1994. *El cacao: origen, cultivo e industrialización en Tabasco*. UJAT. Villahermosa Tabasco, México. Pp. 175-187.

CONCLUSIÓN

Los agroecosistemas denominados *cacaotales* ofrecen una diversidad de productos y servicios ambientales, prueba de ello son las 180 especies de plantas útiles registradas y las apreciación que tienen los pobladores de la comunidad Rivera del Cerro Primera Sección, sin embargo debido a la baja producción que la moniliasis ocasiona, éstos son convertidos en pastizales o sembradíos de maíz, por lo que se requiere del apoyo de programas e instituciones para un mejor aprovechamiento de los recursos.

Con respecto al manejo de las plantas, se observa un importante nivel de conocimiento tradicional, el cual se encuentra depositado principalmente en las personas mayores y lamentablemente no se está transmitiendo a la mayoría de los jóvenes. Este conocimiento no sólo abarca el uso de plantas, sino que tiene que ver con la misma concepción del ambiente que los rodea. Es importante señalar que los *cacaotales* sirven como zonas para la conservación de especies con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad de Rivera del Cerro Primera Sección del municipio de Pichucalco, Chiapas, por abrirnos las puertas de sus hogares y compartir ese maravilloso conocimiento, en especial a don Guadalupe Hernández y Gregorio Lara. Además del apoyo brindado por el personal del Herbario CHIP del jardín botánico Faustino Miranda de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del gobierno del estado de Chiapas.

ANEXO 1. LISTADO DE LAS PLANTAS ÚTILES POR SISTEMAS DE PROCEDENCIA. ESPECIES PROCEDENTES DE LOS CACAOTALES

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Acanthaceae	<i>Bravaisia integririma</i> *(A)	Canacoite	Maderable-combustible-construcción	Construcción, leña	Madera	Leña, cerco y casas tradicionales
Acanthaceae	<i>Thunbergia erecta</i>	Tomás Garrido	Ornato	Ornato	Flores	Las Flores sirven para adornar jardines
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Cucaracha	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Amaryllidaceae	<i>Eucharis grandiflora</i>	Lirio-orquídea	Ornato-ceremonial	Ornato-ceremonial	Flores	Adornos en traspacios, ofrenda en templos y tumbas
Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes grandiflora</i>	Lirio Rosa	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	Vicaria	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	Mango	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca o se come solo
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Maderable-combustible-construcción / medicinal	Enfermedades de los riñones	Madera / cáscara	Leña y la cáscara en infusión para riñones
Anonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Anona	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Hojas	Agua fresca o se come solo
Anonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca o se come solo
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Hojas	Condimentos en diferentes comidas
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i>	Copa de Oro	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Araceae	<i>Anthurium schlehtendalii</i>	Hoja de Viento	Medicinal	Para los dolores de cintura	Hojas	Asada y se ponen en la cintura cuando hay dolor
Araceae	<i>Calocasia esculenta</i>	Malanga / Macal	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Raíz	Hervido o acompañando otras comidas
Araceae	<i>Spathiphyllum phrynifolium</i>	Hoja de Chile	Comestible-frito-guiso	Comestible-frito-guiso	Flores	Las flores se comen fritas con tomate y cebolla
Araceae	<i>Xanthosoma violaceum</i>	Quequestle Morado	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Raíces	Hervido o en caldo
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> *(A)	Quequestle de Puerto	Tóxica	Tóxica	Hojas	Las hojas y tallos son irritantes para la piel
Araceae	<i>Xanthosoma robustum</i>	Quequestle	Tóxica	Tóxica	Hojas	La savia de las hojas y los tallos es irritante
Araceae	<i>Anthurium andreaeanum</i>	Flor de Gusano	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Araceae	<i>Monstera</i> sp.	Motuzai	Utensilios-artesanías	Utensilios-artesanías	Raíces	Fabricar canastas y otras artesanías
Araceae	<i>Astrocaryum mexicanum</i>	Chichón	Comestible-hervido-caldo	Comestible-hervido-caldo	Flores	Las flores tiernas guisadas con huevos o hervidas
Araceae	<i>Chamaedorea tepelilote</i>	Guaya	Comestible-hervido-caldo	Comestible-hervido-caldo	Flores	Las flores tiernas guisadas con huevos o hervidas
Araceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca, la pulpa se come sola o en dulce
Araceae	<i>Cryosophila argentea</i> *(A)	Palo de Escoba	Utensilios-domésticos	Utensilios-domésticos	Ramas	Las ramas sirven para fabricar escoba

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	Tanchiche	Medicinal	Para tratar la sarna	Hojas	Baño con infusión en personas y perros
Asteraceae	<i>Croton morfolia</i>	Hoja de Paperón	Medicinal	Para tratar la papera	Hojas	Se asan y se les agrega aceite de almendras tibio
Asteraceae	<i>Aster sp.</i>	Margarita	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar los jardines
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>	Carolina	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar los jardines
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamica</i>	Gloria	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Begoniaceae	<i>Begonia heracleifolia</i>	Erisipela	Medicinal	Para tratar la erisipela	Hojas	Combinada con la caballera en cataplasmas
Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	Begonia	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar los jardines
Bignoniaceae	<i>Amphitecna sessilifolia</i>	Güiro	Medicinal	Inflamación por golpes	Fruto / semillas	En infusión con raíz de calaguala, como agua de tiempo
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	Medicinal	Para tratar la tos / riñones	Frutos	En trocitos mezclado con cañafistula y gordolobo
Bignoniaceae	<i>Crescentia cajete</i>	Jicara	Utensilios-domésticos	Utensilios-domésticos	Frutos	Recipientes para tomar agua o pozol
Bombacaceae	<i>Ochroma lagopus</i>	Hopí	Utensilios-domésticos	Utensilios-domésticos	Frutos	El algodón sirve para rellenar almohadas
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Maderable-combustible-construcción	Maderable-combustible-construcción	Madera	Leña y vigas en casas tradicionales
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i>	Piña	Comestible/medicinal	Para los riñones	Frutos	Aguas frescas o directo / limpia los riñones
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo Mulato	Maderable-construcción	Maderable-construcción	Madera	Sirve para el forraje de las casas tradicionales
Cactaceae	<i>Hyloteareus undatus</i>	Pitaya	Comestible-bebida	Comestible-bebidas	Frutos	Fruto sirve para preparar aguas frescas o se come solo
Cactaceae	<i>Nopalea karwinskiana</i>	Nopal	Comestible-frito	Comestible-frito	Hojas	Guisada con huevo, solas o acompañando otras comidas
Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco	Medicinal	Para tratar la tos	Flores	Se prepara una infusión que se acompaña con canela y limón
Citricaceae	<i>Carica cauliflora</i>	Papayita	Comestible-dulce	Comestible-dulce	Frutos	Los frutos se preparan en dulce
Citricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Comestible-bebida-dulce	Comestible-bebida-dulce	Frutos	Fruto sirve para preparar aguas frescas o se come solo
Caryophyllaceae	<i>Dianthus chinensis</i>	Clavel	Ornato-ceremonial	Ornato-ceremonial	Flores	Adornar los jardines, también se lleva a los altares en los templos
Chenopodiaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (= <i>Chenopodium ambrosioides</i>)	Epazote	Comestible-condimento / medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Hojas	Condimentos en diferentes comidas y té gastrointestinal
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliensis*</i> (A)	Baril	Maderable-combustible	Maderable-combustible	Madera	La madera sirve para leña
Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	Siempre Viva	Medicinal	Para tratar la disentería	Hojas	Se prepara una infusión con las hojas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Magüey Morado	Medicinal	Para tratar heridas	Hojas	Asada, se agrega aceite de ricino, en cataplasma
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i>	Matalí	Medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Flores / Corteza	Se prepara una infusión que se toma acompañada con limón
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Camote	Comestible-dulce	Comestible-dulce	Cueza	Las cuezas o raíces sirven para preparar dulces
Convolvulaceae	<i>Ipomoea violacea</i>	Rompeplatos	Utensilios-juguetes	Utensilios-juguetes	Flores	Las flores silvestres se usaban para jugar a la comidita
Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i> sp.	Belladona	Ornato	Ornato	Flores	Las Flores sirven para adornar jardines
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> sp.	Calabaza	Comestible-caldo-dulce	Comestible-caldo-dulce	Fruitos / Flores	Los frutos se consumen de diversas formas al igual que las flores
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Cundeamor	Comestible / medicinal	Para tratar la diabetes	Fruitos / Hojas	Los frutos se comen solos y las hojas se toman en infusión
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Chayote	Comestible	Ninguno	Fruitos	Hervidos con sal o en caldos
Cucurbitaceae	<i>Sicana odorata</i>	Melocotón	Comestible-dulce	Comestible-dulce	Fruitos	Los frutos se preparan en dulce
Cucurbitaceae	<i>Luffa cylindrica</i>	Estropajo	Utensilios-domésticos	Utensilios-doméstico	Fruitos	Espojas de baño
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	Guano	Utensilios-construcción	Utensilios-construcción	Hojas	Techar casas tradicionales y bodegas tradicionales
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea bulbifera</i>	Papa Voladora	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Tubérculo	Se hierve y se comen en caldo con verduras o carne
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea composita</i>	Barbasco	Tóxica	Tóxica	Raíz	Tóxica para pescar ya que emborrachan a los peces.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea alata</i>	Ñame Blanco	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Raíz	Se hierve y se comen en caldo con verduras o carne
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	Ñame Morado	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Raíz	Se hierve y se comen en caldo con verduras o carne
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus</i> sp.	Chaya	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Hojas	Se prepara en caldo con verduras o carne
Euphorbiaceae	<i>Mimihot esculenta</i>	Yuca	Comestible-hervido*-caldo	Comestible-hervido*-caldo	Raíz	Se hierve y se comen en caldo con verduras o carne
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Nochebuena	Ornato	Ornato	Flores	Adornar los jardines
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milli</i>	Flor de Espina	Ornato	Ornato	Flores	Adorno en jardines
Fabaceae	<i>Bahinia monandra</i>	Maculi	Medicinal / maderable-combustible	Para tratar la cistidea (inflamaciones)	Flores / madera	Corteza hervida, toma como agua de tiempo
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Camarón	Medicinal / ornamental	Enfermedades gastrointestinales	Flores	Se prepara una infusión gastrointestinal
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Hojas	En tamales
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i>	H/G/uapaque	Comestible	Comestible	Fruitos	Las semillas son comestibles

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Fabaceae	<i>Erythrina folkersii</i>	Alcaparra	Comestible-guisado	Comestible-guisado	Flores	Flores tiernas guisadas con huevo
Fabaceae	<i>Erythrina mexicana</i>	Alcaparra Cimarrona	Comestible-guisado	Comestible-guisado	Flores	Capullo guisado con huevo. Correas y de menor calidad
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Quinicuil / Machetón	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos se comen solos
Fabaceae	<i>Senna</i> sp.	Quelle	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Hojas	Cocido o en caldo
Fabaceae	<i>Albizia</i> sp.	Quebracho	Maderable-combustible	Maderable-combustible	Madera	Para leña
Fabaceae	<i>Diphysa americana</i>	Chipicoite	Maderable-construcción	Maderable-construcción	Madera	Construcción de casas tradicionales
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite	Maderable-combustible- Construcción-cerca viva	Maderable-combustible- construcción-cerca viva	Madera	Para leña, postes en las casas tradicionales y cercas vivas
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	Juguetes.	Utensilios-Juguetes	Hojas	Las hojas son juguetes (fenómeno de tigmotropismo)
Gesneriaceae	<i>Episcia cupreata</i>	Lazo de Amor	Ornato	Ornato	Flores	Adornar jardines
Guttiferae	<i>Mammea americana</i>	Mamey	Comestible / medicinal	Para tratar la diabetes	Fruto	Se consume solo / 3-4 hojas por litro de agua, como agua de tiempo
Hydrangeaceae	<i>Hdrangaea macrophylla</i>	Hortensia	Ornato	Ornato	Flores	Adornar jardines
Lamiaceae	<i>Mentha viridis</i>	Hierbabuena	Medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Hojas	En infusiones con otras plantas
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca de Castilla	Medicinal-ceremonial	Dolor / Mal de espant-ojo	Hojas	Para tallar y para realizar ensalmos
Lamiaceae	<i>Ocimum micranthum</i>	Albahaca de la Tierra	Medicinal	Ventason-flatulencias	Hojas	Infusión como agua de tiempo para flatulencias
Lamiaceae	<i>Ocimum selloi</i>	Hoja de Cólico	Medicinal	Dolor de cólico	Hojas	En infusión y se bebe como agua de tiempo
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i>	Toronjil	Medicinal	Para tratar la tos	Hojas	Se prepara una infusión con las hojas
Lauraceae	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canela	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Corteza	Condimento para muchas bebidas y dulces
Lauraceae	<i>Pearsea americana</i>	Aguacate	Comestible-mantequilla natural	Comestible-mantequilla natural	Frutos	Se come con tortillas y sal o acompañando otras comidas
Lauraceae	<i>Pearsea schiedeana</i>	Chinin	Comestible-mantequilla natural	Comestible-mantequilla natural	Frutos	Se come con tortillas y sal o acompañando otras comidas
Liliaceae	<i>Aloe vera</i>	Sábila	Medicinal	Quemaduras	Hojas	Para tratar las quemaduras
Lorantaceae	<i>Struthanthus cassyhoides</i>	Caballera	Medicinal	Para tratar la dispela	Hojas	Se combina con raíces en cataplasmas en zonas afectadas
Malpighiaceae	<i>Byrsonia crassifolia</i>	Nance Amarillo / rojo	Comestible-dulce	Comestible-dulces	Frutos	Se comen solos o se preparan en dulce
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	Maderable-combustible	Maderable-combustible	Madera	Para leña
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán Rojo / blanco	Ornato	Ornato	Flores	Para adornar los jardines
Malvaceae	<i>Malvastrum arboreus</i>	Malvarosa	Ornato / Medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Flores	Adornos en los traspatios

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Malvaceae	<i>Quararibea funebris</i>	Molimillo	Utensilios-doméstico-artesanas	Utensilios-doméstico-artesanas	Ramas	Para fabricar molinillos
Malvaceae	<i>Sterculia mexicana</i>	Castaña	Comestible-hervido*	Comestible-hervido*	Semilla	Se come hervido con sal
Malvaceae	<i>Thebroma cacao</i>	Cacao	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Para preparar agua fresca
Marantaceae	<i>Calatea</i> sp.	Hoja de Chombo	Comestible-envoltorio.	Comestible-envoltorio.	Hojas	Para envolver tamales
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	Suco	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Hervidas en caldo
Marantaceae	<i>Maranta</i> sp.	Waa	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Frutos	El jugo se le pone a la sopa de arroz
Meliaceae	<i>Cedrela odorata (Pr)</i>	Cedro	Maderable-construcción-muebles	Maderable-construcción-muebles	Madera	Para construir casas tradicionales y muebles
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Maderable-construcción-muebles	Maderable-construcción-muebles	Madera	Para construir casas tradicionales y muebles
Mirtaceae	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta Gorda	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Frutos	Condimento para diversas comidas
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Comestible / medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Frutos / Hojas	Para agua fresca o se come solo, las hojas en té
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	Pan de Mata	Comestible-hervido	Comestible-hervido	Frutos	Hervidos con sal
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	Ramoncillo	Maderable-combustible	Maderable-combustible	Madera	Para leña
Musaceae	<i>Heliconia bihai</i>	Tanai	Comestible-envoltorio.	Comestible-envoltorio.	Hojas / Flores	Envolver tamales y las flores son adornos en casas
Musaceae	<i>Musa acuminata</i>	Guineo Dátil	Comestible	Comestible	Frutos	El fruto se come solo
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Guineo Cuadrado	Comestible-frito	Comestible-frito	Frutos	Frito acompañado de otro alimento. Forraje de pollos
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano Macho	Comestible-frito	Comestible-frito	Frutos	Frito acompañado de otro alimento
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Guineo dominico	Comestible	Comestible	Frutos	El fruto se come solo
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Guineo Manzano	Comestible	Comestible	Frutos	El fruto se come solo
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	Medicinal / ornamental	Para tratar la tos	Flores	En infusión con otras plantas, adorno en jardines
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	Maravilla	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia * (Pr)</i>	Vainilla	Comestibles	Comestibles	Flores	Aromatizantes en diversos postres y algunos alimentos
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	Comestible / medicinal	Riñones	Frutos	Agua fresca / se toma para los riñones
Oxalidaceae	<i>Oxalis triangulata</i>	Flor de Mariposa	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Jujo	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Los frutos sirven para preparar agua fresca
Pendiente	Pendiente	Nancillo	Maderable-combustible	Maderable-combustible	Madera	Para leña
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Zorrillo	Medicinal	Para tratar la tos	Hojas	Infusión de hojas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Jaco / Hierbasanta / Momo	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Hojas	Las hojas sirven para dar sabor a diferentes comidas
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	Zacate Limón	Medicinal	Para tratar la tos	Hojas	Se preparan una infusión y se bebe como agua de tiempo
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambú	Maderable-construcción-herramienta	Maderable-construcción-herramientas	Tallo	Construcción y forro de paredes de casas tradicionales y gallineros
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale* (A)</i>	Calaguala	Medicinal	Inflamación por golpes	Rizoma	Infusión con las semillas del fruto del güiro
Polypodiaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.	Helechos	Ornato	Ornato	Hojas	La planta sirve como adorno en jardines y maceteras
Peridaceae	<i>Hemionitis palmata</i>	Hoja de Araña	Medicinal	Para tratar heridas	Hojas	Se hierven hojas con camotillo y chocolate, se lava la herida
Rhamnaceae	<i>Cotubrina</i> sp.	Tatuán	Maderable-combustible-construcción	Maderable-combustible-construcción	Madera	Para leña y para construcción de vigas en casas tradicionales
Rosaceae	<i>Rosa centifolia</i>	Rosa	Ornato-ceremonial / medicinal	Para lavar los ojos	Flores	Adornos (traspastos, altares y templos), infusión para lavar ojos
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	Medicinal	Para tratar la diabetes.	Frutos	En agua para la diabetes
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Las semillas tostada y molida para preparar café
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Jagua	Comestible / maderable-herramientas	Comestible / maderable-herramientas	Frutos / madera	Fruto se come solo y madera para cabos de las hachas
Rubiaceae	<i>Rondeletia</i> sp.	Floreillas	Ornato	Ornato	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i>	Asora (troja, amarilla)	Ornato-ceremonial	Ornato-ceremonial	Flores	Las flores sirven para adornar jardines
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Medicinal-ceremonial	Para el dolor de cabeza	Hojas	Se mezclan con licor, esta mezcla se pone sobre la cabeza
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Comestible-bebida-dulce	Comestible-bebida-Dulces	Frutos	Agua fresca, se come solos o se puede preparar en dulce
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina de Caja	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca o se come solos
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca o se come solos
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca
Rutaceae	<i>Citrus limeta</i>	Lima	Comestible-bebida	Comestible-bebida	Frutos	Agua fresca
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos se comen solos
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos se comen solos
Scrophulariaceae	<i>Ruellia equisetiformis</i>	Flor de Coralillo	Ornato-ceremonial	Ornato-ceremonial	Flores	Adornos en traspastos, altares de templos
Smilacaceae	<i>Smilax regelii</i>	Zarzaparrilla	Medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Raíz	Infusión y se toma en copitas varias veces al día
Solanaceae	<i>Capsicum frutescens</i>	Chile-Amashito	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Frutos	Para acompañar diferentes comidas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de uso	Objetivo de uso	Parte usada	Preparación
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Hierbamora	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Hojas	Cocida y en caldo
Solanaceae	<i>Witheringia melantha</i>	Cuña	Comestible-caldo	Comestible-caldo	Hojas	Cocida y se preparan en caldo
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Comestible	Comestible	Frutos	Como acompañante o condimento de muchas comidas
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Chile	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Frutos	Como acompañante o condimento de muchas comidas
Tiliaceae	<i>Belotia campbellii</i>	Majagua	Maderable-herramientas	Maderable-herramientas	Madera	Para mango de herramientas como las hachas y coas
Urticaceae	<i>Myriocarpa cordifolia</i>	Cholagogue	Medicinal	Para inflamación del bazo e higado	Hojas	Infusión y se toma en copitas varias veces al día
Verbenaceae	<i>Lippia dulcis</i>	Orosus	Medicinal	Para tratar la tos	Hojas	Infusión con las hojas acompañado de canela y azúcar
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i>	Arrayana	Ornato-ceremonial	Ornato-ceremonial	Flores	Adornos en traspátios y altares en los templos

* Especies listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde A= Amenazada y Pr= Sujeta a protección especial.

ESPECIES ADQUIRIDAS DEL EXTERIOR (PUEBLO)

Asteraceae	<i>Artemisa ludoviciana</i>	Estafiate	Medicinal	Dolor de estómago	Ramas.	Se hierven en un litro de agua con varias ramitas
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	Medicinal	Para lavar ojos irritados	Flores	Infusión como té y lavar los ojos
Equisetaceae	<i>Equisetum myriochaetum</i>	Cola de Caballo	Medicinal	Para tratar enfermedades de los riñones	Tallos	Se hierva y toma como agua de tiempo para riñones
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>	Cañafistola	Medicinal	Para la tos	Vaina.	Hervir una pequeña porción de la vaina
Icacinaeae	<i>Ocoteatum mexicanum</i>	Cacaté	Comestible	Comestible	Frutos	Hervidos con sal
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Comestible-condimento	Comestible-condimento	Hojas	Condimentos en diferentes comidas
Liliaceae	<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Comestible / medicinal	Enfermedades gastrointestinales y respiratorias	Bulbos	Para acompañar diferentes comidas e ingredientes en té
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	Ajo	Comestible/ medicinal	Enfermedades gastrointestinales	Bulbos	Para acompañar diferentes comidas e ingredientes, té

Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i>	Clavo	Comestible-condimento	Condimento	Flores	Condimentos en diferentes comidas
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté	Medicinal	Para afecciones de la piel	Corteza	Se hierve y se aplica sobre la parte afectada
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Comestible	Comestible	Tubérculos	En diferentes comidas o hervidas con sal
Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i>	Tomate Verde	Comestible	Comestible	Frutos	Preparar salsas y acompañantes en algunas comidas
Umbeliferae	<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro	Comestible	Comestible	Hojas	Condimentos en diferentes comidas
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	Antorcha	Ornato	Ornato	Flores	Adorno de traspastos de las casas

ESPECIES PROCEDENTES DE LA MONTAÑA.

Areaceae	<i>Chamaedorea woodsoniana(A)</i>	Tepejilote	Comestible	Comestible	Flores / inflorescencia	Inflorescencia hervida con sal o guisadas con huevo
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia pentandra</i>	Guaco	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos son comestibles (no se especifica cómo)
Fabaceae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormiguillo	Maderable	Maderable	Madera	Construcción de casas tradicionales y muebles
Fabaceae	<i>Ateleia pterocarpa</i>	Cachimbo	Maderable	Maderable	Madera	Construcción de casas tradicionales de muebles y leña
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	Quebracho	Maderable	Maderable	Madera	Leña
Flacourtiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos se comen solos
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Josh / Osch	Comestible	Comestible	Frutos	Los frutos son comestibles (no se especifica cómo)

ESPECIES PROCEDENTES DE LOS POTREROS.

Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striata</i>	Mala Mujer	Tóxico	Tóxico	Hojas	Son irritantes al contacto con la piel
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	Chintul	Comestible	Comestible	Bulbo	Los bulbos son comestibles (no se especifica cómo)
Solanaceae	<i>Solanum diphyllum</i>	Chilpate	Tóxico	Tóxico	Frutos	Son tóxicos si se ingieren
Urticaceae	<i>Urtica caracasana</i>	Chichicaste	Tóxico	Tóxico	Hojas	Son irritantes al contacto con la piel

APÉNDICE



Inventario florístico del Parque Nacional Cañón del Sumidero, parte occidental y de la cañada La Chacona, Chiapas, México

Oscar Farrera Sarmiento^{1,2}
Rogelio Ervin Gallegos Ramos²

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

² Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Jardín Botánico F. Miranda, calz. Hombres Ilustres s/n, col. Centro Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Correo ofarreras@hotmail.com

RESUMEN

Se presenta un inventario de las plantas vasculares de la cañada La Chacona zona considerada como región terrestre prioritaria para la conservación (RTP 141) y parte occidental del Parque Nacional Cañón del Sumidero (Cañada Muñiz y Mirador Manos que Imploran); se realizaron recolecciones de herbario durante dos años; se registran 919 recolecciones de plantas vasculares, obteniendo 632 especies, 383 géneros, 99 familias botánicas; 15 especies de ellas con categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010); tal es el caso de la *Chamaedorea stolonifera* H.Wendl. & Hook, *Ceratozamia robusta* Miq., entre otras; se incluyen especies endémicas como *Conzattia chiapensis* Miranda y el *Agave grijalvensis* B. Ullrich. Dichos ejemplares fueron depositados en los herbarios CHIP, HEM y MEXU. Este listado representa el 7.6% de la flora del estado de Chiapas.

Palabras clave: inventario florístico, Cañón del Sumidero, cañada La Chacona, especies en riesgo, Chiapas, México.

ABSTRACT

This study aimed to formulate a floral vascular plant that to find in Canada Chacona Land area considered as a priority region for conservation (RTP 141) and western part of the national park canyon sink (glen Muñiz and lookout hands begging) that work was done during two years, with periodic, complementing the information with a thorough review of databases of herbaria Eizi Matuda (HEM) from the Faculty of Biological sciences, university and arts sciences Chiapas (UNICACH), CHIP and natural history of the institute (IHN) the process of collecting, drying and were identified using the method proposed by Chiang and Lot (1986); in the region are two types of vegetation (tropical deciduous forest, tropical forest subdeciduous) does collected 919 specimens of vascular plants, obtaining 99 botanical families, 383 genus, 632 species, 15 of the are risk category (NOM-059-SEMARNAT-2010). Such is the case of *Chamaedorea stolonifera* H. Wendl. & Hook, *Ceratozamia robusta* Miq. Includes endemic species such as *Conzattia chiapensis* Miranda and *Agave grijalvensis* B. Ulrich. These specimens were deposited in herbarium mentioned above and in the National Herbarium of Mexico (MEXU). This work represents 7.6% of the flora of Chiapas.

Keywords: Flora, Cañada Chacona, Cannon Sink, Species at risk, Chiapas, Mex.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial se calcula que existen cerca de 300,000 especies de plantas vasculares, para la República Mexicana se consideran cerca de 30,000 especies (10% de la riqueza mundial) y para Chiapas existen aproximadamente 10,000 especies de plantas vasculares, conforman el 33.33% de la riqueza florística nacional (Vargas, 1984). Algunos investigadores calculan que esta riqueza florística puede llegar hasta 12,000 especies; ocupando uno de los primeros lugares de la riqueza florística nacional (SARH, 1992).

La conservación de la naturaleza juega un papel importante para la obtención de información florística, se

basa esencialmente en tres aspectos principales: ordenar el espacio y permitir diversas opciones de uso de los recursos, conservar el patrimonio natural, cultural e histórico de cada país, conservar los recursos naturales de la producción (Valdés, 2000).

Chiapas, ocupa uno de los primeros lugares a escala nacional en cuanto al número de Áreas Naturales Protegidas (ANP), formalmente establecidas (Rodríguez *et al.*, 2004), siendo 98 en total de las cuales: 19 federales y 79 de jurisdicción estatal, sólo cinco de las áreas federales cuentan con un programa de manejo, estas son; El Triunfo, La Encrucijada, La Sepultura, Montes Azules y Lacan-Tún, todas ellas Reservas de la Biosfera. El

Poder Ejecutivo federal, considera tres aspectos para el establecimiento de un Parque Nacional, desglosándolos en: ubicación, configuración topográfica, belleza, valor científico, educativo o de recreación según sea conveniente preservar, para asegurar la flora y fauna típicas de la zona, coadyuvar al desarrollo turístico y al mejoramiento de las condiciones de vida y bienestar de la comunidad; así como realizar las obras necesarias para su acondicionamiento, organización y administración (SARH, 1992).

El Cañón del Sumidero fue decretado en 1980 como Parque Nacional, lugar de amplia importancia como atractivo turístico, posee una belleza escénica, en donde se puede apreciar elevaciones arriba de los 1,000 msnm (INE-SEMARNAT, 2000). El majestuoso Cañón es tan importante para todos los chiapanecos, que se encuentra plasmado en el escudo del estado, representando así una importancia histórica, cultural y social. Es una de las regiones del estado de Chiapas de interés botánico, aunque es una de las menos conocidas en la actualidad en cuanto a estudios de vegetación se refiere.

La región de El Sumidero tiene una gran riqueza florística, contrario a esto la vegetación está siendo modificada muy rápidamente, algunas especies están desapareciendo sin conocerse su ecología e importancia; esto hace necesario que se apoye más el desarrollo de estudios que contribuyan al conocimiento de la flora de esta región (Pérez, 1994). Por lo que los inventarios florísticos pueden proporcionar información sobre las especies que requieren atención especial, como es el caso de especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o exóticas, que son algunas de las categorías que maneja la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Considerando todo lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo la elaboración de un inventario florístico de las plantas vasculares que se encuentra en las zonas conformadas por La Chacona, región considerada de alta importancia para la conservación (La Chacona-Cañón del Sumidero RTP-141), Cañada Muñiz y el Mirador Manos que Imploran, que conforman la parte occidental del Parque Nacional Cañón del Sumidero; además de ubicar a las especies que se localizan en algún status de protección que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010 y obtener una colección de herbario representativa de los distintos puntos del área de estudio (Arriaga *et al.*, 2000).

Es importante mencionar que para cañada La Chacona y parte occidental del Parque Nacional Cañón del Sumidero se encontraron pocos trabajos de vegetación. Los inventarios de especies vegetales, animales y otros grupos de microorganismos aún no son satisfactorios para un manejo apropiado de los recursos naturales; este

problema se agudiza por las profundas alteraciones de la cubierta vegetal en los medios terrestres y la contaminación de mares y océanos que en parte es consecuencia del uso indiscriminado y destructor de los recursos bióticos (Espinosa, 2009; Gallegos, 2009; Llorente *et al.*, 1994).

Pareciera que en la obtención de muestras biológicas para un estudio taxonómico o biogeográfico, en la formación de las colecciones de flora y fauna, o en el desarrollo de inventarios botánicos, sólo hubiera problemas técnicos y situaciones que únicamente con la experiencia se pudieran superar (Papavero *et al.*, 1992; Lot y Chiang, 1986; Llorente *et al.*, 1994).

Los estudios florísticos se definen, tradicionalmente, como tratados sobre plantas circunscritos a un ámbito local, nacional o regional, pero con límites geográficos en vez de taxonómicos. Los listados florísticos se convierten paulatinamente en floras y éstas, a su vez, se convierten en monografías, así pues, esos tres tipos de publicaciones descriptivas aparentemente distintas pueden ser vistas como anillos concéntricos, pues todas contienen parte de la misma información (Davidse *et al.*, 1994).

Los proyectos florísticos desempeñan un papel cada vez más importante en los trabajos de conservación y sistemática. Dichos proyectos son la columna vertebral de las colecciones, que nos revelan la distribución geográfica de las plantas y que con el paso del tiempo confirman la presencia de éstas en ciertas áreas, las colecciones son el único medio del que disponen los botánicos para fundamentar el grado de variación existente entre las especies y dentro de éstas, lo que permite plantear las hipótesis en cuanto a la delimitación de los taxones y sus relaciones (Davidse *et al.*, 1998).

Los sitios de recolección se encuentran en la región fisiográfica del estado de Chiapas, Depresión Central. Las zonas de recolección se ubican entre las coordenadas 16° 54' 44" N - 93° 06' 06" NW a 500 m, del mirador Manos que Imploran. Los otros dos puntos se localizan entre los 16° 54' 15" N - 93° 09' 03" NW 800 m, en la parte de arriba de Cañada Muñiz y a 16° 71' 30" N - 93° 10' 38" NW 670 m de cañada La Chacona. Se ubican entre los municipios de Tuxtla Gutiérrez, San Fernando, Chicoasén y Osumacinta (Pronatura, 2002).

El Cañón del Sumidero y la cañada La Chacona están conformados por dos tipos de relieve principales: el primero y más antiguo, representado por planicies del Cenozoico Superior con altitudes que oscilan entre los 1,000 y 1,700 msnm; el segundo relieve, más joven, está conformado por profundos cañones con grandes escarpes del Cuaternario, cuyo origen se debe a levantamientos rápidos de planicies en donde no alcanzaron a actuar procesos exógenos (Pronatura, 2002).

El origen del Cañón del Sumidero es el resultado de procesos geológicos endógenos ligados a la orogénesis de las sierras de Chiapas (Gálvez, 1990; Ovando, 1990). La zona está constituida por rocas calizas del Jurásico y Cretácico Inferior, lutita (Gálvez, 1990; Ovando, 1990). En la zona se registran cinco tipos de suelos 1) Litosoles, 2) Acrisol, 3) Luvisol, 4) Feozem, 5) Vertisol (Pronatura, 2002). También se registran en ocasiones Feozemes háplicos, en áreas con predominancia de Regosoles y Rendzinas. (Pronatura, 2002). El río Grijalva cruza el Parque Nacional; fluyen en su recorrido los ríos Sabinal y Hondo, desembocan arroyos como el Muñiz, el Jardín, el Cacao y algunos remanentes (Gálvez, 1990).

La zona compuesta por cañada La Chacona y la parte occidental del Parque Nacional Cañón del Sumidero presenta un tipo de clima cálido húmedo donde la temperatura media anual es mayor a los 22°C, la época de lluvia en la zona es desde mayo hasta octubre la precipitación es de 1,000 mm aproximadamente y en la época de seca es de noviembre a abril, la precipitación promedio es de 200 mm (Ovando, 1990; Gálvez, 1990).

Para el Parque Nacional Cañón del Sumidero se encuentran registros de la fauna silvestre en donde destacan el pelícano café, lechuza, tucán cuello amarillo, mono araña, tigrillo, murciélago, ardilla gris, hormiguero arbóricola, leoncillo, jabalí, venado cola blanca, cocodrilo, garza blanca, gavilán, hocofaisán y zorrillo listado, entre otros (Pronatura, 2002). Los tipos de vegetación presentes en el Parque Nacional son: bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, bosques riparios y partes ocupadas por la agricultura temporal (ver figura 6). (Rzedowski, 1978).

METODOLOGÍA

La recolección de los ejemplares se realizó desde junio de 2007 hasta enero de 2009. En cañada La Chacona, Cañada Muñiz y el mirador Manos que Imploran según el método propuesto por Lot y Chiang (1986). A través de senderos, arroyos, cañadas y bordes del área y de caminos. Se realizaron dos salidas mensuales a las tres zonas de estudio, para recolectar ejemplares de herbario, con un total de 20 visitas por sitio. A todos los ejemplares recolectados, se les tomaron datos de localidad exacta por medio de un geoposicionador (GPS) marca Garmin, tipo de vegetación de acuerdo a Rzedowski (1978) datos del colector y número de colecta, observaciones de la planta, fecha de recolección. Se utilizó una etiqueta de campo con datos específicos de colecta con el fin de obtener la mayor información posible acerca de los ejemplares para su identificación en el herbario. Se realizó

una revisión exhaustiva de la bibliografía al respecto, así como de las bases de datos de los Herbarios CHIP y HEM, además de la consulta en línea de los herbarios virtuales para enriquecer el conocimiento en cuanto a ejemplares registrados en las zonas de estudio.

Los ejemplares se recolectaron por quintuplicado, de acuerdo al método establecido por Lot y Chiang (1986); se determinaron los ejemplares hasta especie con las claves taxonómicas de las floras regionales y diversas monografías, además de usar el método de comparación en las colecciones de los herbarios: CHIP, Eizi Matuda (HEM) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH, el Herbario Nacional MEXU de la UNAM en los cuales se entregaron los respectivos duplicados.

Una vez determinados, se procedió al llenado de etiquetas, datos de campo y taxonómicos e ingreso a las colecciones (Lot y Chiang, 1986). Se analizó la información obtenida elaborando informes finales en los que se incluyeron las especies en una lista general, una relación de endemismos y especies amenazadas según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

RESULTADOS

Se elaboró un inventario florístico con 919 recolecciones de plantas vasculares repartidas en 632 especies, 383 géneros y 96 familias botánicas (cuadro 2). Mismas que se dividieron en cuatro grandes grupos: afines a helechos (3), Pteridophytas (21), Cicadophytas (1) y Anthophytas: Liliopsida (111) y Magnoliopsida (496 especies).

Las familias mejores representadas en la Cañada la Chacona fueron Fabaceae (32 géneros), Asteraceae (28 géneros) y Euphorbiaceae (24 géneros); para Cañada Muñiz Fabaceae (11 géneros), Orchidaceae (10 géneros), Asclepiadaceae y Euphorbiaceae (7 géneros c/u); Mirador Manos que Imploran: Cactaceae y Euphorbiaceae (6 géneros c/u), Bromeliaceae (5 géneros) y Fabaceae y Pteridaceae (4 géneros c/u). El área estudiada aloja especies endémicas como es el caso del *Agave grijalvensis* B.Ullrich., *Conzattia chiapensis* Miranda y *Esenbeckia pentaphylla* (Macfad.) Griseb; y especies que se encuentran protegidas por ley bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (cuadro 1).

De la relación de especies ordenadas alfabéticamente por familia, género y especie; se obtuvieron 265 registros para Cañada La Chacona, 349 para Cañada Muñiz, 305 para el Mirador Manos que Imploran. El área estudiada alberga aproximadamente el 7.6% de la flora registrada para el estado de Chiapas por (Breedlove, 1981; 1986) mismo que registra para el estado 8,248 especies.

Haciendo un análisis porcentual del área estudiada con respecto a la cantidad de especies, se tiene que Cañada La Chacona representa el 3.20%, Cañada Muñiz 4.21% y el Mirador Manos que Imploran con el 3.69% de la riqueza florística estatal; tomando como lo registrado

por (Breedlove, 1981; 1986). El grupo mejor representado es el de las Dicotiledóneas con 496 especies (78.7%), Monocotiledóneas con 111 especies (17.3%), helechos y afines a helechos con 24 especies (3.8%), y una sola especie de gimnospermas (*Ceratozamia robusta* Miq.).

Familia	Nombre científico	Colecta y número colecta	Categoría	Distribución	Área
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	F. Miranda 5135	A	No endémica	+ *
Cactaceae	<i>Cephalocereus nizandensis</i> (Bravo & T. MacDoug.) Buxb.	E. Palacios E. 2357		Endémica	+ *
Cactaceae	<i>Pterocereus foetidus</i> Macdougall & Miranda.	E. Palacios E. 2358; E. Palacios & T. Cabrera C.2403, F. Miranda 7744	Pr	Endémica	+
Zygophyllaceae	<i>Guaiaecum sanctum</i> L.	F. Miranda 6459 y GRRE 73	Pr	No endémica	+
Agavaceae	<i>Agave grijalvensis</i> B.Ullrich.	R. Gallegos R. 83, O. Farrera S. 2382	Pr.	Endémica	+ * --
Sapotaceae	<i>Mastichodendron capiri</i> (A. DC.) Cronq. var. <i>tempisque</i> (Pittier)	R. Gallegos R. 22			+
Rosaceae	<i>Licania arborea</i> Seem.	R. Gallegos R. 291	Pr	Endémica	+
Araceae	<i>Anturium clarinervium</i> Matuda	R. Gallegos R. 238	Pr	Endémica	--
Arecaceae	<i>Chamaedorea estolonifera</i> H.Wendl. & Hook.	O. Farrera S. 2385	Pr	Endémica	--
Zamiaceae	<i>Ceratozamia robusta</i> Miq.	R. Gallegos R. 211	A	Endémica	--
Nolinaceae	<i>Beucarnea goldmanii</i> Rose	R. Gallegos R. 228	Pr	Endémica	--
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale</i> Sw.	EPE 1281	Pr	Endémica	--
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	R. Gallegos R. 95	Pr		+ -- *
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i> Lottsy	RGR 199; FMG 5123	Pr		+ --
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nicholson	OFS S/N	A		+

Signo por área de estudio: la cañada La Chacona (+), la Cañada Muñiz (--), el mirador Manos que Imploran (*)

TABLA 1

Especies protegidas por ley bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

INVENTARIO FLORÍSTICO

Los ejemplares recolectados se encuentran depositados en las colecciones del Herbario del Jardín Botánico de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (CHIP) y duplicados en el Herbario Eizi Matuda (HEM) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y el herbario nacional MEXU.

Se enlistan los nombres científicos y en negritas se presentan los nombres de los colectores y su respectivo número de colecta: A. Márquez G (**AMG**), A. Martínez (**AMA**), C. López (**CLO**), C. Piñaza (**CP**), Deily De León Orozco (**DDO**), Dennis Breedlove (**DEB**), E. Martínez S. (**EMS**), Eduardo Palacios Espinosa (**EPE**), Eizi Matuda

(**EM**), Faustino Miranda G (**FMG**), Francisco Hernández Najarro (**FHN**), G. López (**GLO**), G. Martínez (1) (**GM**), G. Martínez (2) (**GMAR**), G. Urquijo (**GQ**), Guadalupe Rodríguez Guillén (**GRG**), Guillermo López V. (**GLV**), Isidro J. Martínez (**IJM**), Jorge White (**JW**), Leoncio Estrada G. (**LEG**), M. G. Díaz M. (**MGDM**), M. A. Isidro V. (**MAI**), Margarita Gutiérrez Morales (**MGM**), Miguel Ángel Pérez Farrera (**MAPF**), Oscar Farrera Sarmiento (**OFS**), R. Grether (**RGRET**), S. Camargo (**SC**), Teresa G. Cabrera Cachón (**TGCC**), Alejandra Corzo Domínguez (**ACDO**), Gabriela del Carmen López Hernández (**GDCLH**), Imelda González López (**IGLO**), Ana Lucía Anza de la Cruz (**ALADC**), Maian N. Farrera Anza (**MNFA**), Humberto Montesinos Castillejos

(HMC), Jane Cecil (JCE), Y. Nazaret G. (YNG), V.M. Sánchez León (VMSL), Ricardo Alfonso Díaz Martínez (RADM), José Roque Velásquez (JRVE), Emma Jazmín Santos G. (EJSG), Roberto Canseco Cruz (RCC), M. Pool (MPOO), J. Hernández M. (JHM), A. L. Álvarez Cachón (ALAC), Mérida V. M. (MVM), M. P. Martínez Morales (MPMM), Trinidad Alemán Santillán (TAS), A. Gómez B. (AGB), Olivia Maza Gómez (OMG), Mextli Citlalli León Espinosa (MCLE), Magali del Carmen Ruiz Jiménez (RJMDC), Yulibeth Vera González (YVG), Mónica Arévalo Gómez (MAG), P. Robles Z. (PRZ), Patricia Gómez Ruiz (PGR), Briseida del Carmen Ríos Aguilar (BDCRA), Ana Magaly Gálvez O. (AMGO), C. Zambrano C. (CZC), Fausto Bolom Ton (FBT), Aldis D. Damián Flores (ADDF), Nallely José Ramírez (NJR), Patricia Guadalupe Díaz Medina (PGDM), Mercedes I. Martínez Moguel (MIMM), Raquel Escobar Vázquez (REV), Alejandra Richers Pérez (ARIPE), Laura Yanelly Mateo Velásquez (LYMV), José Anselmo López Méndez (JALM), K. Leal Aguilar (KLAG), A. Reyes G. (AREG), José Clemente Hernández B. (JCHB), Carlos A. Balcazar (CAAB), R. Gutiérrez O. (RGUO), Carlos Alberto Gutiérrez Aguilar (CAGA), A. Gómez R. (AGOR), J. A. Moguel Acuña (JAMOA), J. Flores L. (JFLL), A. Montesinos C. (AMOC), O. Téllez V. (OTEV), Evelin Amador Soto (EAS), M. A. Magaña (MAMA), Roberto Hernández Hernández (RHH), Alegría Cundapi Pamela (ACP), P. Martínez M. (PMAP), Mérida V. M. (MEVM), R. Gutiérrez O. (RGUTZO), L. Pérez C. (LPEC), G. Díaz M. (GDIM), M. A. Palacios (MAPAL), Hartmann (HA), R. Legua G. (RLELG), E. Hagster (EH), Gutiérrez M. (GUM), Rogelio Ervin Gallegos Ramos (RGR).

CUADRO 2. EL INVENTARIO SE ENCUENTRA ORGANIZADO ALFABÉTICAMENTE CON BASE EN BREEDLOVE, D. (1986).

AFINES A HELECHOS

EQUISETACEAE

Equisetum myriochaetum S.& C. RGR 73.

SELAGINELLACEAE

Selaginella aff. *hoffmanni* Hieron. RGR 140
Selaginella pallescens (C. Presl) Spring. ACDO 1.

PTERIDOPHYTA

ASPLENIACEAE

Asplenium pumilum Sw. DDO 11, HMC 11.

PTERYDACEAE

Adiantopsis sp. RGR 241

Adiantum sp. RGR 249

Adiantum braunii Mett. ex Kunh. DDO 12

Adiantum concinnum Humb. & Bonpl. ex Willd. GDCLH 1,3, RGR 2

Adiantum tricholepis Fée. Ma. IGLO 01, ALADC 01

Cheilanthes sp. MNFA 4

Cheilanthes kaulfussii Kunze. RGR 145

Cheiloplecton rigidum (Sw.) Fee. DDO 14, HMC 9

Pityrogramma calomelanos (L.) Link. ACDO 6

Pteris grandifolia L. ACDO 1.

DAVALLIACEAE

Nephrolepis pectinata (Willd.) Schott. DDO 08.

LIGODIACEAE

Lygodium venustum Sw. OFS S/N.

POLIPODIACEAE

Polypodium furfuraceum S. & C. JCE 38

Polypodium loriceum L. MAPF 79

Polypodium lepidotrichum (Fée) Maxon. RGR 129

Polypodium plesiosorum Kunze. HMC 10

Polypodium triseriale Sw. EPE 1281

Polypodium thyssanolepis A. Br. ex Klotzsch. JCE 37.

SCHIZAEACEAE

Anemia aff. *adiantifolia* (L.) SW. RGR 136,153, 192

Anemia phyllitidis (L.) Sw. DDO 09, OFS 2146

Anemia sp. RGR 246,268.

GYMNOSPERMAE

CYCADOPHYTA

ZAMIACEAE

Ceratozamia robusta Miq. RGR 211, MAPF 30, 820

ANGIOSPERMAE (ANTHOPHYTA)

CLASE MAGNOLIOPSIDA

ACANTHACEAE

Aphelandra scabra (Vahl) Smith. YNG 4, VMSL1114, RADM S/N

Barleria oenotheroides Dum. Conrs. FMG 5846, OFS 1766, JRVE 9, EJSG S/N

Blechum pyramidatum (Lam.) Urb. RCC 27

Dicliptera anomala Leonard. EPE 2845, FMG 6821
Dicliptera assurgens (L.) Juss. AMG 99
Dicliptera sciadephora J.D. Smith. GUQ 14
Elytraria imbricata (Vahl) Pers. OFS 1775, DEB 47031
Henrya aff. *insularis* Nees ex Benth. RGR 143, OFS 1763
Holographis parayana Miranda. FMG 5874
Louleridium mexicanum (Baill) Standley. OFS 3782
Justicia herpetacanthoides Leonard. FMG 5133
Ruellia sp. RGR 229, MPOO S/N, JHM S/N
Ruellia albicaulis Bert. GLV S/N
Ruellia breedlovei T. Daniel. GRP 102, OFS 4194, ALAC 11
Ruellia geminiflora Kunth, RGR 121
Ruellia inundata Kunt, JRVE 7
Ruellia jussieuoides Schltld. & Cham. AMG 61, 61a, 61b
Tetramerium nemorum Brandege. EPE 2844
Tetramerium nervosum Nees. AMG 86

AMARANTHACEAE

Iresine sp. AMG 96
Iresine angustifolia Euphrasen. GRG 99
Iresine calea (Ibanez) Standley. FMG 6129

ANACARDIACEAE

Astronium graveolens Jacq. RGR 20, OFS 317, FMG 5135
Comocladia guatemalensis J.D. Smith. AMG 34
Rhus terebinthifolia S. & C. OFS S/N
Spondias mombim L. RGR 92
Spondias purpurea L. RGR 220, OFS 4579

ANNONACEAE

Annona purpurea M. & S. ex Dunal. RGR 07
Annona lutescens Safford. OFS 4577
Malmea depressa R.E. Fries. MAPF 075, GRG 105, EPE 1254, 1288.

APIACEAE

Arracacia aff. *bracteata* (Rose) M. & C. RGR 74
Rhodosciadium diffusum (C. & R.) M. & C. EPE 750, 1267

APOCYNACEAE

Asclepias curassavica L. RGR 193, GRG 100
Blepharodon mucronatum (Schlecht) Decne. EPE 1270
Cynanchum sp. EPE 1272
Echites sp. RGR 258, 267
Gonolobus sp. RGR 102, 130, 254, TAS 102
Gonolobus prasinanthus J.D. Smith. EPE 1285
Haplophyton cimicidium A. DC. FMG 5480
Haplophyton cinereum (A. Rich) Woodson. RGR 15, 78, 128, 256, OFS 4246
Mandevilla aff. *rosana* (J.D. Smith) Woodson. FMG 7911

Mandevilla sp. FMG 5444
Marsdenia sp. JW S/N
Marsdenia bourgeana (Baillon) W. Rothe. RGR 161, 187, 253
Matelea sp. OFS 4440, RCC 23
Oxypetalum sp. RGR 269
Polystemma guatemalense (Schltr.) W.D. Stevens. FMG 6395
Plumeria obtusa L. RGR 178, OFS 2247
Stemmadenia donell-smithii (Rose) Woodson. RGR 10, 38
Tonduzia longifolia (A. DC.) Woodson. FMG 7750
Thevetia ovata (Cav) A.DC. RGR 39.

ARALIACEAE

Orepanax salvinii Hemsl. MVM 7
Orepanax peltatus Linden ex Regel. MPMO 06, GQE 60.

ARISTOLOCHIACEAE

Aristolochia maxima Jacq. AGB S/N.

ASTERACEAE

Ageratina ligustrina (DC.) King & H. Rob. OFS 1751
Ageratum aff. *rugosum* J.M. Coult. JRVE 4
Ageratum corymbosum Zuccagni ex pers. OMG S/N
Brickellia paniculata (Miller) Robinson. FMG 5887
Calea urticifolia (Mill.) DC. AMG 103
Critonia morifolia (Miller) King & H. Rob. OFS 4200
Chromolaena glaberrima (DC.) King & H. Rob. OFS 4197
Chromolaena odorata (L.) King & H. Rob. AMG 57
Eupatorium sp. RGR 41
Fleischmanniopsis leucocephala (Benth.) King & H. Rob. FMG 5255
Lagascea helianthifolia Kunth, AMG 100
Melanthera nivea (L.) Small. MCLE S/N
Montanoa seleriana Rob. & Greenm. FMG 7573
Montanoa tomentosa Cer. ssp. *xanthiifolia* (Sch.Bip.) V.Funk. RGR 17, MGM 03
Neomirandea araliaefolia (Less.) King & H. Rob. RGR 68
Perymenium grande var. *nelsonii* (Rob & Greenm.) Fay. EPE 1269
Pochythamnus crassirameus (Robinson) King & H. Rob. AMG 43
Podochaenium emines (Less.) Sch.-Bip. FMG 7714
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. var. *macrocephalum* (DC.) Cronq. RJMDC S/N
Pseudogynoxys chenopodioides (Kunth) Cabrera. AMG 87
Senecio aff. *deppeanus* Hemsl. OFS 4201
Senecio chenopodioides Kunth. RCC 29
Senecio eriophyllus Greenman. FMG 6133

Senecio kermesinus Hemsl. FMG 5138
Sinclairia andrieuxii (DC.) H. Rob. & Brettell OFS 4495
Sinclairia deamii Rob. & Bartlett. FMG 6126
Stevia ovata Willd. MCLE S/N
Tagetes tenuifolia Cav. OFS 4198, 4489, MCLE S/N, YVG S/N
Tithonia diversifolia (Hemsley) A. Gray. MAG S/N
Tragoceros sp. FMG 5596
Vernonia arborescens (L.) Sw. RGR 12,24
Viguiera aff. *cordata* (H. & A.) D'Arcy. PRZ. S/N
Viguiera dentata (Cav) Spreng. MCLE S/N, PGRI S/N, BDCRA S/N
Zexmenia frutescens (Mill.) S.F. Blake. FMG 5535.

BEGONIACEAE

Begonia sp. RGR 237
Begonia boweri Ziesenh. AMGO S/N.

BIGNONIACEAE

Adenocalymma inundatum Mart. ex DC. EPE 2401
Amphilophium paniculatum var. *molle* (S. & C.) Standley. DEB 39926, GQ 34, AMG 89
Arrabidaea sp. RGR 43
Arrabidaea erecta Miranda. RGR 03, 09, 155
Arrabidaea patellifera (Schlecht) Sandwith. EPE 752
Cydista diversifolia (Kunth) Miers. OFS 4240, FMG 5484
Chodanthus sp. RGR 266
Chodanthus puberulus Seibert. RGR 98
Mansoa sp. RGR 104
Tabebuia rosea (Bertol) DC. OFS S/N
Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson OFS S/N
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth, RGR 65

BORAGINACEAE

Bourreria andrieuxii (A. DC) Hemsley. RGR 34, 232, EPE 621, FMG 5268
Bourreria aspera L. FMG 5439
Bourreria obovata L. FMG 7836
Cordia gerascanthus L. EPE 2290
Ehretia luxiana J.D. Smith. FMG 7752
Heliotropium ternatum Vahl. RGR 134
Lennoa madreporoides Llave & Lex. OFS 1486
Tournefortia sp. FMG 7843
Tournefortia densiflora Mart & Galestii. RGR 87, OFS 4192
Wigandia urens (Ruiz & Pavón) Kunth. FMG 108.

BURSERACEAE

Bursera bipinnata (S. & M.) Engler. EPE 1227
Bursera diversifolia Rose. OFS 1768

Bursera excelsa (Kunth) Engler. RGR 174, 226, OFS 2246
Bursera grandifolia (Schlecht.) Engler. RGR 245
Bursera schlechtendalii Engler. RGR 164, EPE 1229.

CACTACEAE

Cephalocereus sp. EPE 2357
Cephalocereus nizandensis (Bravo & T.Mac Dougall). RGR 58, 184
Disocactus ramulosus Kimmach. GQ 6
Epiphyllum sp. CZC S/N
Epiphyllum oxypetalum (DC) Haworth. OFS 2249
Hyllocereus aff. *undatus* (Haw.) Britton & Rose, RGR 171
Peniocereus aff. *chiapensis* (Bravo) C. Gómez-Hinostroza & H. M. Hernández. EPE 2020
Pterocereus gaumeri (Britton & Rose) Th.Mac Doug & Miranda. RGR 59, 183, EPE 2358, 2403, FMG 7744
Stenocereus pruinosus (Otto) Buxb. FBT 4.

CANNABACEAE

Celtis caudata Planch. DEB 30026
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. FMG 5483
Trema micrantha (L.) Blume. RGR 117.

CAPPARACEAE

Capparis pringlei Briq. RGR 11
Capparis admirabilis Standley, EPE 2535, FMG 7747
Capparis incana Kunth, RGR 40, EPE 619.

CARICACEAE

Jacaratia mexicana A. DC. RGR 287
Jarilla choccola Standley. RGR 21, EPE 1220, 745.

CELASTRACEAE

Elaeodendron sp. FMG 7745
Maytenus matudai Lundell. FMG 5838, 6135
Rhacoma sp. RGR 120, 123
Rhacoma scoparia Standley. RGR 44
Schaefferia frutescens Jacq. GQ 26
Wimmeria bartlettii Lundell FMG 7903.

CHRYSOBALANACEAE

Licania arborea Seem. RGR 291

CLUSIACEAE

Clusia flava Jacq. RGR 179
Clusia aff. *guatemalensis* Hemsl. AMG 62
Clusia mexicana Vesque. FMG 7753.

COMBRETACEAE

Terminalia buceras (L.) C. Wright, RGR 84

Terminalia macrostachya (Standl.) Stace OFS 4253, FMG 5148, 6408

Combretum fruticosum (Loefl.). RGR 288.

CONVOLVULACEAE

Evolvulus alsinoides L. MAG S/N

Ipomoea clavata (G.) Don) Van Oostylshoom. EPE 742

Ipomoea hederaceae Jacq. MAG S/N

Ipomoea murucoides R. & S. DEB 30017

Ipomoea setosa Ker. OFS 1779, 4484, FHN 501, ADDF S/N

Ipomoea silvicola House. FHN 502

Ipomoea sp. RGR 260

Ipomoea tuxtlensis House. EPE 1282

Merremia cissoides (Lam.) Hallier. MIMM S/N

Merremia quinquefolia (L.) Hallier f. AMG 75, PGDM S/N

Merremia tuberosa (L.) Rendle. OFS 4486, OMG S/N, NJR S/N

Operculina pteripes (G. Don) O'Donell. AMGO S/N, PGRI S/N, BDCRA S/N, MIMM S/N

Turbina corymbosa (L.) Raf. AMG 101.

CUCURBITACEAE

Cayaponia rasemosa (Miller) Cong. EPE 775, DEB 47039

Cucurbita okechobeensis (Small) L. Barley subsp. *martinezii*. REV S/N

Melothria pendula L. RGR 122, AMG 67

Polyclathra cucumerina Bertol. PGDM S/N.

EBENACEAE

Diospyros veracrucis Standl. OFS 3783.

ERYTHROXYLACEAE

Erythroxylon havanense Jacq. OFS 4494.

EUPHORBIACEAE

Acalypha sp. IJM 102, AMG S/N

Acalypha alopecuroides Jacq. FMG 5477, 6498

Acalypha macrostachya Jacq. AMG 88, 88a

Acalypha schiedeana Schlecht. RGR 37, 50, 77, EPE 1283, 2636, FMG 5539

Acalypha setosa A.Rich. RGR 85, 70

Acalypha villosa Jacq. FMG 5481

Argyrothamnia guatemalensis (Muell. Arg.) Pax & Hoffm. FMG 7812

Bernardia yucatanensis Lundell. FMG 5873, OFS 4493

Caperonia palustris (L.) St. Hil. FMG 7208, JML 393

Cnidocolus multilobus (Pax) I.M. Johnston. EPE 2366, RCC 28

Croton sp. ARIPE 139

Croton aff. *schiedeana* Schlecht. PRZ 28, OFS 1056

Croton fragilis Kunth. vel aff. EPE 1228

Croton glandulosus L. FMG 5438

Croton guatemalensis Lotsy. RGR 199, FMG 5123, EPE 2364, 2636, ARIPE 114, GQ 9

Croton lobatus L. FMG 7228

Croton lundellii Standl. FMG 7837

Croton draco Schlecht. GRG 104

Croton xalapensis Kunth. AMG 78

Dalechampia scandens L. FMG 5538

Drypetes aff. *lateriflora* (SW) Krug. FMG 7661

Euphorbia cyathophora Murr. RGR 103,200

Euphorbia graminea Jacq. RGR 191, OFS 1752

Euphorbia heterophylla L. ADDF S/N

Euphorbia hyssopifolia L. RGR 167

Euphorbia oaxacana B.L. Rob. & Greenm. FMG 5540

Euphorbia psendofulva Miranda. FMG 6134

Euphorbia pulcherrima Will ex Klotzsch. OFS 4203, JRVE 6

Euphorbia scabrella (Boiss.). PRZ S/N

Euphorbia sp. OFS 1758, 4487

Euphorbia thymifolia L. AMG 74

Jatropha alamanii Müll. Arg. FMG 6400

Manihot aff. *foetida* (Kunth) Pohl. FMG 5612, 7210

Manihot angustiloba (Torr.) Müll. Arg. FMG 7842

Manihot esculenta Crantz. RGR 162,173

Manihot ludibunda Croizat. OFS 4490

Manihot triloba (Sessé ex Cerv.) Mc Vaugh. EPE 1250

Pedilanthus calcaratus Schlecht. FMG 5121, 6125, OFS 4204, GQ 37

Phyllanthus micrandrus Muell. Arg. EPE 740

Sapium schippii Croizat. FMG 7754

Sapium sp. EPE 1252

Sebastiania sp. FMG 7813

Tragia mexicana Muell Arg. OFS 4242.

FABACEAE

Acacia angustissima (Miller) Kuntze. VSL 1106

Acacia collinsii Safford. GRG 112

Acacia cornigera (L.) Willd. RGR 169

Acacia farnesiana (L.) Willd. MGM 08, AMG 64

Acacia pennatula (S. & C.) Benth. MGM 01

Acacia picachensis Brandege. FMG 6502

Bauhinia divaricata L. RGR 42, GLV S/N

Calliandra sp. AMG 94

Calliandra grandiflora (L.Her) Benth. RGR 69, RCC 25

Calliandra houstoniana (Miller) Kuntze. RGR 31, 144

Canavalia sp. RGR 243, AMG 93

Canavalia hirsutissima Saber. AMG 93

- Centrosema* sp. LYMV S/N.
Centrosema pubescens Benth. PGDM S/N
Centrosema sagittatum (H. & B. ex Willd.) Brandegee ex Riley. FMG 5605
Conzattia chiapensis Miranda. RGR26, OFS 4188, 4245, 4341, FMG 7571
Crotalaria buplerifolia S. & C. OFS S/N
Crotalaria pumila Ortega. JALM S/N, AMGO S/N
Crotalaria sagittalis L. NJR S/N
Dalbergia calderonii Standley. FMG 6495
Dalbergia glabra (Miller.) Standley. OFS 4243
Dalea dominguensis L. OFS 3781
Desmanthus virgatus (L.) Willd. EPE 1286, AMG 108
Desmodium skinneri Benth. ex Hemsl. AMG 105-b, 105,105a
Erythrina goldmanii Standley. RGR 06
Eysenhardtia adenostylis Baillon. FMG 7574, VSL 1105
Inga sp. PRZ 15
Inga sapindioides Willd. FMG 6127
Inga vera Willd. ssp. *spuria* (Willd.) J. León. GRG 110
Leucaena collinsii (B. & R.). FMG 6411,7575
Leucaena shannonii Donn. Sm. FMG 6493
Lonchocarpus acuminatus (Schlecht.) M. Sousa. GQ 19
Lonchocarpus rugosus Benth. FMG 5126
Lysiloma sp. MGM 07
Lysiloma acapulcensis (Kunth) Benth. RGR 222
Lysiloma desmostachyum (Benth.) Benth. FMG 5885
Macroptilium artropurpureum (S. & M. ex DC.) Urban. AMG 92, YVG S/N
Machaerium sp. KLAG 11
Machaerium acuminatum Kunth, OFS 4191
Machaerium arboreum (Jacq.) Benth. FMG 5114
Mimosa albida H. & B. Willd. RGRET 2618, AMG 69
Mimosa hondurensis Britton. RGRET 2617, AMG 85
Mimosa lactiflua Delile ex Benth. var. *goldmanii* (Rob.) Chehaibar. FMG 5880
Mucuna argyrophylla Standley. REV S/N
Mucuna pruriens L. EJSJG S/N
Nissolia fruticosa Jacq. AREG 1729
Pachyrrhizus erosus (L.) Urban. MCLE S/N, YVG S/N, ADDF S/N
Pithecellobium sp. MGM 10
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl., ex Willd.) Benth. MGM 06
Pithecellobium leucospermum Brandegee. RGR 23
Pithecellobium pachypus Pittier. FMG 7485
Piscidia piscipula (L.) Sarg. OFS 2253
Pterocarpus acapulcensis Rose. OFS 2248
Pterocarpus rohrii Vahl. AMG 49
Ramirezella strobilophora (Robinson) Rose. FMG 5468
Rhynchosia longiracemosa M. Martens & Galeotti. AMG 80,92
Senna cobanensis (B. & R.) I. & B. JCHB S/N, LYMV S/N
Senna holwayana (Rose) I. & B. MGM 05, AMG 41
Senna pallida (Vahl.) I. & B. var. *isthmica* I. & B. FMG 5543, GQ 72
Senna skinneri (Benth) I. & B. RGR 66, 244
Senna tonduzii (Standley) I. & B. EPE 2622
Tephrosia multifolia Rose. CAAB S/N
Vachellia campechiana (Mill.) Seigler & Ebinger RCC 24
Zapoteca lambertiana (G. Don) H.M. Hern. FMG 6462
Zapoteca portoricensis (Jacq.) H. Her. Ssp. *portoricensis* vel. Aff. EPE 1279
- GENTIANACEAE**
Lisianthus nigrescens C. & S. RGR 139
- GESNERIACEAE**
Achimenes sp. RGR 231
Achimenes candida Lindley. EPE 2637
Achimenes cettoana H.E. Moore. RGR 263
Achimenes grandiflora (Schiede) A. DC. EPE 711, MAPF 78
Alloplectus cucullatus Morton. CAGA S/N
Kohleria sp. RGR 252
Kohleria lanata Lemaire. OFS 4250
Moussonia deppeana (S. & C.) Fritch. DEB 21582
Rechsteineria warszewiczii (Bouche & Hanst.) Kuntze. RGR 264, FMG 6490, JCHB S/N
- HERNANDIACEAE**
Gyrocarpus mocinoii Espejo. MGM 12
- LAMIACEAE**
Catoferia chiapensis A. Gray. EMS 8585
Hyptis mutabilis (Rich.) Briq. AMG 95
Ocimum micranthum Willd. FMG 5609
Ocimum americanum L. RGR 86, 156, 190
Salvia albiflora M & G. FMG 5610
Salvia lasiantha Benth. EMS 14271
Salvia misella Kunth, OFS 1748, AMG 107b
Salvia sp. GQ 107
Salvia tiliifolia Vahl. RGR 71
Scutellaria sp. RGR 233
- LAURACEAE**
Licaria caudata (Lundell) Kosterm. OFS 4257
Licaria coriacea (Lundell) Kosterm. RGR08,94, EPE 2404, OFS 4193

LOASACEAE

Metzelia hispida Willd. REV S/N, AMGO S/N, LYMV S/N

LOGANIACEAE

Spigelia anthelmia L. Hernandez. RGR 202

LORANTHACEAE

Psittacanthus calyculatus (DC.) G. Don. MGM 11

Psittacanthus schiedeana (Cham et Schlecht.) Blume in Schult. FMG 6503

Struthanthus cassythoides Millsp. ex Standley. RGR 64

LYTHRACEAE

Cuphea sp. RGR 230, FMG 7331

Cuphea aequipetala Cav. RGR 141

Cuphea appendiculata Benth. RGR 207

Cuphea carthagenensis (Jacq) J.F. Mcbr. RGR 205

Ginoria nudiflora Hemsley. GRG 109

MALPIGHIACEAE

Bunchosia lanceolata Turcz. RGR 208, OFS 1100

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth, RGR 289

Callaeum sp. GQ 30

Heteropteris beecheyana Juss. EPE 1271, 1274

Heteropteris laurifolia (L.) Juss. FMG 6123

Hiraea obovata Huber, RGR 04, OFS 4441

Stigmaphyllon ellipticum (Kunth) A. Juss. RGR 54, RCC 21

Stigmaphyllon humboldtianum (DC) Juss. OFS 4189

Stigmaphyllon lindenianum A. Juss. AMG 81

MALVACEAE

Abutilon sp. FMG 6820

Abutilon bracteosum Fryx. EPE 2842

Anoda cristata (L.) Schlecht. RGR 135

Ayenia glabra S. Wats. EPE 748, FMG 6460

Bakeridesia aff. *gloriosa* Bates. RGR 159

Belotia grewiaefolia A. Rich. ARIPE 112

Bernoullia flamea Oliver. FMG 7480

Byttneria aculeata Jacq. RGR 90

Byttneria catalpifolia Jacq. RGR 108

Ceiba aesculifolia (Kunth) Britt. & Baker. FMG 7578

Ceiba pentandra (L.) Gaerth. RGR 114

Guazuma ulmifolia Lam. RGR 29, 63, 157

Heliocarpus appendiculatus Turz. AMG 77

Heliocarpus donnell smithii Rose. MGM 09

Heliocarpus reticulatus Rose. RGR 170, EPE 2294

Herissantia crispa (L.) Brizicky. AMG 40

Hibiscus sp. ALAC S/N

Luehea candida (DC.) Martius. FMG 6385

Luehea speciosa Willd. OFS 4439

Malvaviscus arboreus Cav. RGR 210, AGOR 6, ADDE S/N, RADM S/N

Melochia nodiflora Sw. MAG S/N

Melochia pyramidata L. OFS 4196, YVG S/N, ADDE S/N

Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand. OFS 1935

Robinsonella lindeniana (Rose & Baker f.) Fryxell ssp. *divergens*. OFS 3780

Robinsonella sp. ARIPE. 103

Sida acuta Burm. F. FMG 5476

Waltheria americana L. LYMV S/N, RJMDC S/N, ACP S/N

Wissadula amplissima (L.) R.E Fries. OMG S/N

MARTYNIACEAE

Martynia annua L. FMG 5546

MELIACEAE

Cedrela odorata L. RGR 95, AMG 98

Cedrela salvadorensis Standley. EPE 620

Guarea glabra Vahl. RGR 185

Swietenia humilis Zucc. FMG 6136

Trichilia sp. OFS 4578

Trichilia hirta L., RGR 111, FMG 5125

MENISPERMACEAE

Cissampelos pareira L. AMG 73

Hyperbaena sp. JAMOA 07, JFLL 36, FMG 7757

Hyperbaena mexicana Miers. OFS 4247

MORACEAE

Brosimum alicastrum Sw. RGR 05, 93, FMG 5604

Dorstenia contrajerva L. RGR 110, 124, 186, 221, OFS 1062

Ficus cookii Standley. RGR 27

Ficus padifolia Kunth. FMG 5479

Ficus sp. RGR 91

Trophis racemosa (L.) Urban. EMG 91, AMG 91

MYRSINACEAE

Ardisia escallonioides Schttld & Cham. RGR 75, FMG 5602

Ardisia spicigera Donn. Sm. FMG 7659

MYRTACEAE

Eugenia acapulcensis Steudel. RGR 19

Eugenia capuli (S. E. C.) Berg. DEB 27145

Eugenia capuloides Lundell. EPE 1273

Eugenia origanoides Berg. FMG 5443

Eugenia patenensis Lundell. EPE 2238

Eugenia sp. AMG 90, AMOC 02, 17, VSL 1109, YNG 20

Eugenia uliginosa Lundell. FMG 6128, GRG 107

Eugenia yunckeri Standl. D. EB 27144
Psidium molle Bertol. VMSL 1009

NYCTAGINACEAE

Mirabilis jalapa L. RGR 72
Mirabilis violacea (L.) Hemsley, RGR 138, OFS 4252,
 NJR S/N, CAAB S/N
Neea belizensis Lundell. OFS 4241
Pisonia aculeata L. OFS 4195
Pisonia fasciculata Standley. FMG 5607
Pisonia macranthocarpa J.D. Smith. OFS 4190, 999 DEB 30027
Torrubia sp. FMG 7806

ONAGRACEAE

Hauya elegans DC. ssp. *barcenae* (Hemsley) P.H. Raven
 & Breedlove, EPE 1275, 2621

OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L. OTEV 6687
Oxalis dimidiata J. D. Smith. RGR 131, 132
Oxalis frutescens L. RGR 16, 30, 119

PASSIFLORACEAE

Passiflora suberosa L. RGR 47, 99
Turnera ulmifolia L. RGR 81, FMG 5597

PHYTOLACCACEAE

Petiveria alliacea L. OFS S/N
Rivina humillis L. RGR 188

PIPERACEAE

Peperomia aff. *liebmannii* C. DC. RGR 147, 206, 224
Peperomia asarifolia S. & C. EPE 1278, OFS 4249
Peperomia galioides Kunth. GQ 40, 41
Peperomia obtusifolia (L.) A. Dietl. OFS 1760
Peperomia peltata C. DC. OFS 1066
Peperomia sp. RGR 240, EAS S/N
Peperomia tetraphylla (G.F.) Hook & Arn. OFS 998
Piper aduncum L. RGR 80, 125
Piper diandrum C. DC. CAGA S/N
Piper marginatum Jacq. RGR 194, MAPF 076, FMG 5475
Piper sp. FMG 5475

PLANTAGINACEAE

Russelia sarmentosa Jacq. RGR 261
Russelia verticillata Kunth, REV S/N

POLEMONIACEAE

Bonplandia geminiflora Cav. OFS 1745, 4438
Loeselia ciliata L. EPE 2843, GLV S/N

POLYGALACEAE

Polygala costaricensis Chodat. EPE 746
Polygala floribunda Benth. FMG 107, AMG 97
Securidaca diversifolia (L.) Blake. MAMA 1122

POLYGONACEAE

Antigonon cinerascens M. Martens & Galeotti. AMG 63
Antigonon guatemalense Meissner. EM 5478
Coccoloba acapulcensis Standley. EM 7572
Coccoloba hondurensis Lundell. GQ 18
Coccoloba sp. ARIPE 144, RHH 431
Coccoloba tuxtensis Matuda. RGR 53, 163, EPE 1253,
 OFS 4244, DEB 744
Gymnopodium floribundum var. *antigonoides* (Robinson)
 Standley & Steyerl. RGR 28
Triplaris surinamensis Cham. OFS 3785

PRIMULACEAE

Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl & Källersjö,
 RGR 67, 154

RANUNCULACEAE

Clematis dioica L. OFS 4199, AMG 83, PGDM S/N,
 JCHB S/N, YVG S/N, ACP S/N

RHAMNACEAE

Colubrina arborescens (Miller) Sarg. OFS 3784
Colubrina ferruginosa Brongn. FMG 7569
Colubrina guatemalensis Standley. FMG 5542
Gouania lupuloides (L.) Urb. AMG 84
Sageretia elegans (Kunth) Brongn. VSL 1113

RUBIACEAE

Allenanthus hondurensis Standley. FMG 5606, 6456
Borreria laevis (Lam.) Griseb. RGR 203
Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth. RCC 26
Calycophyllum candidissimum (Vahl) Dc. RGR 13, 126
Crusea calocephala C. & S. FMG 5536
Chiococca alba (L.) Hitchc. RGR 235
Exostema caribeum (Jacq.) R. & S. EPE 1287
Exostema mexicanum A. Gray. FMG 5837
Hamelia patens Jacq. RGR 45, 51, 250, FMG 5474
Hillia parasitica Jacq. FMG 7665
Psychotria erythrocarpa Schlecht. RGR 160, 259, FMG
 5445, VSL 1110
Psychotria sp. OFS 1061
Randia sp. RGR 01
Randia aculeata L. MEVM 03, PMAP S/N, GQ 25
Randia laetevirens Standley. EPE 622

RUTACEAE

- Amyris alemifera* L. FMG 7755, 7904
Amyris balsamifera L. FMG 6484, 6720
Esenbeckia pentaphylla (Macfad) Griseb. FMG 5487, 6410, OFS 4239
Zanthoxylum aguilarii Standley & Steyer. EPE 1266, EMS 8577, FMG 7667
Zanthoxylum culantrillo Kunth, EPE 747, DEB 30029
Zanthoxylum procerum Donn Smith. YNG 34

SALICACEAE

- Casearia arguta* Kunth, RGR 112
Casearia ruelanioides Kunth, FMG 7717
Xylosma sp. RGUO 41
Xylosma velutina (Tul) Triana & Planch. FMG 5267
Zuelania guidonia (sw.) Britton & Millsp. FMG 7484

SAPINDACEAE

- Cupania dentata* Moc. & Sesse ex Dc. ARIPE. 104
Paullinia fuscescens Kunth. FMG 6124, GQ 62
Serjania goniocarpa Radlk. AMG 79
Serjania phaseoloides Standl & Steyer. RGR 118
Serjania triquetra Radlk. RGR 127, 257, EPE 1268
Serjania sp. AMG 79, 104
Urvillea ulmaceae Kunth, AMG 104

SAPOTACEAE

- Bumelia laetevirens* Hemsley. FMG 5258, EPE 2402
Chrysophyllum mexicanum Brandegees ex Standley. RGR 46, 105, OFS 1057, GQ 15
Dipholis salicifolia (L.) A. DC. DEB 27275
Sideroxylon capiri subsp. *tempisque* (Pittieri) T.D. Penn. RGR 22
Manilkara zapota (L.) P. Royen, RGR 290

SCROPHULARIACEAE

- Capraria biflora* L. RGR 82
Ghiesbreghtia grandiflora S. Gray. FMG 5882, 6491

SIMAROUBACEAE

- Alvaradoa amorphoides* Liebm. MGM 04

SOLANACEAE

- Capsicum annuum* L. var. *aviculare* (Dierb.) D'Arcy & Eshbaugh. RGR 247, FMG 5482
Cestrum lanatum M & G. EPE 2293
Juanulloa mexicana Schlecht.) Miens. OFS 2258
Lycianthes barbatula Standl & Steyer. RGR 204
Lycianthes lenta (Cav) Bitter. RGR 52

- Physalis melanocystis* (B.L. Robinson) Bitter. EPE 1289
Saracha procumbens Dunal. FMG 5614
Solandra nizandensis Matuda. RGR 227, OFS 4248
Solanum globigerum Dunal in DC. OFS 4202
Solanum lanceolatum Cav. GQ 13
Solanum ochraceo-ferrugineum (Dunal) Fernald. RCC 20
Solanum schlechtendalianum Walp. EPE 2291
Solanum umbellatum Miller. RGR 18, 165

TALINACEAE

- Talinum paniculatum* (Jacq) Gaertn. RGR 48,96,198, OFS 4254

THYMELAEACEAE

- Daphnopsis americana* (Miller) Johnston OFS S/N

URTICACEAE

- Boehmeria* aff. *ulmifolia* Wedd. RGR 189
Boehmeria sp. OFS 1060
Cecropia peltata L. RGR 76
Myriocarpa heterostachya Donn. Sm. RGR 197
Myriocarpa longipes Liebm. OFS 1778
Urera alceifolia Gaud. MGDM 349

VERBENACEAE

- Bouchea prismatica* (Jacq.) Kuntze. EPE 1290
Lantana achyranthifolia Desf. RGR 88, 55, 133, NJR S/N, BDCRA S/N, CAAB S/N
Lantana camara L. MAI 132, JAM 387
Lantana hirta Gram. RGR 168
Lantana hispida Kunth, FMG 5471, VSL 1111, OFS 1055
Lippia alba (Mill.) N.E. Br. RCC 22
Priva lappulacea (L.) Pers. RGR 106, FMG 1532, 5472
Sthachytarpheta frantzii Polak. OMG S/N
Xolocotzia asperifolia Miranda, OFS 2269

VIOLACEAE

- Hybanthus attenuatus* (H. & B. ex Schult.) Schulzer-Menz. RGR 14, OFS 4255

VITACEAE

- Ampelopsis mexicana* Rose. RGR 25, FMG 6121
Cissus sp. AMG 76
Vitis tiliifolia H. & B. ex R. & S. FMG 6399

ZYGOPHYLLACEAE

- Guaiacum sanctum* L. FMG 6459, 6155
Kallstroemia maxima (L.) Torr & Gray. RGR 32

CLASE LILIOPSIDA**ALSTROEMERIACEAE***Bomarea* sp. RGR 248*Bomarea acutifolia* (L. & O.) Herbert. OFS 4256*Bomarea edulis* (Tussac) Herb. RGR 115, 234 MAPF 77**AMARYLLIDACEAE***Hynenocallis littoralis* (Jacq.) Salib. RGR 02, 215, EPE 1230**ARACEAE***Anthurium clarinervium* Matuda. RGR 238, OFS 2256*Anthurium faustomirandae* Pérez-Farrera & Croat. RGR S/N, OFS 2387*Anthurium schlechtendalii* Kunth. RGR 175, 214, AMG 59*Anthurium seleri* Engler. RGR 180, 217, ALAC 15, GQ 24*Anthurium huixtlense* Matuda. OFS 1068*Philodendron warszewiczii* C. Koch, OFS S/N*Spathiphyllum phrynifolium* Schott. RGR 60*Syngonium podophyllum* Schott. RGR 56*Xanthosoma robustum* Schott, OFS S/N**ARECACEAE***Brahea nitida* Andre, MPMM S/N*Chamaedorea* aff. *glaucofolia* Wendel. GDIM 01, CZC S/N*Chamaedorea ernesti-angustii* Wendl. OFS 1071*Chamaedorea glaucifolia* Wendel. JAMOA 18*Chamaedorea graminifolia* H.A. Wendl. RGR 109*Chamaedorea oblongata* Martius. RGR 213, 239, OFS 2255*Chamaedorea* sp. RGUTZO 02, LPEC S/N*Chamaedorea stolonifera* H. Wendl. ex Hook. f. OFS 2385, 2387, 1068, MAPF S/N**ASPARAGACEAE***Agave grijalvensis* B. Ullrich. RGR, 83, OFS 2550, 2254*Agave sisalana* Perrine ex Engelm. AMG 60*Beaucarnea goldmanii* Rose. RGR 228, OTEV 6682*Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh. EPE 751*Yucca guatemalensis* Baker. KLAG 13, AMOC 07**BROMELIACEAE***Billbergia pallidiflora* Liebm. RGR 35, EPE 2359, GQ 32*Bromelia pinguin* L. AMG 50*Bromelia plumieri* (E. Morr.) L.B. Smith. RGR 79, 176, EPE 1221, GQ 54*Hechtia schottii* Baker. OFS 1771, 2251*Pitcairnia breedlovei* L.B. Smith. RGR 177, OFS 1772, 4442, AMG 45*Pitcairnia chiapensis* Miranda. OFS 2252*Pitcairnia heterophylla* (Lindley) Beer. GQ 61*Tillandsia capitata* Griseb. AMG 47*Tillandsia caput-medusae* E. Morren. RGR 36, AMG 46*Tillandsia flabellata* Baker. OFS 1000, GQ 31*Tillandsia schiedeana* Steudel. RGR 33, 172, AMG 48*Tillandsia seleriana* Mez. GQ 04*Tillandsia* sp. GQ 59, 53, AMG 48**CANNACEAE***Canna indica* L. GRG 101**COMMELINACEAE***Callisia macdougallii* Miranda. RGR 223, OFS 4251*Commelina erecta* L. RGR 49, 142, 201, MGDM 405*Commelina coelestis* Willd. RJMDC S/N*Commelina* sp. RGR 251*Thyrsanthemum macrophyllum* (Green) Roh. OFS 1094*Tradescantia* sp. RGR 265*Tradescantia crassifolia* Cav. OFS 1767*Tradescantia huehueteca* (Standl. & Steyerl.) A. Hunt. MAPAL 11*Tradescantia zanoniana* (L.) Sw. RGR 148, 219, OFS 1069, CAAB S/N*Tradescantia zebrina* hort. Ex Bosse var. *mollipia* D. Hunt. FMG 7669*Tripogandra serrulata* (Vahl) Handl. RGR 146**CYPERACEAE***Cyperus* sp. RGR 137*Scleria lithosperma* (L.) Sw. RGR 149, 196, 225**DIOSCOREACEAE***Dioscorea bartlettii* C. Morton. RGR 158*Dioscorea carpomaculata* Tellez & Schubert. FMG 7912*Dioscorea convolvulacea* Schlecht & Cham. RGR 152, OFS 1764*Dioscorea cymosula* Hemsl. TAS 99*Dioscorea densiflora* Hemsley. OTEV 7896*Dioscorea floribunda* M. & G. FMG 6461, 7258*Dioscorea* sp. RGR 270**HYPOXIDACEAE***Hypoxis decumbens* L. OFS 1059**IRIDACEAE***Cipura paludosa* Aublet. subsp. *mexicana* Ravenna. OFS 1058

MARANTACEAE

Calathea macrocephala (Poepp. & Endl.) Koern. **RGR242, OFS 2259**

Maranta divaricata Roscoe. **RGR 62, 89, 113, 166**

MUSACEAE

Heliconia aff. *schiedeana* Klotzsch. **RGR 61, 216**

ORCHIDACEAE

Aulosepalum hemichreum (Lindl.) Garay. **EPE 2293, TGCC 238**

Brassavola cucullata (L.) R. Br. **HA 07**

Cohniella brachyphylla (Lindl.) Cetzal y Carnevali, **AMG 51**

Cyrtopodium macrobulbon (Llave & Lex.) G. Romero & Carnevali. **RGR 182, AMG 54**

Encyclia aff. *diota* (Lindl.) Schltr. **HA 05**

Encyclia sp. **RGR 181**

Govenia sp. **RGR 218**

Habenaria sp. **RGR 97, 255**

Habenaria macroceratitis Willd. **TGCC 228**

Laelia rubescens Lindley. **LEG S/N**

Lycaste consobrina Rchb. f. G.A. Salazar. **RLELG 3665**

Malaxis sp. **RGR 116**

Maxillaria variabilis Batem. ex Lindl. **GQ 42**

Nidema boothii (Lindley) Schltr. **GQ 33**

Oeceoclades maculata Lindley. **RGR 100**

Oncidium sphacelatum Lindley. **RGR 212**

Ornithocephalus inflexus Lindl. **OFS 1064**

Prosthechea ochracea (Lindley) W.E. Higgins. **OFS 1063, GQ 50**

Sacoila lanceolata (Arbl.) Garay. **GLV 2250**

Sarcoglottis sp. **RGR 107**

Stanhopea graveolens Lindl. **EH 1295**

Stelis hymenantha Schltr. **OFS 1065**

Triphora aff. *debilis* (Reichb. f.) Ames **RGR 236**

Trichocentrum aff. *cosymbephorum* (C. Morren) R. Jiménez & Carnevali. **TGCC 229**

Trichocentrum luridum (Lindley) M.W. Chase et N.H. Williams. **EPE 1280, HÁ 03**

Trichocentrum microchilum (Bateman ex Lindley) M. W. Chase et N.H. Williams. **OFS 1054**

POACEAE

Cenchrus pilosus Kunth, **EPE 749**

Chusquea longifolia Swallen. **RGR 57, 209**

Hyparrhemia rufa (Nees) Staff. **AMG 109, 110**

Lasiacis divaricata (L.) Hitch. var *divaricata* **OFS 1777, FHN 87**

Lasiacis divaricata var *leptostachya* (L.) Hitchc. Davidse. **RGR 101**

Lasiacis sorghoidea (Desv.) Hitch & Chase. **EPE 743**

Melinis repens (Willd.) Zizka, **MAG S/N**

Rhipidocladum sp. **OFS S/N**

Oatea fimbriata Soderstrom. **GUM 1009**

Panicum fasciculatum Sw. **RGR 150, 151**

Paspalum sp. **RGR 262**

Pharus lappulaceus Aubl. **DEB 70270**

Pharus parvifolius Nash. **FMG 7910**

Rhipidocladum pittieri (Hack) McClure. **GUM 1010**

Trisetum sp. **AMG 109 A**

SMILACACEAE

Smilax sp. **RGR 195**

Smilax mollis Humb. & Bonpl. ex Willd. **AMG 106**

TYPHACEAE

Typha angustifolia L. **OFS S/N**

ZINGIBERACEAE

Costus ruber Griseb. **OFS S/N**

CONCLUSIONES

Se encontraron 632 especies de plantas vasculares agrupadas en 99 familias y 383 géneros, respaldadas por 919 especímenes depositados en herbarios regionales (CHIP, HEM) y el Herbario Nacional (MEXU), ubicado en la Universidad Nacional Autónoma de México. La flora estudiada representa 6.65% de la flora estatal. El grupo taxonómico más representativo son las angiospermas (Anthophyta) de la Clase Magnolipsida (dicotiledoneas). Se recolectaron especies que no habían sido registradas desde hace medio siglo, recolectadas originalmente por Faustino Miranda como es el caso de *Conzattia chiapensis* Miranda y *Eseneckia pentaphylla* (Macfad) Griseb.

Se obtuvieron 15 especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que permitirá tomar mejores acciones a favor de la conservación del área y de éstas especies. De igual forma se encontraron dos especies endémicas: *Conzattia chiapensis* Miranda y *Agave grijalvensis* B. Ullrich. (Anexo fotográfico). La mayor diversidad de especies se localiza en el Bosque tropical caducifolio, siendo uno de los ecosistemas más frágiles e impactados muchas veces con incendios forestales y el avance de la frontera agropecuaria. La familia mejor representada en cañada La Chacona y en Cañada Muñiz fue Fabaceae, (aunque en la segunda área también son importantes las familias Bromeliaceae y Orchidaceae) y en Mirador Manos que Imploran fue Euphorbiaceae. Este estudio se considera

complementario al de Espinosa 2009, del cual difiere en el número de especímenes y especies encontradas aunque registra un mayor número (1,380 especies) incluye ecosistemas diversos además de especies cultivadas, exóticas y sinonimias, el presente trabajo registra especies y géneros nuevos para esta área, aun sólo considerando tres sitios de recolección (cañada La Chacona, Cañada Muñiz y el Mirador Manos que Imploran).

Se recomienda ampliar el presente estudio, considerar las áreas de estudio para proyectos de captura de

carbono tomándolos como sumideros debido a que son áreas conservadas. Considerando los endemismos y las características estructurales de flora y fauna de cañada La Chacona sería importante se proponga como una Área Natural Protegida (ANP).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece todo el apoyo brindado por el personal del Herbario CHIP, y del Dr. Mario Souza Sánchez (MEXU).

LITERATURA CITADA

- ARRIAGA, L., J.M. ESPINOSA, 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. Pp. 12-27.
- BEAMAN, J.H., 1965. The present status and operational aspects of university herbaria. *Taxon* 14:127-133.
- BREEDLOVE D.E., 1981. *Introduction to the flora of Chiapas*. San Francisco California Academy of Sciences. P. 98.
- BREEDLOVE D.E., 1986. *Listados Florísticos de México. IV. Flora de Chiapas*. 1ª Edición. Instituto de Biología UNAM. México. 246 p.
- DAVIDSE, G., M. SOUSA Y A.O CHARTER., 1994. *Flora Mesoamericana*. UNAM. México. Vol. 1 y 6: 331-355.
- ESPINOSA J. J.A., 2009. *Inventario florístico del parque nacional cañón del Sumidero, Chiapas, Mex*. Tesis Lic. Biología UNICACH. Tuxtla Gutz. Chis. Mex. 97 p.
- GALLEGOS R. E.R., 2009. *Inventario florístico de la cañada la Chacona y parte Occidente del parque nacional cañón del Sumidero, Chiapas, México*. Tesis Lic. En Biología UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 88 p.
- INE – SEMARNAP., 2000. *Áreas Naturales Protegidas. 1995-2000*. México, D.F. 64 p.
- LOT, A., Y F. CHIANG, 1986. *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México. Pp. 11-30.
- LLORENTE-BOUSQUETS J., I. LUNA-VEGA, J. SOBERÓN-MAINERO, L. BOJORQUEZ-TAPIA, 1994. *XXVII. Biodiversidad, su inventario y conservación: Teoría y Práctica en la Taxonomía Alfa Contemporánea*. Pp. 507-510.
- MÜLLERIED, F., K.G., 1957. *Geología de Chiapas*. Ediciones de Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 180 p.
- OVANDO, D.L., 1990. *Avifauna del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 80 p.
- PAPAVERO, N., J. LLORENTE BOUSQUETS Y J.M ABE, 1992. *Un nuevo sistema de nomenclatura para la sistemática filogenética*. *Publs. esp. Mus. Zool. Fac. de Ciencias, UNAM* 5: 1-20.

- PÉREZ, G., S.R., 1994.** Chiapas: Recursos Naturales y Problemática Ambiental. Pp. 38-54 *in: Chiapas una Radiografía.* Armendáriz, L. M. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 339 p.
- PRONATURA CHIAPAS, 2002.** *Programa de Manejo del Parque Nacional Cañón del Sumidero Chiapas.* Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 22 p.
- RZEDOWSKIJ., 1978.** *La Vegetación de México.* Limusa. México, D.F. 432 p.
- RODRÍGUEZ L. E., I. MARCH M., W. MÁRQUEZ R., L. RODRÍGUEZ B., A. MÉNDEZ B. & J. LÓPEZ P., 2002-2004.** *Plan de Trabajo de la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Corredor Biológico y Biodiversidad. Plan Puebla-Panamá.* Pp. 6-18.
- SARH, 1992.** *Diagnóstico de los Parques Nacionales del Estado de Chiapas.* Delegación Estatal Chiapas. Subdelegación Forestal. 43 p.
- SEMARNAT-2010.** Norma Oficial Mexicana. NOM-059. *Diario Oficial de la Federación 588 (10): 2-60.*
- VARGAS M. F., 1984.** *Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro.* Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México, D.F. 266 p.

Paginas Electrónicas:

- VALDÉS V., O., 2000.** [www.monografias.com/trabajos11/problam.El desarrollo sostenible y la educación ambiental: desafíos y retos para la humanidad en el tercer milenio.](http://www.monografias.com/trabajos11/problam.El%20desarrollo%20sostenible%20y%20la%20educaci3n%20ambiental%3A%20desaf3os%20y%20retos%20para%20la%20humanidad%20en%20el%20tercer%20milenio)

APÉNDICE



Cephalocereus nizamensis
(Bravo & T. MacDoug.) Buxb.



Pterocereus foetidus Macdugall & Miranda



Beaucarnea goldmanii Rose



Agave grijalvensis B.Ullrich.



Anturium clarinervium Matuda



Ceratozamia robusta Miq.

Densidad poblacional de cactáceas en el cerro San Andrés, ejido Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas, México

¹William Ramos-Arreola, ¹Lilia del C. Ramos-Arreola,
¹Sicri Y. López Hernández, ¹Thalía Y. Cruz Bautista.

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29039. E-mail: Wi_423@hotmail.com. Fotografías: Lilia del C. Ramos-Arreola y William Ramos-Arreola

RESUMEN

Se estudió la densidad de las especies de la familia Cactaceae en el cerro San Andrés del ejido Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas. Se usó el método de conteo por cuadrantes registrándose un total de 1,148 individuos en ocho taxones. La especie más densa en general fue *Mammillaria vobumensis*, por el contrario, la de menor densidad fue *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*. Dentro del área de estudio, el nivel alto obtuvo la mayor riqueza (7 especies), mientras que los mayores índices de diversidad se presentaron en el nivel medio (1.41 para Shannon y 3.41 para Simpson). Las especies registradas corresponden al 14.06 % del total para el estado de Chiapas; dos de éstos taxones se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Cephalocereus nizandensis* (Pr) y *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* (P).

Palabras clave: densidad, Cactaceae, cerro San Andrés, Jiquipilas, Chiapas, México.

ABSTRACT

We studied the density of the species of the family Cactaceae at Cerro San Andrés, of the common Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas. We use the method of counting by quadrants which recorded a total of 1,148 individuals in eight taxa. Denser species was *Mammillaria vobumensis*, conversely, the less dense was *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*. Within the study area, the high level had the highest richness (7 species), while highest rates of diversity were presented in the middle level (1.41 for Shannon and 3.41 for Simpson). The recorded species correspond to 14.06 % of the total for the state of Chiapas; two of these taxa are in the NOM-059-SEMARNAT-2010: *Cephalocereus nizandensis* (Pr) y *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* (P).

Keywords: density, Cactaceae, cerro San Andrés, Jiquipilas, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

México, es el más importante centro de distribución de cactáceas del mundo, ya que cuenta con cerca de 63 géneros y 913 taxones (aproximadamente 45 % del total de especies de la familia). Además, el país presenta un alto grado de endemismos, con alrededor del 80 % de las especies. Se distribuyen en las regiones áridas y semiáridas pero también crecen en áreas subtropicales y en las tropicales húmedas, donde algunas viven como epífitas (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1978; Arias *et al.*, 1997; Moreno, 1984; Hernández *et al.*, 2001; Guzmán *et al.*, 2003; Jiménez, 2011).

Las cactáceas pertenecen al orden Caryophyllales, constan de alrededor de 200 géneros y unas 2,500 especies, endémicas y distribuidas en América. Son plantas con tallos suculentos, terrestres o epífitas, rara vez no suculentas;

sus hojas están modificadas a manera de escamas, sosteniendo aréolas cubiertas de tricomas y grupos de espinas de varias formas que dan origen a flores y nuevos tallos. Una flor por aréola, solitaria, sésil y perfecta, como fruto una baya con pelos, espinas o desnudo, carnoso o seco; semillas usualmente numerosas (Moreno, 1984).

El estado de Chiapas ocupa el lugar 16 con respecto a la riqueza de especies en México (Hernández *et al.*, 1993). Se han registrado 57 especies distribuidas en 20 géneros, incluidas en dos subfamilias (Ishiki-Ishihara *et al.*, 2013).

Estas plantas presentan patrones de distribución y factores biológicos y ecológicos intrínsecos que les confieren características muy particulares (formas, tamaños, tallos, flores y espinas peculiares), causas por las que son colectadas y extraídas de manera ilegal de su hábitat natural para comercio como plantas de ornato, otras causas que ponen en riesgo las poblaciones de cactáceas son

aquéllas relacionadas con la fragmentación del hábitat y cambios de uso del suelo, como el pastoreo y desmontes, lo que ha provocado la desaparición de muchas poblaciones silvestres. Por ello una proporción importante de estos taxones exhiben alguna etiqueta de amenaza en su sobrevivencia y se encuentran en las lista de la Norma Oficial Mexicana Número 059 (Hernández & Bárcenas, 1995; Rodríguez & Ezcurra, 2000; Rosas & Mandujano, 2002; Godínez-Álvarez *et al.*, 2003; Zavala-Hurtado & Valverde, 2003).

El estudio de las poblaciones de cactáceas es de suma importancia, nos ayuda a conocer la localización, distribución y manejo de las poblaciones naturales, asimismo, estimar las densidades de cactáceas permite conocer detalladamente el estado en que se encuentran las poblaciones. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo determinar la densidad poblacional de las especies de cactáceas presentes en el cerro San Andrés y la variación de la composición, riqueza y densidad de las especies con respecto a la altitud.

ÁREA DE ESTUDIO

El cerro San Andrés, es una ladera ubicada en el ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, se encuentra bajo las coordenadas 16° 34' - 16° 38' N y 93° 30' - 93° 36' W (figura 1). El rango altitudinal va desde 680 hasta 880 msnm. Los tipos de vegetación presentes son: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia (Pérez-Farrera & Tejeda, 1996).

Predomina el clima tipo cálido-subhúmedo con lluvias veraniegas. Los meses más calurosos son marzo, abril y mayo. Se registra una temperatura media anual de 25.4°C y una precipitación pluvial de 1.018 milímetros; los vientos por lo general se dirigen de norte a sur (CONAPO, 1994).

La flora es abundante y existe una gran variedad de especies, destacándose el duraznillo, cacho novillo, barbasco, cedro, caoba, hormiguillo, pino, pinabeto, guanacaste, fresno, nanche, roble, matilishuate (*Tabebuia rosea*), palo Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), ciprés, romerillo, sabino, manzanilla, camarón, cepillo, cupapé, guaje, huisache (*Acacia farnesiana*), tepezcohuite, ishcanal (*Acacia* sp.), mezquite, sospó (*Pseudobombax ellipticum*), *Cyrtopodium macrobulbum*, *Guarianthe*, *Lycaste*, *Epidendrum*, *Encyclia* y una variedad de cactáceas (Miranda, 1952; Moreno, 1984; CONAPO, 1994).

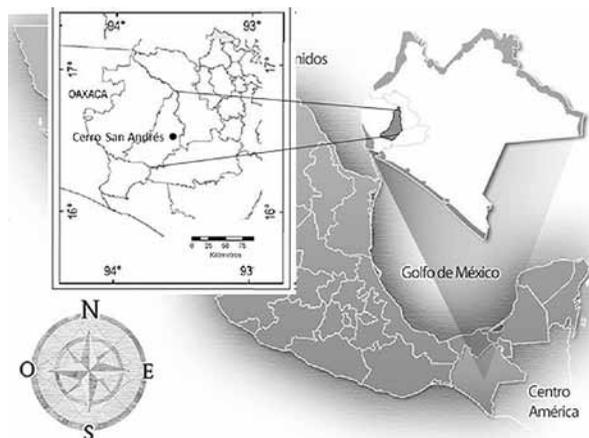


FIGURA 1 Ubicación espacial del cerro San Andrés.

MÉTODO

Se recorrió el área de estudio previamente para la familiarización con ésta. El muestreo se realizó durante los meses de febrero y marzo. Para cumplir con los objetivos de la investigación se realizaron conteos por parcelas. Las parcelas comprendían un área de 150 m², donde se hizo el conteo minucioso de las especies de cactáceas presentes.

Con el fin de observar la variación con respecto a la altura se establecieron tres niveles de trabajo, éstos fueron denominados: bajo, medio y alto. El nivel bajo se ubicó a nivel de superficie aproximadamente a 600 msnm, el nivel medio se estableció aproximadamente a unos 750 msnm y el nivel alto fue determinado aproximadamente a unos 850 msnm que corresponde a la cima del cerro.

Se muestrearon un total de 18 cuadrantes distribuidos uniformemente a lo largo y alto del cerro, correspondiendo a seis cuadrantes por nivel. En el nivel bajo los cuadrantes se establecieron con una separación aproximada de 500 m, en el nivel medio aproximadamente 350 m de separación y en nivel alto 200 m.

Las especies encontradas fueron identificadas en el Herbario CHIP (Herbario de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas). Se obtuvo la densidad y densidad relativa de cada especie encontrada en los niveles alto, medio y bajo; así como la riqueza y la composición. Se estimaron los índices de diversidad de Simpson y Shannon mediante el programa EstimateS 9.0.

RESULTADOS

Riqueza y composición

Se registraron ocho taxones en dos subfamilias. *Acanthocereus pentagonus*, *Cephalocereus nizandensis*, *Mammillaria voburnensis*, *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*, *Selenicereus grandiflorus* y *Stenocereus griseus* contenidas en la subfamilia Cactoideae; *Nopalea karwinskiana* y *Opuntia pumila* en la subfamilia Opuntioideae.

Densidad

Se contaron un total de 1,148 organismos en los 18 cuadrantes. La especie que de manera general se presentó más densa fue *Mammillaria voburnensis* con un total de 43.06 individuos por cada 150 m², seguida de *Opuntia pumila*, con 6.56 individuos /150 m²; los menos densos fueron *Stenocereus griseus* y *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* con 0.22 y 0.11 individuos por cada 150 m² respectivamente (figura 2, cuadro 1). La mayor densidad relativa fue presentada por *Mammillaria voburnensis* (67.51%) y la menor por *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* (0.17%).

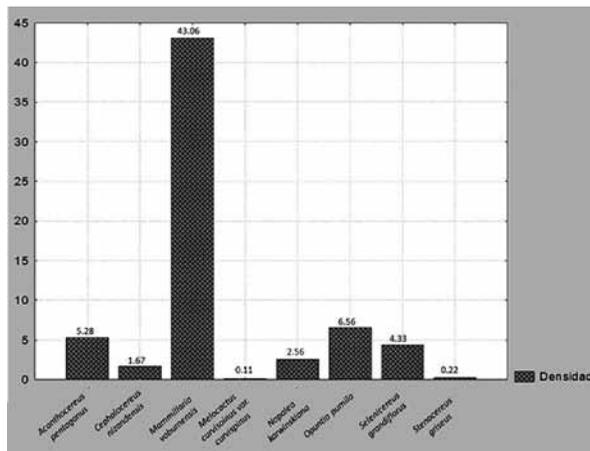


FIGURA 2

Densidad general de las especies en el Cerro San Andrés (individuos/150m²).

Especie	Densidad (individuos/150m ²)	Densidad relativa (%)
<i>Nopalea karwinskiana</i>	2.56	4 %
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	5.28	8.28 %
<i>Opuntia pumila</i>	6.56	10.28 %
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	4.33	6.79 %
<i>Mammillaria voburnensis</i>	43.06	67.51 %
<i>Cephalocereus nizandensis</i>	1.67	2.61 %
<i>Melocactus curvispinus</i>	0.11	0.17 %
<i>Stenocereus griseus</i>	0.22	0.35 %

TABLA 1

Densidad y densidad relativa de las especies de cactáceas. Variación altitudinal.

En el nivel alto se obtuvo una riqueza de siete especies, el nivel medio registró seis especies y el nivel bajo cuatro especies (cuadro 2). El nivel bajo está compuesto por las especies *Acanthocereus pentagonus*, *Nopalea karwinskiana*, *Opuntia pumila* y *Selenicereus grandiflorus*, el nivel medio se compone de las cuatro especies registradas en el nivel bajo más *Cephalocereus nizandensis* y *Mammillaria voburnensis*; y el nivel alto está compuesto por *Acanthocereus pentagonus*, *Mammillaria voburnensis*, *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*, *Nopalea karwinskiana*, *Opuntia pumila*, *Selenicereus grandiflorus* y *Stenocereus griseus* (cuadro 2).

La especie más densa en el nivel bajo fue *Acanthocereus pentagonus*, con 12.5 individuos por cada 150 m², en los niveles

medio y alto la especie más densa fue *Mammillaria voburnensis*, con 10.5 y 118.7 individuos /150 m² respectivamente; en los niveles bajo y medio la especie menos densa fue *Selenicereus grandiflorus*, con 1.2 y 0.5 individuos por cada 150m², en el nivel alto la menos densa fue *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* con 0.33 individuos por cada 150 m² (figura 3).

Las especies *Acanthocereus pentagonus*, *Nopalea karwinskiana*, *Opuntia pumila* y *Selenicereus grandiflorus* están presentes dentro de los tres niveles. La especie *Mammillaria voburnensis* comienza a exhibirse a partir del nivel medio hacia el alto. *Cephalocereus nizandensis*, únicamente lo encontramos en el nivel medio; *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* y *Stenocereus griseus* se registraron solo en el nivel alto.

Especie	Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	X	X	X
<i>Cephalocereus nizandensis</i>		X	
<i>Mammillaria voburnensis</i>		X	X
<i>Melocactus curvispinus</i>			X
<i>Nopalea karwinskiana</i>	X	X	X
<i>Opuntia pumila</i>	X	X	X
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	X	X	X
<i>Stenocereus griseus</i>			X

TABLA 2

Riqueza y composición por niveles.

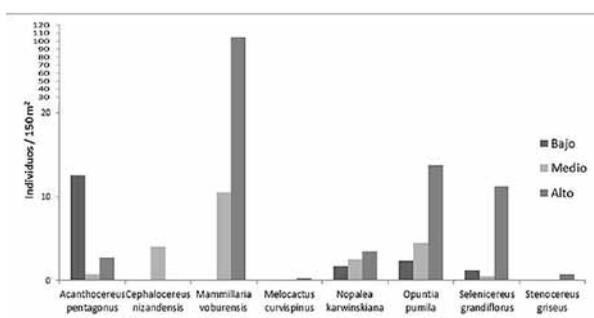


FIGURA 3

Densidad en los distintos niveles.

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon es de 1.14 y de Simpson 2.08 en todo el cerro San Andrés. Los índices calculados para los distintos niveles muestran como más diverso el nivel medio: 1.41 para el índice de Shannon y 3.41 para el índice de Simpson. Para los niveles bajo y alto el índice de Shannon fue 0.93 y 0.78 respectivamente, y el índice de Simpson 1.91 y 1.55 para estos niveles.

DISCUSIÓN

Dentro del presente estudio se registraron ocho taxones, lo que representa el 14.06% del total de especies reportadas para el estado de Chiapas por Ishilki-Ishihara *et al.* (2013). Esta riqueza de especies la consideramos representativa del grupo con respecto al área de estudio.

La mayor densidad de manera general la presentó *Mammillaria voburnensis*, esto lo podemos atribuir a las características de la especie, basándonos que su reproducción no es únicamente por polinización sino por propagación por medio de vástagos o esquejes, además de que su modo de crecimiento es gregario (Ordoñez, 2003).

Por el contrario la de menor densidad fue *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*, pudo haber tenido este bajo número debido a lo mencionado por Azcona (2009) que requieren condiciones ambientales más definidas para su crecimiento como un suelo poroso y fértil que a la vez ofrezca un drenaje perfecto, no soportan el exceso de agua, necesitan mucha luz y calor durante todo el año; tales características sólo se obtienen en la parte alta del cerro, que fue únicamente donde se registraron; otra causa de su presencia sólo en el nivel alto pudo ser la utilización de la especie por los pobladores para la elaboración del dulce típico conocido como “biznaga”.

La mayor riqueza de especies fue presentada en el nivel alto, quizá debido al menor grado de deterioro del hábitat. El deterioro del hábitat en el nivel bajo puede ser causado por la incidencia de las prácticas de pastoreo. Las especies *Acanthocereus pentagonus*, *Nopalea karwinskiana*, *Opuntia pumila* y *Selenicereus grandiflorus* fueron las que se presentaron en todos los niveles, concuerdan con las que tienen mayor capacidad adaptativa, además de una mejor estrategia de dispersión y propagación. Whitaker *et al.* (1967) mencionan que los patrones de vegetación que se observan típicamente a lo largo de los gradientes altitudinales, son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación, el grado de exposición a la radiación solar y la posición en el relieve, entre otros.

La diversidad estuvo representada con mejores números en el nivel medio, lo cual se entiende porque en esta zona la densidad poblacional fue más estable y menos variable que en los otros niveles. La elevación como la exposición de las laderas juegan un papel importante como determinantes de las condiciones microclimáticas a lo largo de estos gradientes. Mientras tanto, los cambios en el relieve afectan propiedades edáficas tales como la profundidad y desarrollo del perfil, el contenido de materia orgánica, el pH y la humedad (Archer, 1984).

Este estudio nos ofrecen una perspectiva sobre el estatus de las poblaciones actuales, es indispensable que se sigan realizando y mejorando este tipo de investigaciones sobre todo en plantas como las cactáceas que han adquirido popularidad a nivel mundial debido a su atractivo como plantas ornamentales, llamando la atención por su forma, variedad de sus espinas y la belleza de sus flores, aumentando así, su demanda en los últimos quince años. Como consecuencia de este creciente interés, las poblaciones de las diferentes especies se han visto mermadas por la sobrecolecta en su hábitat y por el comercio ilegal que se ha producido; colocando a las cactáceas dentro de tratados y listados que establecen su preservación como especies raras, amenazadas y en peligro de extinción. Es

así que toda la familia se incluye dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Benítez y Dávila, 2002; Ordoñez, 2003).

CONCLUSIONES

Se registraron ocho taxones dentro del cerro San Andrés, que representa el 14.06% del total de cactáceas registradas para Chiapas.

La especie más densa fue *Mammillaria voburnensis*, la menos densa *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus*.

El nivel alto tuvo la mayor riqueza (7 especies). La especie *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* solo se presentó en este nivel. *Cephalocereus nizandensis* se presentó únicamente en el nivel medio. *Mammillaria voburnensis* se registró en los niveles medio y alto. *Acanthocereus pentago-*

nus, *Nopalea karwinskiana*, *Opuntia pumila* y *Selenicereus grandiflorus* se mostraron en todos los niveles. Los mejores índices de diversidad corresponden al nivel medio.

Dos taxones se encuentran en la NOM-059-SEMAR-NAT-2010: *Cephalocereus nizandensis* (Pr) y *Melocactus curvispinus* var. *curvispinus* (P). La especie *Cephalocereus nizandensis* también está dentro de la categoría de Vulnerable (V) por la IUCN.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al propietario del cerro San Andrés, el señor Primitivo Esquinca por permitirnos trabajar dentro de esta área. Al profesor Freddy Ramos por acompañarnos y colaborar dentro de todo el muestreo. Al M. en C. Oscar Farrera Sarmiento por su valiosa ayuda en la identificación precisa de las especies de cactáceas.

LITERATURA CITADA

- ARCHER, S., 1984. The distribution of photosynthetic pathway types on a mixed-grass prairie hillside. *American Midland Naturalist*. 111: 138-142.
- ARIAS M., S., S. GAMA LÓPEZ Y L.U. GUZMÁN C., 1997. *Cactaceae. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán*, Fascículo 14. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- AZCONA G., C.A., 2009. *Organogénesis directa de Melocactus curvispinus subsp. dawsonii (Bravo) N.P. Taylor 1991 a partir de explantes del tallo, y germinación in vitro de Mammillaria haageana subsp. elegans D.R. Hunt 1997*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. 47 p.
- BENÍTEZ, H., Y P. DÁVILA, 2002. Las cactáceas mexicanas en el contexto de la CITES. CONABIO. *Biodiversitas* 40: 8-11.
- BRAVO-HOLLIS, H., Y H. SÁNCHEZ-MEJORADA, 1978. *Las Cactáceas de México*. Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CONAPO, 1994. *La población de los municipios de México*. México.
- GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H., T. VALVERDE & P. ORTEGA-BAES, 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *The Botanical Review*. 69: 173-203.
- GUZMÁN, U., S. ARIAS, Y P. DÁVILA, 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM-CONABIO, México.
- HERNÁNDEZ, H., V. ALVARADO Y R. IBARRA, 1993. Base de datos de colecciones de cactáceas del Norte y Centroamérica. *An. Inst. Biol. UNAM, Serie Botánica*. 64: 87-94.
- HERNÁNDEZ, H.M. & R.T. BÁRCENAS, 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conservation Biology*. 9: 1176-1188.

- HERNÁNDEZ, H., C. GÓMEZ-HINOSTROSA & R.T. BÁRCENAS, 2001.** Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, a hot spot in the Chihuahuan Desert. *Biodiversity and Conservation* 10: 1097-1112.
- ISHIKI-ISHIHARA, M., S. ARIAS Y T. TERRAZAS, 2013.** *Las cactáceas*. Pp. 126-129. En: *La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.
- JIMÉNEZ S., C.L., 2011.** *Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan*. Revista Digital Universitaria. Volumen 12 Número. 23 p.
- MIRANDA, F., 1952.** La botánica de México en el último cuarto siglo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 22: 1961, 85-116.
- MORENO, N.P., 1984.** *Glosario botánico ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 300 p.
- ORDOÑEZ M., M.A., 2003.** *Propagación in vitro de Mammillaria voburnensis Scheer. (Cactaceae)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. 69 p.
- PÉREZ-FARRERA M. A. Y C. TEJEDA C., 1996.** *Proyecto piloto para el establecimiento de viveros in-situ para la propagación, conservación y comercialización de las cícadas Dioon merolae y Ceratozamia norstogii en la Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Escuela de Biología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. C120. México, D.F.
- RODRÍGUEZ O.C. & E. EZCURRA, 2000.** Distribución espacial en el hábitat de *Mammillaria pectinifera* y *M. carnea* en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 45: 4-14.
- ROSAS B. & M.C. MANDUJANO, 2002.** La diversidad de historias de vida de cactáceas, aproximación por el triángulo demográfico. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 47: 33-41.
- SEMARNAT, 2010.** NOM-059-SEMARNAT. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010.
- WHITTAKER, R.H., S.W. BUOL, W.A. NIERING & Y. H. HAVENS, 1967.** A soil and vegetation pattern in the Santa Catalina Mountains, Arizona. *Ecology* 48: 440-450.
- ZAVALA-HURTADO J.A. & P.L. VALVERDE, 2003.** Habitat restriction in *Mammillaria pectinifera*, a threatened endemic Mexican cactus. *Journal of Vegetation Science* 14: 891-898.

APÉNDICE



Acanthocereus pentagonus



Acanthocereus pentagonus



Acanthocereus pentagonus



Nopalea karwinskiana



Cephalocereus nizandensis



Cephalocereus nizandensis



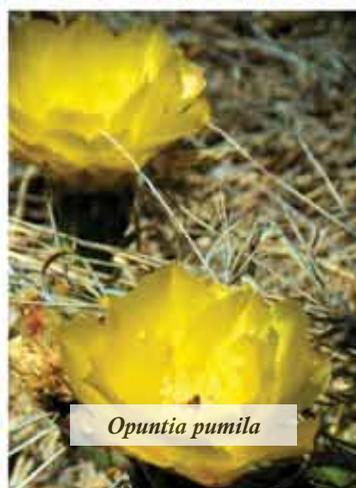
Nopalea karwinskiana



Nopalea karwinskiana



Opuntia pumila



Opuntia pumila



Opuntia pumila



Mammillaria voburnensis



Mammillaria voburnensis



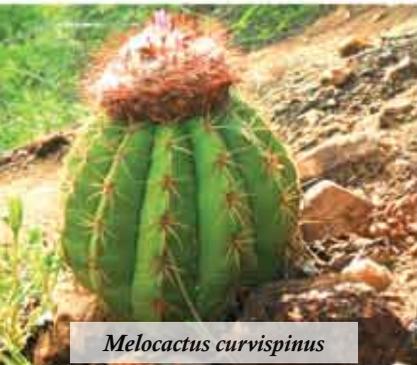
Mammillaria voburnensis



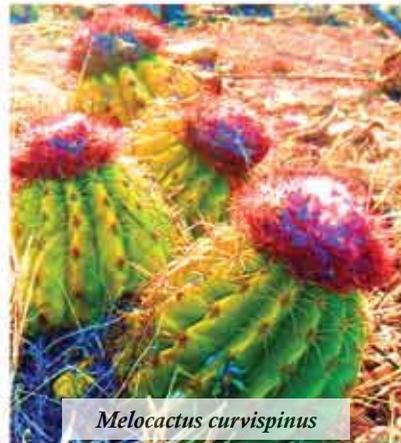
Mammillaria voburnensis



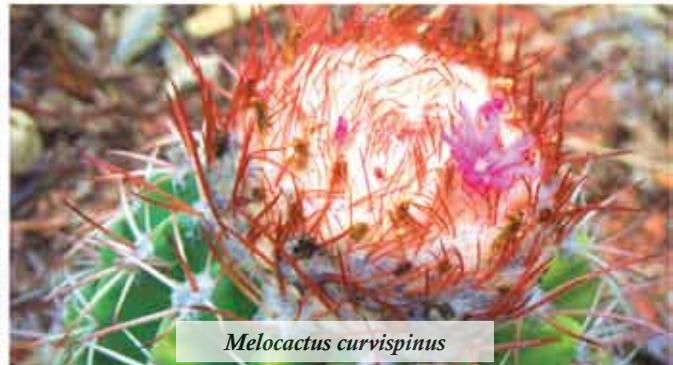
Mammillaria voburnensis



Melocactus curvispinus



Melocactus curvispinus



Melocactus curvispinus



Stenocereus griseus



Stenocereus griseus



Melocactus curvispinus



Selenicereus grandiflorus

Una aproximación a las tasas de deforestación de los manglares en México

Emilio Ismael Romero-Bermy^{1*}, Salvador Santamaría-Damián²,
Rocio Gómez-Ortega^{2,3} y Ernesto Velázquez-Velázquez¹

¹Museo de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | ²Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Tapachula, carretera a Antiguo Aeropuerto km 2.5, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas | ³Yú ne niza, Bosques y Costas para el Desarrollo Sustentable, A.C., Violetas núm. 15-Mza. H, Jardines del Siglo XXI, C.P. 70760, Santo Domingo, Tehuantepec, Oaxaca. E-mail: *romeroberry@gmail.com

RESUMEN

Se realizó un análisis de las tasas de deforestación de los manglares en México mediante la comparación bibliográfica de estudios de caso que abarcan periodos entre 1973 y 2011. Se revisaron un total de 19 estudios realizados a partir de la clasificación de imágenes satelitales para dos temporadas que registraron tasa de deforestación y un nivel de exactitud aceptable para su clasificación. Ocho de ellos corresponden a la región Pacífico Norte, cinco a la región Península de Yucatán, tres al Pacífico Sur, dos en la región Golfo de México y uno es del Pacífico Centro. Para todos los casos revisados se observa una disminución de la superficie de manglar. Los promedios de deforestación varían de acuerdo a la región. La tasa de deforestación anual promedio calculada a partir de esta información es de 1.1%. Aunque esta tasa coincide con la registrada en otras estimaciones, es necesario considerar las limitaciones impuestas por la falta de información en algunas regiones. Se considera de gran importancia el monitoreo de los cambios de cobertura de los manglares a escala local-regional, ya que éste permitirá determinar tendencias en la condición del ecosistema, identificar agentes de deforestación y establecer propuestas de manejo costero.

Palabras clave: manglares, México, cambios de cobertura, clasificación de imágenes, agentes de deforestación.

ABSTRACT

An analysis of deforestation rates of mangroves in Mexico was conducted from the comparison of case studies between 1973 and 2011. We reviewed a total of 19 studies made from satellite image classification for two seasons recorded deforestation rate and a level of acceptable accuracy for classification. Eight of these correspond to the North Pacific region, five to Yucatan Peninsula region, and three in the South Pacific, two in the Gulf of Mexico region and one in the Central Pacific. For all cases reviewed there was a decrease in mangrove area. Deforestation rates vary according to the region. The average annual deforestation rate calculated from this data is 1.1%. Although this rate coincides with that registered in other estimates, it is necessary to consider the limitations imposed by the lack of information in some regions. It is very important to monitor changes in mangrove cover, as this will determine trends, drivers of deforestation and develop coastal management plans.

Keywords: mangroves, Mexico, Land cover changes, images classification, drivers of deforestation.

INTRODUCCIÓN

Los manglares, comunidades vegetales arbóreas o arbustivas asociadas a sistemas costeros, cubren una fracción aproximada de 137,760 km² de las costas tropicales y subtropicales en el mundo (Giri *et al.*, 2011). Se sabe que los manglares juegan un papel fundamental en la estabilidad climática, al ser las más eficientes reservas de carbono en los trópicos; además de su importancia en el sostenimiento de pesquerías y en la protección de costas contra fenómenos hidrometeorológicos (Duke *et al.*, 2007; Donato *et al.*, 2011).

Se estima que más del 40% de la población humana mundial habita en los primeros 100 km a partir de la línea de costa (Nicholls y Small, 2002). La demanda de recursos y espacio sobre los litorales, ha ocasionado una pérdida acelerada de manglares a nivel mundial, la cual se ha asociado de manera directa a la remoción forestal para el desarrollo portuario, urbano, turístico, acuícola, agropecuario, industrial y aprovechamiento forestal (Agraz-Hernández y Flores-Verdugo 2005, Duke *et al.*, 2007).

México es uno de los países megadiversos que padecen una acelerada degradación y pérdida de sus bosques

tropicales (Díaz-Gallegos *et al.*, 2010). Aunadas al elevado crecimiento poblacional y demanda de bienes y servicios, las causas se ligan a una deficiente gestión de los recursos naturales. La comparación de tasas de deforestación supone una tarea compleja, debido a la gran cantidad de criterios, métodos y objetivos que acompañan a este tipo de evaluaciones (Velázquez *et al.*, 2012). Aunque existen numerosos trabajos que revisan el tema de la deforestación en México, muy pocos se han enfocado a los bosques de manglar. A manera de antecedentes en este tópico, INE (2005) presenta algunas aproximaciones a las tasas de deforestación en manglares a partir de dos metodologías: revisión bibliográfica de estudios de caso y comparación de polígonos mediante Sistemas de Información Geográfica; FAO (2007) registra una tasa de deforestación del manglar en México para un periodo de 5 años, calculada a partir de los datos del Inventario Nacional Forestal de Gran Visión; y Berlanga-Robles *et al.* (2011) realizan una revisión de la pérdida de manglar ocasionada por el desarrollo acuícola.

Para el caso de los manglares en México, la principal limitante para conocer una tasa de deforestación, al menos a escala nacional, ha sido la discrepancia en la estimación de su cobertura (Ruíz-Luna *et al.*, 2008). Recientemente CONABIO (2009) publicó los resultados del Inventario Nacional de Manglares, en donde estima una extensión de 770,057 ha de manglar. Aunque no se conoce con certeza la tasa actual de deforestación de manglares en nuestro país (Ruíz-Luna *et al.*, 2008), se calcula que ésta puede alcanzar valores de entre 1.5 y 5% anual. Se considera también que la tasa de deforestación nacional varía de acuerdo a la región y el litoral, estimándose que ésta es mayor en el Caribe que en el Golfo, siendo a su vez menor en el Pacífico (López-Portillo y Ezcurra 2002, INE 2005).

La generación del mapa de los manglares de México a escala 1:50,000 se realizó en un 99.9% mediante el análisis de imágenes del satélite SPOT-5 (CONABIO 2009), y representa una línea base que permitirá, en el corto y mediano plazo, monitorear la tasa de deforestación a nivel nacional. Sin embargo, a escalas locales, la evaluación de los cambios de cobertura en manglares utilizando imágenes satelitales se ha llevado a cabo desde la década de 1990. Su análisis ha permitido conocer las tendencias de cambio que presenta esta cobertura en diferentes regiones del país. El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis acerca de las tasas de deforestación en bosques de manglar a partir de la revisión y comparación de estudios de caso en distintas regiones del país, y calcular valores promedio de las tasas presentadas.

MÉTODO

Se realizó una amplia revisión bibliográfica de estudios de caso sobre cambios de cobertura en manglares causados por cambios en el uso del suelo para las 5 regiones costeras propuestas por CONABIO (2009). Se seleccionaron aquellos trabajos que cumplieron con los siguientes criterios:

1. Que registraron un área de manglar en dos temporalidades, mediante la clasificación de imágenes satelitales LANDSAT MSS, TM o SPOT.
2. Que los mapas temáticos se generaran mediante técnicas de clasificación supervisada o híbrida, utilizando algoritmos de clasificación por unidades de crecimiento espectral homogéneo y clasificador de máxima verosimilitud.
3. Que registraran una validación de su clasificación a partir de observaciones y verificaciones en campo.
4. Que presentaran una evaluación de la exactitud de la clasificación a partir de los métodos de matriz de error, coeficiente de Kappa, exactitud global o coeficiente Tau.

Para este estudio se calculó la tasa de deforestación del manglar, en aquellos estudios que no la presentan, para los periodos analizados en cada trabajo, mediante la fórmula propuesta por FAO (1996):

$$\delta = 1 - \left(\frac{A2}{A1} \right)^{1/t}$$

en donde δ representa la tasa de deforestación, $A1$ la superficie de manglar en el año inicial, $A2$ es la superficie en el año final, y t es el intervalo de tiempo entre los dos años evaluados. Se calcularon tasas promedio generales por región costera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron un total de 19 estudios que cumplieron con las características antes señaladas. El 42% (8 trabajos) corresponden a la región Pacífico Norte, 26% (5 trabajos) a la región Península de Yucatán, 16% (3 trabajos) a la región Pacífico Sur, 11% (2 trabajos) a la región Golfo de México y 5% (1 trabajo) a la región Pacífico Centro. En todos los casos evaluados se observa una disminución de la cobertura del manglar. La tasa promedio de deforestación en los trabajos evaluados corresponde al 1.1%, valor promedio que es igual al reportado por INE (2005) en su revisión de 4 estudios de caso. Para todo el país, FAO (2007) registra una tasa de pérdida del manglar del 1.5% anual durante el periodo 2000-2005; mientras que INE (2005) calcula la reducción de manglar entre 1976

y 2000, estimando una tasa de pérdida del 2.8% para el Golfo-Caribe y una de 2% para el Pacífico. Un valor extremo es reportado por López-Portillo y Ezcurra (2002), que calculan una tasa anual de deforestación del 5% para todo el país, aunque no indican el periodo ni el método de estimación. Regionalmente, la tasa promedio más alta estimada en este estudio correspondió a la Península de Yucatán, calculándose 1.54%, siendo la más baja para la región Pacífico Sur con un 0.37%. Para el caso del Pacífico Centro, únicamente se encontró un trabajo, por lo que no se estimó un valor promedio para esta región (cuadro 1). A nivel nacional, la mayoría de la información se ha publicado en la región del pacífico norte, donde se han reportado tasas de deforestación particularmente en el estado de Sinaloa y Nayarit, en contraste con estados de escasa o nula información como el caso de Baja California Norte, Sonora, Colima, Michoacán, Guerrero y Tamaulipas (figura 1).

Las tasas de deforestación varían dependiendo de la región y el periodo, pudiendo reflejar eventos naturales causales de mortalidad masiva de la vegetación como los huracanes o tendencias y medidas del éxito en políticas de manejo. La tasa de pérdida de manglar más alta para un periodo de 15 años, es la reportada en la costa norte de Yucatán, con un 4.5% anual. En este caso particular, se señala que cerca de 25,209 ha de manglar se perdieron durante el periodo 2000-2003 a causa del huracán Isidoro, que ocasionó importantes daños a la vegetación (Zaldívar-Jiménez, 2011). Otra de las tasas más altas ocurre en Barra de Navidad, Jalisco con un 3.2% anual para un periodo de 15 años. Holland *et al.* (2011) señalan para esta región que el manglar ha cedido extensión al desarrollo urbano a fin de satisfacer una creciente demanda del sector turístico. Otro caso es en el sistema Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales, en Sinaloa y Nayarit, que presentó una tasa de pérdida del 1.48% anual para un periodo de 10 años. En esta zona se reconocen agentes de deforestación, principalmente construcción de obras que han modificado el flujo de mareas, ocasionando mortalidad masiva y pérdida de manglar (Berlanga-Robles y Ruíz-Luna, 2007). La tasa de deforestación más baja reportada corresponde al Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, en un periodo de 21 años (0.02%) (Carbajal-Evaristo, 2010).

Caso contrario a lo que ocurre en Chacahua, en algunas otras zonas decretadas como Áreas Naturales Protegidas, la tasa de pérdida de manglares es considerada alta. Por ejemplo en la zona núcleo II de la Reserva

de Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, se estima deforestación del manglar a una tasa de 0.99% para un periodo de 10 años. En su análisis del plan de manejo de esta reserva, Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona (2008) esperaban encontrar, a partir del año del decreto, pocos cambios de coberturas naturales a antropogénicas especialmente para las zonas núcleo de la reserva. Reportaron que no existe diferencia en las tasas de cambio de las coberturas entre zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, encontrando procesos de cambio de uso de suelo y fragmentación dentro del polígono de la reserva. Otro caso es el de las reservas estatales Cabildo-Amatal y Gancho-Murillo en Chiapas, que presentan una tasa de deforestación anual de 1.04% (1994-2011), la más alta reportada para los trabajos revisados en el Pacífico Sur. En esta región son evidentes la tala (figura 2) y la transformación de áreas de manglar para desarrollo agropecuario (figura 3). En su plan de manejo presentan un mapa de zonificación de las reservas incluyendo zona de uso restringido, zona de recuperación y zona de aprovechamiento sustentable, indicando que en todas estas la extracción de madera de mangle se encuentra prohibida en cumplimiento de la NOM-ECOL-059. No obstante, el impacto de las comunidades humanas al interior de las reservas y el desconocimiento de la regulación establecida en los programas de manejo es evidente, situaciones que decididamente han influido en un aumento de la deforestación (Romero-Berny, 2012).

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de tasas de deforestación del manglar realizados en este trabajo son esencialmente preliminares e informativos, mostrando que los valores son heterogéneos y pueden modificarse en función de variables espaciales, temporales y de los agentes causales de deforestación específicos de cada región. El uso de imágenes de satélite para distinguir tipos de vegetación en zonas costeras permitirá en el mediano plazo determinar con mayor exactitud la tasa de deforestación actual para los manglares en México. Es importante considerar una homologación de criterios a fin de que los análisis entre regiones sean comparables entre sí, reportándose un adecuado nivel de exactitud en la clasificación de imágenes. El análisis aquí presentado podrá refinarse en la medida que se integren nuevas evaluaciones de las tasas de deforestación, sobre todo en aquellas regiones en donde la información es particularmente escasa o nula.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-VELÁZQUEZ, J. y A. RUÍZ-LUNA, 2007.** Variación en la cobertura, distribución y estructura de los manglares del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (1990-2005). En: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez y R. Palomares-García (eds.) *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur, México. Pp. 127-141.
- AGRAZ-HERNÁNDEZ, C.M. y F. J. FLORES-VERDUGO, 2005.** Diagnóstico del impacto y lineamientos básicos para los programas de mitigación y manejo de humedales. En: Botello, A. V., J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. M. Agráz-Hernández (eds.) *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. EPOMEX-UAC. Campeche, Campeche, México. Pp. 597-606.
- ALONSO-PÉREZ, F., A. RUÍZ-LUNA, J. TURNER, C.A. BERLANGA-ROBLES & G. MITCHELSON-JACOB, 2003.** Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, México. *Ocean and Coastal Management* 46: 583-600.
- BERLANGA-ROBLES, C.A. y A. RUÍZ-LUNA, 2006.** Evaluación de cambios en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuarino de San Blas, Nayarit (México) por medio del análisis de imágenes LANDSAT. *Ciencias Marinas* 32 (3): 523-538.
- BERLANGA-ROBLES, C.A. y A. RUÍZ-LUNA, 2007.** Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite LANDSAT. *Universidad y Ciencia* 23 (1): 29-46.
- BERLANGA-ROBLES, C.A., A. RUÍZ-LUNA & R. HERNÁNDEZ-GUZMÁN, 2011.** Impact of shrimp farming on mangrove forests and other coastal wetlands: the case of Mexico. En: Sladonja, B. (ed.) *Aquaculture and the Environment. A Shared Destiny*. Disponible en línea: <http://www.intechopen.com/books/aquaculture-and-the-environment-a-shared-destiny>.
- CARBAJAL-EVARISTO, S.S., 2010.** *Estudio de la estructura, composición y modificación antrópica de los manglares del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. UAG. Chilpancingo, Guerrero, México. 115 p.
- CONABIO, 2009.** *Manglares de México: extensión y distribución*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. D.F., México. 99 p.
- COUTURIER, S. y J.F. MAS, 2009.** ¿Qué tan confiable es una tasa de deforestación? ¿Cómo evaluar nuestros mapas con rigor estadístico? *Investigación Ambiental* 1 (2): 117-135.
- DÍAZ-GALLEGOS, J.R. y J. ACOSTA-VELÁZQUEZ, 2009.** Tendencias en la transformación del uso del suelo y la vegetación aledaña. En: Espinoza-Ávalos, J., G. A. Islebe y H. A. Hernández-Arana (eds.) *El sistema ecológico de Bahía de Chetumal-Coroza, costa occidental del Mar Caribe*. ECOSUR. Chetumal, Quintana Roo, México. Pp. 226-237.
- DIAZ-GALLEGOS, J.R., J. F. MAS & A. VELÁZQUEZ, 2010.** Trends in tropical deforestation in Southeast Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography* 31: 180-196.
- DONATO, C. D., J. B. KAUFFMAN, D. MURDIYARSO, S. KURNIANTO, M. STIDHAM & M. KANNIEN, 2011.** Mangroves among the most carbon rich forests in the tropics. *Nature Geoscience* 4: 293-297.

- DUKE, N., J. O. MEYNECKE, S. DITTMAN, A. M. ELLISON, K. ANGER, U. BERGER, S. CANNICI, K. DIELE, K. C. EWEL, C. D. FIELD, N. KOEDAM, S. Y. LEE, C. MARCHAND, I. NORDHAUS & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2007. A world without mangroves? *Science* 317: 41-42.
- FAO, 1996. *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Forestry paper, No. 130. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 152 p.
- FAO, 2007. *The world's mangroves 1980-2005*. Forestry paper No. 153. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia.
- GIRI, C., E. OCHIENG, L. TIESZEN, Z. ZHU, A. SINGH, T. LOVELAND, J. MASEK & N. DUKE, 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20: 154-159.
- GUERRA-MARTÍNEZ, V. y S. OCHOA-GAONA, 2008. Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24 (2): 135-146.
- HERNÁNDEZ-CORNEJO, R., N. KOEDAM, A. RUÍZ-LUNA, M. TROELL & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2005. Remote sensing and ethnobotanical assessment of the mangrove forest changes in the Navachiste-San Ignacio-Macapule lagoon complex, Sinaloa, México. *Ecology and Society* 10 (1): 16.
- HIRALES-COTA, M., J. ESPINOZA-ÁVALOS, B. SCHMOOK, A. RUÍZ-LUNA & R. RAMOS-REYES, 2010. Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, southeast Mexico. *Ciencias Marinas* 36 (2): 147-159.
- HOLLAND, T. L., J. MARISCAL-ROMERO, R. DAVIDSON-ARNOTT & J. CARDILLE, 2011. Landscape changes in a coastal system undergoing tourism development: implications for Barra de Navidad Lagoon, Jalisco, Mexico. *Investigaciones Geográficas* 74: 7-18.
- INE, 2005. *Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. D. F., México. 21 p.
- LÓPEZ-PORTILLO, J. A. y E. EZCURRA, 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques (Número especial)*: 27-51.
- MIRANDA-RAMÍREZ, L., 2008. *Análisis espacio-temporal del manglar en el Corredor Turístico Cancún-Tulum, Quintana Roo, utilizando imágenes de satélite*. Tesis de Licenciatura. UNAM. México, D.F. 169 p.
- NICHOLLS, R. J. & C. SMALL, 2002. Improved estimates of coastal population and exposure to hazards released. *EOS* 83 (28): 301-305.
- 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.
- ROMERO-BERNY, E. I., 2012. *Manglares del Soconusco, Chiapas: estructura y cambios a nivel de paisaje*. Tesis de Maestría. ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México. 123 p.
- RUÍZ-LUNA, A. & C.A. BERLANGA-ROBLES, 1999. Modifications in coverage patterns and land use in the landscape around the Huizache-Caimanero lagoon system, Sinaloa, México: a multitemporal analysis LANDSAT images. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49: 37-44.

- RUÍZ-LUNA, A. & C.A. BERLANGA-ROBLES, 2003.** Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico. *Landscape Ecology* 18: 159-171.
- RUÍZ-LUNA, A., J. ACOSTA-VELÁZQUEZ & C.A. BERLANGA-ROBLES, 2008.** On the reliability of the data of the extent of mangroves: a case of study in México. *Ocean and Coastal Management* 51: 342-351.
- SANTAMARÍA-DAMIÁN, S., 2013.** *Caracterización estructural y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar Los Patos-Solo Dios en la costa de Chiapas.* Tesis de Maestría. ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México.
- SOTO-GALERA, E., J. PIERA & P. LÓPEZ, 2010.** Spatial and temporal land cover changes in Terminos Lagoon Reserve, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 58 (2): 565-575.
- VÁZQUEZ-LULE, A.D., P. RAMÍREZ-GARCÍA, J.R. DÍAZ-GALLEGOS, J. ACOSTA-VELÁZQUEZ y M.T. RODRÍGUEZ-ZUÑIGA, 2012.** Detección de cambios de usos de suelo y estructura vegetal en los manglares del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. En: Sánchez, A. J., X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (eds.) *Recursos acuáticos costeros del sureste Vol. II.* UMDI Sisal-UNAM., Mérida, Yucatán, México. Pp. 181-200.
- VELAZQUEZ, A., J.M. NÚÑEZ-HERNÁNDEZ, S.A. COUTURIER y G. BOCCO-VERDINELLI, 2012.** *Propuesta metodológica para normar la evaluación de la tasa de deforestación y degradación forestal en México.* WWF/CCMSS/TNC/Centro GEO/CIGA-UNAM. México, D.F. 21 p.
- ZALDÍVAR-JIMÉNEZ, A., 2011.** El programa de ecología y manejo de los manglares en la región Península de Yucatán. En: *Memorias del Curso-Taller sobre Lineamientos técnicos para la restauración y rehabilitación ecológica de bosques de manglar.* CINVESTAV-IPN/CICA-UNACAR. Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Región / sistema	Extensión de manglar (ha)		Δ (%)	Periodo	Fuente
	A1	A2			
Pacífico Norte					
Bahía Magdalena-Bahía Almejas (Baja California.Sur)	18,705	17,057	0.5	1990-2005	Acosta-Velázquez y Ruíz-Luna (2007)
Navachiste-San Ignacio-Macapule (Sinaloa)	11,490	11,330	0.12*	1992-2000	Hernández-Cornejo <i>et al.</i> (2005)
Laguna Ceuta (Sinaloa)	7,558	7,217	0.3	1984-1999	Alonso-Pérez <i>et al.</i> (2003)
Mazatlán (Sinaloa)	910	710	1.04*	1973-1997	Ruíz-Luna y Berlanga-Robles (2003)
Huizache-Caimanero (Sinaloa)	2,310	1,250	2.53	1973-1997	Ruíz-Luna y Berlanga-Robles (1999)
Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales (Sinaloa-Nayarit)	89,183	75,042	1.48	1990-2000	Berlanga-Robles y Ruíz-Luna (2007)
Boca del río Santiago (Nayarit)	1,065	724	1.66	1979-1993	Ramírez-García <i>et al.</i> (1998)
San Blas (Nayarit)	7,644	7,379	0.2	1973-1993	Berlanga-Robles y Ruíz-Luna (2006)
Tasa promedio			0.98		
Pacífico Centro					
Barra de Navidad (Jalisco)	1,562	960	3.2	1985-2000	Holland <i>et al.</i> (2011)
Pacífico Sur					
Laguna de Chacahua (Oaxaca)	3,014	2,998	0.002	1986-2007	Carbajal-Evaristo (2010)
Los Patos-Sólo Dios (Chiapas)	6,487	6,374	0.07	1987-2011	Santamaría-Damián (2013)
Cabildo Amatal-Gancho Murillo (Chiapas)	3,118	2,609	1.05	1994-2011	Romero-Berny (2012)
Tasa promedio			0.37		
Golfo de México					
Alvarado (Veracruz)	19,507	13,807	1.04	1973-2006	Vázquez-Lule <i>et al.</i> (2012)
Pantanos de Centla ZN II (Tabasco)	2,552	2,331	0.09	1990-2000	Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona (2008)
Tasa promedio			0.56		
Península de Yucatán					
Laguna de Términos (Campeche)	91,001	79,546	0.95*	1986-2001	Soto-Galera <i>et al.</i> (2010)
Costa norte de Yucatán (Yucatán)	68,505	35,325	4.5*	1988-2003	Zaldívar-Jiménez (2011)
Cancún-Tulum (Quintana Roo)	1,580	1,400	0.76*	1990-2006	Miranda-Ramírez (2008)
Mahahual-Xcalak (Quintana Roo)	7,690	6,620	0.85	1995-2007	Hirales-Cota <i>et al.</i> (2010)
Bahía de Chetumal (Quintana Roo)	46,911	42,571	0.65	1990-2005	Díaz-Gallegos y Acosta-Velázquez (2009)
Tasa promedio			1.54		

*Valores calculados en este trabajo.

TABLA 1

deforestación de manglares evaluadas en algunas regiones de México.

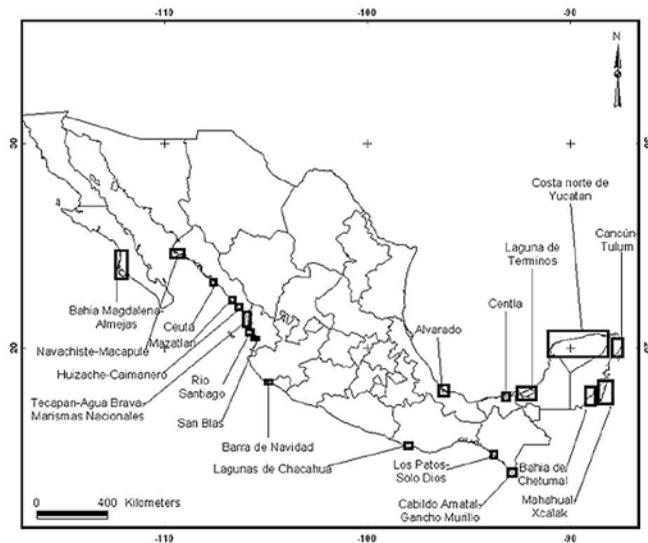


FIGURA 1

Áreas costeras en México donde se ha evaluado la tasa de deforestación de los manglares.

FIGURA 2

Extracción de madera en área de manglar cercana a Puerto Chiapas.



FIGURA 3

Transformación de manglares para desarrollo pecuario en el sistema Los Patos-Sólo Dios, Pijijiapan, Chiapas.

Señales químicas en la interacción *Acacia cornigera*-*Pseudomyrmex ferruginae*: una demostración de campo en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, México

Juan Carlos Lopez Acosta¹ y Sergio López²

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, calle Araucarias s/n, interior de la exhacienda Lucas Martin, col. Periodistas, C.P. 91019, Xalapa, Veracruz, México. E-mail: carlolopez@uv.mx | ²Laboratorio de Ecología Evolutiva, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente s/n, col. Lajas Maciel, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel 01(961)1210894. E-mail: sergio.lopez@unicach.mx

RESUMEN

Se exploró la presencia potencial de mecanismos de inducción de las defensas bióticas en la relación mirmecófila entre las plantas de la especie *Acacia cornigera* y las hormigas de la especie *Pseudomyrmex ferruginae*. En este estudio se probaron tratamientos *in situ*, los cuales intentaron emular señales químicas que emiten las plantas después de sufrir daños foliares, evaluando la velocidad e intensidad de las respuestas de las hormigas. Los resultados indican que existen señales químicas, las cuales fomentan el reclutamiento de las hormigas y su patrullaje en las zonas dañadas; este estudio confirma que las respuestas inducidas son un factor primordial que pueden llegar a modular las interacciones bióticas en relaciones mirmecófilas mutualistas y estas pueden ser evaluadas de manera práctica en campo.

Palabras clave: respuestas inducidas, herbivoría, mutualismo, mirmecofilia.

ABSTRACT

This study explored the potential presence of biotic defenses for mechanisms induction in the myrmecophile relationship between plants (*Acacia cornigera*) and ants (*Pseudomyrmex ferruginae*). Treatments were tested *in situ*, which tried to emulate chemical clues emitted by plants after foliar damage, assessing the speed and intensity of ants' responses. The results indicate chemical signals which promote the recruitment of ants and their patrols in the damaged areas. This study confirms that the induced responses are a major factor that can modulate biotic interactions in myrmecophile relationships and these can be evaluated in a practical way on the field.

Keywords: induced responses, herbivory, mutualism, myrmecophily.

INTRODUCCIÓN

La herbivoría constituye un factor importante en la ecología y la evolución de las plantas, ya que puede limitar su sobrevivencia, crecimiento, habilidad competitiva y su éxito reproductivo (Harper, 1977; Coley & Barone, 1996; Marquis, 2005). Desencadenando mecanismos de defensa en plantas (Marquis, 1992; Coley & Barone, 1996; Crawley, 1997, Agrawal, 2007). Estos mecanismos de defensa pueden ser agrupados funcionalmente en mecanismos directos e indirectos (Takabayashi & Dicke, 1996).

Las defensas directas son aquellas que actúan modulando solamente la relación con el depredador; esto puede ser mediante sustancias químicas, como los metabolitos secundarios los cuales pueden anular el riesgo de ataque o intoxicar a los depredadores. Por otro lado, las defensas indirectas actúan a través de una tercera parte o especie

mediadora, este patrón defensivo también se ha llamado defensa biótica (Agrawal, 1998; Rico-Gray y Oliveira, 2007). Estos mecanismos defensivos son comunes en la naturaleza y pueden expresarse constitutivamente, inducirse ante la amenaza de depredación o después de un ataque inicial (Karban & Baldwin, 1997; Agrawal *et al.*, 1999).

Una de las defensas bióticas más conspicuas en la naturaleza es la relación mirmecófila, la cual es generalmente de tipo mutualista. En esta relación, la hormiga asociada repele ataques de herbívoros a la planta hospedera, a cambio de recompensa, usualmente alimento y refugio, incrementando así la adecuación de ambos participantes de la interacción (Huxley, 1991; Crawley, 1997; Rosumek *et al.*, 2009).

Las respuestas inducidas en sistemas defensivos, que no asocian a plantas y hormigas, han sido caracterizadas

de manera extensa (Agrawal y Rutter, 1998; Röder, 2011) demostrándose que reducen el desempeño y la preferencia de los herbívoros en plantas previamente dañadas (Karban & Myers, 1989; Karban & Baldwin, 1997). Sin embargo, el papel de las respuestas inducidas, como mediadoras de interacciones como la mirmecófila, han sido poco explorada (Agrawal, 1998; Inui & Itioka, 2007; Bruna, 2008). No obstante, este sistema es ideal para el estudio de la mediación en respuestas inducidas, debido a que: *i*) las hormigas defensivas pueden ser análogas a compuestos secundarios (Janzen, 1966), y *ii*) las hormigas poseen mecanismos de detección de sistemas fitoquímicos (Hölldobler & Wilson, 1990) que potencialmente pueden emitir como alerta para las plantas.

Uno de los sistemas más notables y mejor estudiados de relación defensiva entre hormigas y plantas, es la interacción mutualista entre los árboles de *Acacia* y las hormigas del género *Pseudomyrmex*, en esta relación *Acacia* ofrece espinas huecas de origen estipular como sitio para el establecimiento y mantenimiento de la colonia de hormigas. Además, la planta suministra alimento por medio de nectarios extraflorales ubicados en los pecíolos de las hojas y cuerpos de Belt, los cuales son agregaciones amarillentas de lípidos y proteínas (Heil *et al.*, 2004) que se encuentran en la parte apical de los folíolos de hojas nuevas. Estas recompensas son continuamente cosechadas por las hormigas, las cuales se mantienen y anidad permanentemente en la planta (Janzen 1966; 1983, Dirzo *et al.*, 1997). En su permanencia, las hormigas defienden vigorosamente a su hospedero y a la colonia ante depredadores como mamíferos, reptiles y principalmente insectos herbívoros (Rehr *et al.*, 1973; Janzen, 1983, 1996).

No obstante el alto grado de estudio de esta interacción, existen pocas evidencias que apunten sobre la importancia potencial de las defensas inducidas en la relación *Acacia-Pseudomyrmex*. En Algunos trabajos se ha sugerido que el comportamiento agresivo de las hormigas es inducido por movimientos eventuales del follaje de la planta (Madden & Yung, 1992; Cronin, 1998). A pesar de estos estudios, no existen en la literatura evidencias de que el comportamiento defensivo de las hormigas sea inducido por sustancias volátiles de las plantas; sin embargo, este escenario es potencialmente probable. Por ejemplo, Agrawal, (1998) encontró en un sistema mirmecofílico (*Cecropia-Azteca*) que las sustancias volátiles inducen un mayor reclutamiento de hormigas en zonas dañadas, vislumbrando que este escenario puede ser generalizable a los demás sistemas mirmecófilos.

En este trabajo se pretende generar evidencia que apoye la predicción sobre el papel importante de las

defensas inducidas en la dinámica planta-hormiga. Para ello se realizaron experimentos mediante una sencilla manipulación en campo, la cual de una manera práctica, pueda evaluar la presencia potencial de señales químicas que provoquen el comportamiento defensivo de las hormigas en un sistema mirmecófilo.

MÉTODO

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el mosaico antropizado circundante a la Estación Biológica Tropical “Los Tuxtles”, del Instituto de Biología de la U.N.A.M (figura 1), cuya matriz de vegetación es de Selva Alta Perennifolia (González *et al.*, 1997). Todos los individuos de estudio fueron localizados en un pastizal aledaño a la estación, el cual presentaba una alta densidad de plantas de *Acacia cornigera* en una relativa homogeneidad ambiental (aproximadamente 300 plantas de acacia por hectárea). Dentro de este sitio se localizaron y marcaron plantas con altura (1.5 m aproximadamente) y arquitecturas foliares similares, que tuvieran como hormiga huésped a *Pseudomyrmex ferruginae*.

Se diseñaron tratamientos que intentaran extraer o desencadenar *in situ* dichas respuestas, cada uno de estos tratamientos fue aplicado conjuntamente con controles, en un diseño pareado dentro de una misma planta, tomando como área de observación hojas focales que compartieran la misma filotaxia, aplicando simultáneamente cada tratamiento y su respectivo control. La asignación de tratamientos en las plantas, así como dentro de las plantas (al nivel de hojas) se realizó mediante un sorteo al azar. Los tratamientos fueron:

Daño mecánico (DM): se realizó un corte con tijera removiendo el 40% del área foliar total de cada hoja focal seleccionada. El control para este tratamiento consistió en la manipulación de una hoja por medio de las tijeras pero sin realizar el corte, esto con el propósito de descontar el efecto del movimiento de las hojas al efecto del corte. Este tratamiento intenta emular a la herbivoría natural.

Maceración de Acacia

En una de las hojas se colocó una maceración de hojas de *Acacia cornigera*, para ello se recolectó follaje de *Acacia* (0.5 gr aproximadamente) en plantas independientes a los tratamientos, tomado hojas del mismo nivel de filotaxia que las hojas focales, este tejido fue macerado y colocado su totalidad en la parte central de las hojas seccionadas. Como control a este tratamiento se colocó una mace-

ración de lechuga (*Lactuca sativa*) en la misma forma y cantidad que la colocada en la hoja de tratamiento, descontando así la presencia de un objeto extraño sobre la hoja focal.

Extracto de Acacia

Se realizaron extractos de hojas de *Acacia*, para ello colectó follaje (0.5 g aproximadamente) en plantas independientes que se maceró en un ml de agua destilada; posteriormente este extracto fue filtrado en una tela de algodón y aplicado (0.5 gr aproximadamente) en el centro de la hoja focal designada. Como control a este tratamiento se colocaron igualmente un ml de agua pura filtrada en la tela de algodón a la hoja focal control.

Análisis estadístico

En cada una de las hojas focales (tratamiento y control) se registró el tiempo de llegada de la primera hormiga, lo cual da una estimación de la velocidad de respuesta de las hormigas al estímulo aplicado; además se realizaron censos puntuales a partir de primer minuto y hasta el minuto 20, para tener un registro del número de hormigas que se encuentran sobre las hojas focales en intervalos fijos de tiempo.

Debido a que el diseño planteado se basa en un modelo pareado (dos hojas de una misma planta) con tratamiento vs. control, se aplicaron pruebas de T-Student para muestras dependientes y así poder contrastar el número promedio de hormigas en las hojas focales; mientras que, para analizar diferencias en la velocidad de respuesta de las hormigas a los estímulos aplicados, se utilizó un rutina de Análisis de Tiempo de Fallas (Fox, 2001).

RESULTADOS

Número de hormigas por tratamiento

En total se analizaron 12 plantas por tratamiento (36 plantas en total para los tres tratamientos). En general, el tratamiento que tuvo un mayor promedio de visitas por minuto fue el de extracto de *Acacia* (media= 2.63 ± 1.72); mientras que el menor número de visitas lo mostró el tratamiento control de herbivoría (sólo movimiento; cuadro 1).

Daño mecánico (DM) vs. Movimiento

Al realizar la comparación para el número de hormigas entre los tratamientos de DM y movimiento, se encontró que el tratamiento de DM mostró una mayor tasa de visitas (1.62 ± 1.57) que el control de movimiento (0.4 ± 0.77); las diferencias fueron estadísticamente significativas ($t= 8.77$, $P<0.0001$). El intervalo donde se observó una mayor actividad de hormigas, en el tratamiento de herbivoría, fue en el minuto

tres y cinco; mientras que para el control de movimiento fueron los minutos siete y diez.

Maceración de Acacia vs. Maceración de Lechuga

Al realizar la comparación para el número de hormigas entre los tratamientos maceración de *Acacia* y de lechuga se encontró que, el tratamiento de *Acacia* mostró una mayor tasa de visitas (1.97 ± 1.72) que el control con extracto de lechuga (0.84 ± 1.04), las diferencias fueron estadísticamente significativas ($t=7.52$, $P<0.0001$). En el intervalo donde se observó una mayor actividad de hormigas fue en el minuto cuatro para el macerado de *Acacia*; mientras que para el macerado de lechuga, fueron los minutos cinco y once.

Extracto de Acacia vs. Agua

Al realizar la comparación, para el número de hormigas entre los tratamientos extracto de *Acacia* y agua, se encontró que el tratamiento de *Acacia* mostró una mayor tasa de visitas (63 ± 1.72) que el control con agua (1.6 ± 2.09), las diferencias fueron estadísticamente significativas ($t= 6.46$, $P<0.0001$). El intervalo donde se observó una mayor actividad de hormigas fue en el minuto doce para el extracto de *Acacia*, mientras que para el agua fue el minuto veinte.

Tiempo de arribo de la primera hormiga

En general, el tratamiento que mostró un tiempo más corto en la respuesta de las hormigas fue el extracto de *Acacia* (35.8 ± 24.9); mientras que el tratamiento de daño mecánico mostró la mayor demora en la respuesta de las hormigas (202.76 ± 446.5 ; cuadro 1).

Daño mecánico vs. Movimiento

Al realizar la comparación para el tiempo de arribo de la primera hormiga, entre los tratamientos de herbivoría y movimiento, se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos (Cox's $F=1.02$, $P<0.4864$; figura 2).

Maceración de Acacia vs. Maceración de Lechuga

Para la comparación del tiempo de arribo de la primera hormiga, entre los tratamientos maceración de *Acacia* y de lechuga, se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos (Cox's $F=1.93$, $P<0.1529$; figura 3).

Extracto de Acacia vs. Agua

Para la comparación del tiempo de arribo de la primera hormiga, entre los tratamientos extracto de *Acacia* y agua,

se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos (Cox's $F=2.41$, $P<0.07$; figura 4).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de los análisis de los coeficientes de variación se encontró que los controles mostraron valores altos (124-191%) en comparación a los tratamientos (65-96%; cuadro 1). Esto puede indicar que las hormigas responden de manera errática a las señales de disturbio y que, independientemente de la calidad de la señal, estas áreas pueden ser visitadas en un proceso de "verificación" más que de respuesta al ataque de herbívoros.

Por otro lado, este estudio mostró que los tratamientos (daño mecánico, macerado y extracto) tienen más visitas que sus respectivos controles. Esto señala que las hormigas tienen la capacidad de discriminar entre señales de mejor calidad (e.j. químicos volátiles) sobre simples señales de disturbio; las cuales pueden ser igualmente atendidas, pero sin desencadenar procesos de reclutamiento de hormigas. A este respecto, la efectividad de la defensa inducida debe de estar asociada a la capacidad de comunicación (e.j. feromonas) entre la colonia de hormigas (Agrawal, 1998; Agrawal & Rutter, 1998).

En el contraste entre el tratamiento de Daño Mecánico vs. Movimiento, se encontró que las plantas con daño tienen mayor número de visitas que el tratamiento control (movimiento); esto es un dato interesante debido a que Young *et al.*, (1990) reportaron que la actividad de *Pseudomyrmex spinicola* y *P. flavicornis*, en árboles de *Acacia*, se incrementaba a más del doble cuando las plantas sufrían un tipo de perturbación por movimiento. Esta observación ha sido confirmada por Cronin, (1998), quien evaluó la interacción entre *Pseudomyrmex-Acacia* y encontró que la actividad de las hormigas se ve incrementada con sólo la llegada de los herbívoros. Sin embargo, en el presente estudio no se encontraron evidencias de que el movimiento sea un factor que active significativamente el patrullaje de las hormigas. Desde un punto de vista zocéntrico, el activar el patrullaje por señales de movimiento es una estrategia riesgosa, debido a que esta señal puede ser sumamente inconsistente con el ataque de herbívoros (e.j. lluvia, ráfagas de aire., etc.). Por tanto, el responder a este tipo de señales erróneas puede tener un costo energético alto y riesgos de depredación para las hormigas. Si bien el daño mecánico, sugerido en este estudio, puede emular a la respuesta de la planta ante herbívora natural, esta extrapolación debe de ser cuidadosa debido a los procesos químicos que los herbívoros

pueden desencadenar en las plantas, un tratamiento que considere la adición de un inductor de respuestas (e.j. metil jasmonato) podría clarificar esta aseveración.

También se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de macerado y extracto con sus respectivos controles. Ambos tratamientos tienen en común el potencial de magnificar señales químicas de alerta para el patrullaje de las hormigas. Estas diferencias indican la existencia de dicha sustancia que funciona como señal (e.j. hexanal), la cual produce un efecto en el reclutamiento de las hormigas a las zonas de alerta; esta hipótesis deberá ser corroborada por estudios subsiguientes. Es interesante resaltar que el tratamiento de extracto de *Acacia* presentó la media más alta de visitas de todos los tratamientos, además del coeficiente de variación más bajo, lo que indica que esta es la señal más fidedigna, para desatar una respuesta en las hormigas, probada en este estudio.

Los análisis de fallas tiempo mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de arribo de la primera hormiga después de un disturbio, este análisis es compatible con la idea de que las hormigas patrullan constantemente la planta y pueden responder a estímulos erróneos. Sin embargo, es importante señalar que la respuesta real a los estímulos fidedignos se traduce en una mayor efectividad del reclutamiento, en este sistema, no así en velocidad de respuesta al estímulo. En contraste a esta aseveración, en la comparación de tiempo de arribo en el tratamiento de extracto vs. agua, se encontró una tendencia marginal ($P=0.07$) apuntando hacia el tratamiento de extracto de *Acacia* con una mayor velocidad de respuesta. Esto puede estar relacionado por la calidad del estímulo y pone en evidencia que un estímulo adecuado y magnificado puede ocasionar una respuesta positiva en dos direcciones: *i*) mayor velocidad de llegada al estímulo y *ii*) mayor capacidad de reclutamiento de hormigas.

El patrullaje y defensa de las plantas, puede ser una actividad riesgosa para las hormigas e implica el uso de obreras que pueden ser destinadas para el cuidado de las larvas o recolectar alimento (Oster y Wilson, 1978). Por lo tanto, existe un interés implícito de minimizar el tiempo de patrullaje en el follaje de las plantas. Además, asociado al patrullaje, existe el riesgo de depredación, lo cual afectaría directamente al interés de la colonia de hormigas. De tal forma que las hormigas deben de responder a señales fidedignas para invertir tiempo y recursos en la defensa de sus plantas hospederas. Este escenario es compatible con los datos en este estudio, puesto que en general las hormigas incrementaron su

reclutamiento mediante estímulos asociados al daño real (maceraciones, extractos y herbivoría), lo cual sugiere la presencia de señales químicas honestas que estimulan el patrullaje y reclutamiento de *Pseudomyrmex*.

Los resultados discutidos traen una nueva pregunta a resolver: ¿por qué una relación mirmecófila “estable”, como la establecida en *Acacia-Pseudomyrmex*, es mediada por sistemas de defensas inducidas? (cf. Agrawal & Rutter, 1998). Existen evidencias indirectas que sugieren que las recompensas proporcionadas por las plantas, en las relaciones mirmecófilas (refugio y alimento), son costosas y pueden desviar recursos para el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, la función defensiva de las hormigas debe de ser efectiva, sobre todo en plantas demandantes de luz y con tasas de crecimiento altas como los árboles de *Acacia* (Dirzo *et al.*, 1997), debido a que el mantenimiento de la colonia de hormigas en esta especie puede comprometer su desempeño ecológico (vía una menor tasa de crecimiento, supervivencia o reproducción).

En las plantas de *Acacia*, los cuerpos de Belt son producidos únicamente en las hojas nuevas, esto puede ser una estrategia de direccionar el patrullaje de las hormigas a tejido fotosintético más “valioso” para las plantas. Esto es una evidencia indirecta de que el recurso alimenticio (cuerpos de Belt) es costoso para las plantas, por lo tanto estos no pueden ser producidos en todo el follaje, lo cual traería como consecuencia un patrullaje intenso por toda la planta. Este argumento fortalece la alternativa de desarrollar compuestos menos costosos que alerten eficazmente a las hormigas sin invertir en recompensas

caras que comprometan el desempeño de la planta, por tanto cualquier sistema que potencialice la efectividad de las hormigas debería ser evolutivamente ventajoso. Sin embargo, es importante señalar que, la magnitud de la respuesta a los estímulos provocados por el daño pueden estar relacionados con el tamaño de la colonia así como a la especie de hormigas a la cual este asociada la planta (Cronin, 1990).

Estudios en sistemas similares, como *Cecropia-Azteca* (Agrawal, 1998), han reportado que la inducción del reclutamiento de las hormigas es regulado por químicos volátiles, esta interacción es mediada por un sistema de recompensa (cuerpos de Müller), estructuralmente diferentes a los ofrecidos por *Acacia* (cuerpos de Belt y nectarios). Sin embargo, este estudio muestra evidencias de que ambas interacciones pueden ser moduladas mediante la inducción de respuestas bióticas y que este sistema tiene el potencial de ser común y generalizable en las relaciones mirmecófilas. Finalmente, esta investigación confirma que las señales químicas de inducción son un factor notable y que pueden llegar a modular las interacciones bióticas y sus resultados para cada una de las especies interactuantes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las Dras. Betzabé Ruiz y Lucero Sevillano, y al Dr. Nestor Mariano por su ayuda en el trabajo de campo, así como al Dr. Rodolfo Dirzo por su apoyo y discusión en la idea original del proyecto.

LITERATURA CITADA

- AGRAWAL A.A., 1998. Leaf damage and associated cues induced aggressive ant recruitment in a Neotropical ant-plant. *Ecology* 79: 2100-2112.
- AGRAWAL A.A. & M.T. RUTTER, 1998. Dynamic anti-herbivore defense in ant-plants: the role of induced responses. *Oikos* 83: 227-236.
- AGRAWAL A.A. & B.J. DUBIN-THALER, 1999. Induced responses to herbivory in the Neotropical ant-plant association between *Azteca* ants and *Cecropia* trees: response of ants to potential inducing cues. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 45: 47-54.
- AGRAWAL A.A., S. TUZUN, & E. BENT (eds), 1999. *Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology, and agriculture*. American Phytopathological Society, St Paul. 390 p.
- AGRAWAL A.A., 2007. Macroevolution of plant defense strategies. *Trends in Ecology & Evolution* 22 (2), 103-109.

- BRUNA E.M., M.R. DARRIGO, P.A.M. FURUYA & H.L. VASCONCELOS, 2008.** Interspecific variation in the defensive responses of ant mutualists to plant volatiles. *Biological Journal of the Linnean Society* 94: 241-249.
- BUCKLEY R., 1987.** Ant-plant homopteran interactions. *Advances in Ecological Research* 16: 53-85.
- COLEY P.D. & J.A. BARONE, 1996.** Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.
- CRAWLEY J.M., 1997.** *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, London. Pp. 401-474.
- CRONIN G., 1998.** Between-species and temporal variation in acacia-ant-herbivore interactions. *Biotropica* 30: 135-139.
- DIRZO R., MARTÍNEZ, R.I., y S. SINACA COLÍN, 1997.** *Acacia cornigera* (cornizuelo) En: González E, Dirzo R. y Vogt R.C. (Eds.) 1997. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. U.N.A.M. México. Pp. 87-88.
- FOX, G.A., 2001.** Failure time analysis: studying times-to-events and rates at which events occur. En: Scheiner S y J Gurevitch (Eds). *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 253-289.
- GONZÁLEZ E., R. DIRZO y R.C. VOGT, 1997.** *Historia Natural de Los Tuxtlas*. U.N.A.M. Mexico, 647 p.
- HARPER J.L., 1977.** *Population biology of plants*. Academic Press, London. 892 p.
- HEIL M., B. BAUMANN, R. KRÜGER & E. LINSENMAIR, 2004.** Main nutrient compounds in food bodies of Mexican Acacia ant- plants. *Chemoecology* 14: 45-52.
- HÖLLDOBLER B. & E.O WILSON, 1990.** *The ants*. Belknap Press, Cambridge. 732 p.
- HUXLEY C.R., 1991.** Ants and plants: a diversity of interactions. En Huxley C R y D F Cutler (Eds.). *Ant-Plant interactions*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 1-14
- INUI Y. & E. ITIOKA, 2007.** Species-specific leaf volatile compounds of obligate *Macaranga* mirmecophytes and host-specific aggressiveness of symbiotic *Crematogaster* ants. *Journal of Chemical Ecology* 33: 2054-2063.
- JANZEN D.H., 1966.** Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20: 249-275.
- JANZEN, D.H., 1983.** *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago. 816 p.
- KARBAN R. & J. H. MYERS, 1989.** Induced Plant Responses to Herbivory. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 331-348.
- KARBAN R. y I.T. BALDWIN, 1997.** *Induced Responses to Herbivory*. University of Chicago Press, Chicago. 319 p.
- MADDEN D. & T.P. YOUNG, 1992.** Symbiotic ants as an alternative defense against girafe herbivory in spinescent *Acacia drepanolobium*. *Oecologia* 91: 235-238.
- MARQUIS R.J., 1992.** Selective impact of herbivores. En Fritz R S. y E L Simms (Eds.). *Plant resistance to herbivores and pathogens: Ecology, Evolution and Genetics*. Chicago Press, Chicago. Pp. 301-322

- MARQUIS R.J., 2005.** Impacts of herbivores on tropical plant diversity. En Burslem D. F. R. P., Pinard M. A. y S E Hartley (Eds.). *Biotic Interactions in the Tropics: Their Role in the Maintenance of Species Diversity*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 328-346.
- MILEWSKI A.V., T.P. YOUNG & D. MADDEN, 1991.** Thorns as induced defenses: experimental evidence. *Oecologia* 86: 70-75.
- OSTER G.F. & E.O. WILSON, 1978.** *Caste and ecology in the social insects*. Princeton Univ. Press, Princeton. 372 p.
- REHR S.S., P.P. FEENY & D.H. JANZEN, 1973.** Chemical defense in Central American non-ant-acacias. *Journal of Animal Ecology* 42: 405-416.
- RICO-GRAY V. & P.S. OLIVEIRA, 2007.** *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. Chicago Press, Chicago. 320 p.
- RÖDER G., M. RAHIER & R.E. NAISBIT, 2011.** Do Induced Responses Mediate the Ecological Interactions Between the Specialist Herbivores and Phytopathogens of an Alpine Plant? *PLoS ONE* 6: e19571.10.1371/journal.pone.0019571
- ROSUMEK F.B., F.A.O SILVEIRA, F. DE S. NEVES, N.P. DE U. BARBOSA, L. DINIZ, Y. OKI, F. PEZZINI, G.W. FERNANDES & T. CORNELISSEN, 2009.** Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. *Oecologia* 160: 537-549.
- TAKABAYASHI J. & M. DICKE, 1996.** Plant carnivore mutualism through herbivore-induced carnivore attractants. *Trends Plant Sciences* 1: 109-113.
- YOUNG B.E., M. KASPARI & T.E. MARTIN, 1990.** Species-specific nest site selection by birds in ant-*Acacia* trees. *Biotropica* 22: 310-315.

Tratamiento	Media	S.D.	C.V.
Daño mecánico	1.62	1.57	96.82
Control (movimiento)	0.4	0.77	191.35
Macerado Acacia	1.97	1.72	87.31
Control (macerado lechuga)	0.84	1.04	124.02
Extracto de Acacia	2.63	1.72	65.22
Control (agua)	1.6	2.09	130.86

TABLA 1

Valores promedio, desviaciones estándar y coeficientes de variación para el número de hormigas por minuto al final de veinte minutos de observación en *Acacia cornigera*. das en algunas regiones de México.

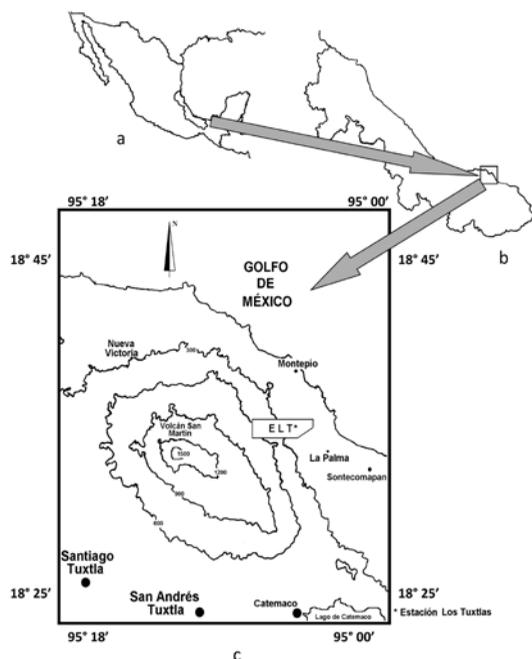


FIGURA 1

Localización del área de estudio, zona de Los Tuxtlas en el estado de Veracruz a) México, b) Veracruz, c) Los Tuxtlas (Gonzalez *et al.*, 1997).

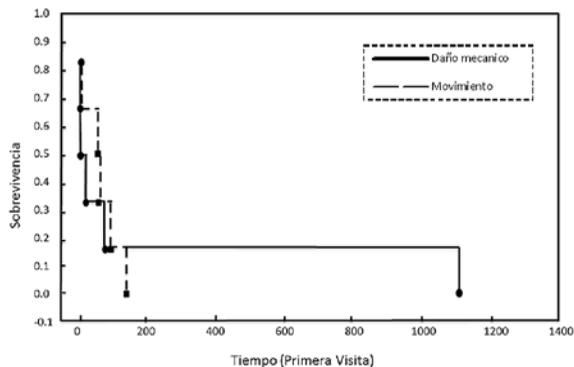


FIGURA 2

Función de sobrevivencia que muestra el tiempo de arribo de la primera hormiga, contrastando entre tratamiento de herbivoría vs. movimiento.

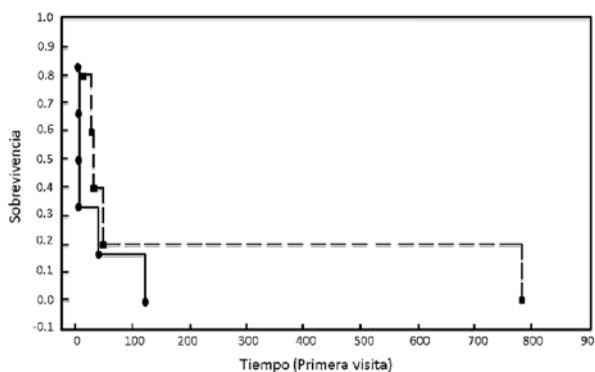


FIGURA 3

Función de sobrevivencia que muestra el tiempo de arribo de la primera hormiga, contrastando entre tratamiento de herbivoría vs. movimiento.

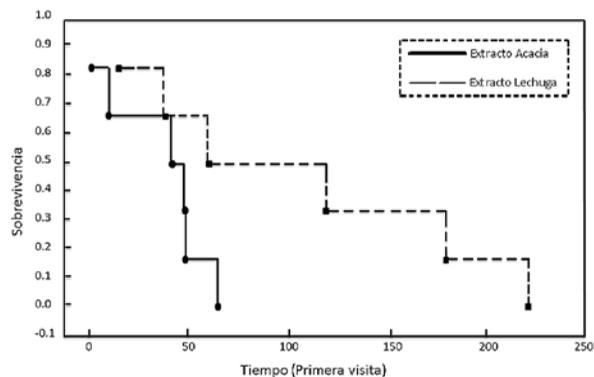


FIGURA 4

Función de sobrevivencia que muestra el tiempo de arribo de la primera hormiga, contrastando entre tratamiento de Macerado de Acacia vs. Macerado de Lechuga

Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae) en Chiapas, México

Carolina Orantes-García¹
Rubén Antonio Moreno-Moreno²

¹Facultad de Ciencias Biológicas | ²Facultad de Ingenierías, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1155, col. Lajas Maciel, CP 29039, Chiapas, México. E-mail: c_orantes@hotmail.com carolina.orantes@unicach.mx

RESUMEN

Tabebuia rosea y *Tabebuia donnell-smithii*, son especies de árboles nativos de la Selva Zoque, Chiapas, pertenecen a la familia Bignoniaceae, tienen importancia maderera para la elaboración de muebles, construcción de casas y combustible (leña), además por ser árboles de gran hermosura durante la floración, sirven para ornato, cercas vivas y son muy útiles en la apicultura como especie melífera. Mediante el método de tinción de tetrazolium, se determinó el porcentaje de semillas viables y la pérdida de viabilidad debido al periodo de almacenamiento (0, 3, 6, 9, 12 meses) en semillas *T. rosea* y *T. donnell-smithii*. Se encontró que las semillas recién recolectadas presentan 100% de viabilidad, la cual va descendiendo hasta mostrar menos de 20% en ambas especies después de 12 meses de almacenamiento. En conclusión, el envejecimiento de las semillas provoca una declinación en la capacidad de germinación.

Palabras clave: *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell-smithii*, viabilidad, tetrazolium, Bignoniaceae.

ABSTRACT

Tabebuia rosea and *Tabebuia donnell-smithii*, species of trees native to the Selva Zoque, Chiapas, belonging to the family Bignoniaceae, are important timber for furniture making, building houses and fuel (wood), as well as being trees of great beauty during flowering, serve as ornamental, living fence and are very useful in the honey bee as a species. By tetrazolium staining method, it was determined the percentage of viable seeds and loss of viability due to the storage time (0, 3, 6, 9, 12 months) in seeds *T. rosea* and *T. donnell-smithii*. Found that freshly harvested seeds have 100% viability, which goes down to show less of 20% in both species after 12 months of storage. In conclusion, seed aging causes a decline in the ability to germinate.

Keywords: *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell-smithii*, viability, tetrazolium, Bignoniaceae.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional existen aproximadamente 9,000 especies de árboles y arbustos nativos distribuidos en distintos ecosistemas (Rzedowski, 1992). Sin embargo de las 484 especies de plantas utilizadas por el PRONARE (Programa Nacional de Reforestación), sólo el 31.4% corresponden a árboles y arbustos nativos (9.7% son coníferas y 21.7% son latifoliadas de clima templado y tropical), el resto (68.6%) está representado por palmas, cícadas y especies exóticas (*e.g.* eucaliptos y casuarinas) las cuales resultan extrañas a los hábitats que se están reforestando (Niembro, 2001). La principal razón por las cuales estas especies no se han utilizado en los programas de refores-

tación, restauración ecológica y desarrollo agroforestal, se debe al desconocimiento de diversos aspectos biológicos, fisiológicos y ecológicos, entre los que destacan los procedimientos adecuados para la colecta, procesamiento y almacenaje de las semillas, así como los requerimientos para su germinación (Vásquez y Batis, 1996; Vásquez *et al.*, 1999; Niembro, 2001). Al ser las semillas reservorios de material genético y constituir una de las formas más importantes de germoplasma vegetal (Hartmann y Kester, 1994) el conocimiento de su biología, en especial de sus patrones de germinación, es fundamental para comprender no sólo los procesos naturales que ocurren en las comunidades vegetales, tales como el establecimiento, la regeneración y la sucesión, sino para poder llevar a cabo

una adecuada propagación, establecimiento y manejo de las especies (Vázquez y Orozco, 1993).

No obstante, la falta de investigación sigue siendo una limitante para establecer programas de restauración ecológica y reforestación con especies nativas (Bonfil y Trejo, 2010). Es por ello que el presente estudio tuvo como objetivo determinar el porcentaje de semillas viables y la pérdida de viabilidad debido al periodo de almacenamiento (0, 3, 6, 9, 12 meses) en semillas *T. rosea* y *T. donnell-smithii*. Son árboles nativos de la Selva Zoque-Chiapas, esta selva se caracteriza principalmente por la presencia de especies endémicas, raras y en peligro de extinción, es una continuidad de masa forestal, compartida con las selvas de Chimalapas (Oaxaca) y Uxpanapa (Veracruz), a nivel internacional es considerada por WWF y la UICN-Unión Mundial para la Conservación, como Centro de Diversidad de Plantas (WWF Global, 2000). Como parte de esta selva se incluye la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO), la cual juega un papel primordial en esta región, sobre todo en la captación y recarga de acuíferos. Forma parte del corredor biológico de la Selva Zoque, además es considerada como un área *hotspot* en México (Flamenco, 2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolección de semillas

Los frutos se recolectaron en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote a 16° 55' 50" latitud norte y 93° 25' 7.5" latitud oeste en un intervalo altitudinal entre 750 y 1,500 msnm en Chiapas, México, mismas que se colocaron en bolsas de papel para ser trasladadas al Laboratorio de Banco de Germoplasma Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

Descripción botánica de las especies en estudio.

En la figura 1, se muestran las características de *T. rosea*: a) Árbol de hasta 25 m de altura y d.a.p. de hasta 70 cm, b) Flores en panículas cortas con ramas cimosas, en las axilas de hojas abortivas o terminales, de hasta 15 cm de largo, color rosa lavanda, a veces blanco, c) Frutos en cápsulas estrechas de hasta 35 cm de largo, lisas, con 2 suturas laterales, péndulas, d) Las cápsulas contienen numerosas semillas aladas y delgadas, blanquecinas, las alas hialino-membranáceas, conspicuamente demarcadas del cuerpo de la semilla (Pennington y Sarukhán, 2005).

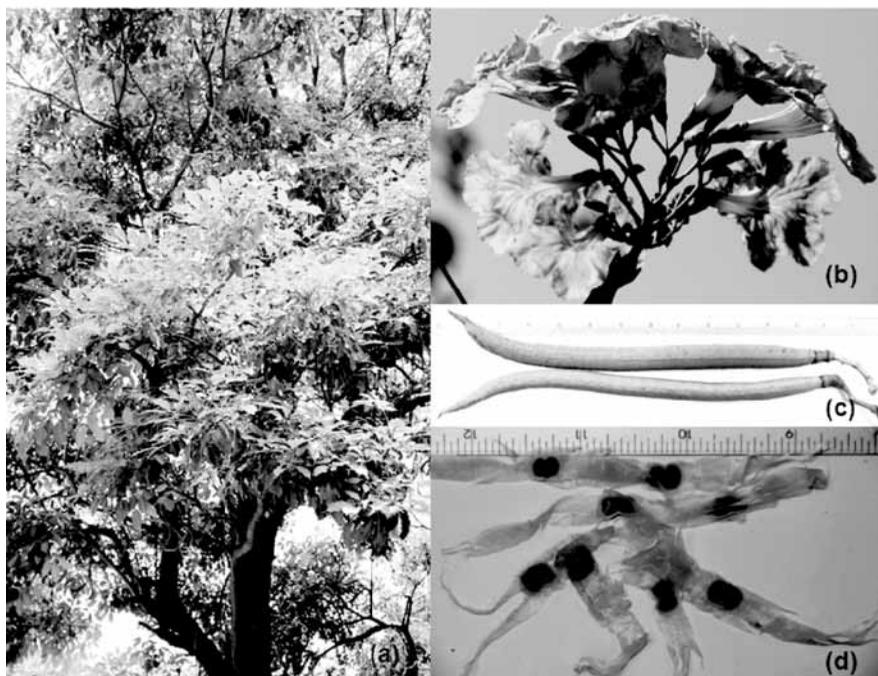


FIGURA 1

Tabebuia rosea (Bertol) DC (Bignoniaceae), comúnmente llamada en la Selva Zoque-Chiapas como Matilishuate.

T. donnell-smithii (figura 2), *a*) Árbol de hasta 30 m y d.a.p. de hasta 70 cm, *b*) Flores en panículas terminales, piramidales, con ramas cimosas, color amarillento intenso, *c*) Frutos cápsulas de 25–50 cm de largo, péndulas,

aplanadas, agudas, con 9–12 costillas irregulares, verde parduscas *d*) Las cápsulas contienen numerosas semillas aladas y aplanadas, pardo amarillentas (Pennington y Sarukhán, 2005).

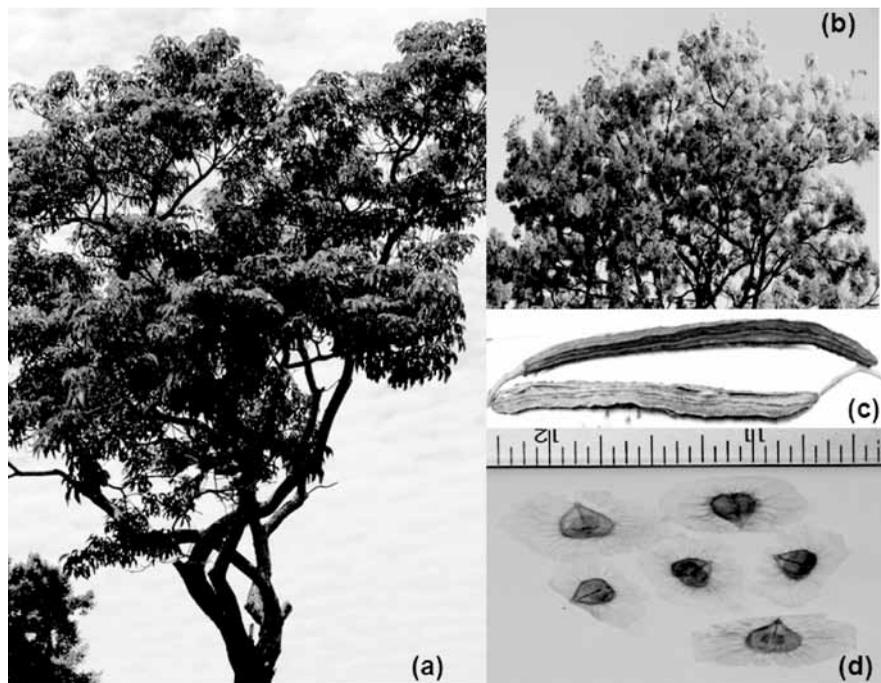


FIGURA 2

Tabebuia donnell-smithii Rose (Bignoniaceae), comúnmente llamada en la Selva Zoque como Árbol de Primavera.

Prueba de viabilidad. Se registró la viabilidad (capacidad de vida) de las semillas transcurridos 0, 3, 6, 9 y 12 meses de almacenamiento. Las semillas fueron almacenadas en bolsas de papel estraza, en una alacena de madera libre de humedad y con temperatura ambiente promedio de 25°C. Se humedecieron tres lotes de 100 semillas por especie, resultando en un total de 300 semillas por cada una (*T. rosea* y *T. donnell-smithii*), durante 24 h para facilitar un corte longitudinal en la testa y separar los cotiledones, a los cuales se les aplicaron tres gotas de la solución de tinción de tetrazolium (0.5% cloruro 2,3,5 trifenil-2H tetrazolio) permaneciendo durante 24 h en cajas Petri a temperatura ambiente dentro de bolsas de papel estraza para limitar la exposición a la luz (ISTA, 1993). Cada semilla fue observada con un microscopio estereoscópico Carl ZEISS®, registrándose el número de semillas teñidas. Mediante el paquete estadístico SPSS

15.0 (SAS, 2006), se aplicó un análisis de ANOVA en un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 2002) al número de semillas viables transformadas con la función arcoseno, para determinar si el periodo de almacenamiento, afectó o no la viabilidad de las semillas.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la viabilidad de las semillas no se encontraron diferencias significativas entre especies. El promedio de la viabilidad de las semillas de *T. rosea* y *T. donnell-smithii* fue de 100% sin almacenamiento descendiendo menos del 20% a los 12 meses de almacenamiento. Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tiempos de almacenamiento ($p < 0.0001$), lo cual confirma que el periodo de almacenamiento provocó una disminución en la viabilidad de las semillas (figura 3).

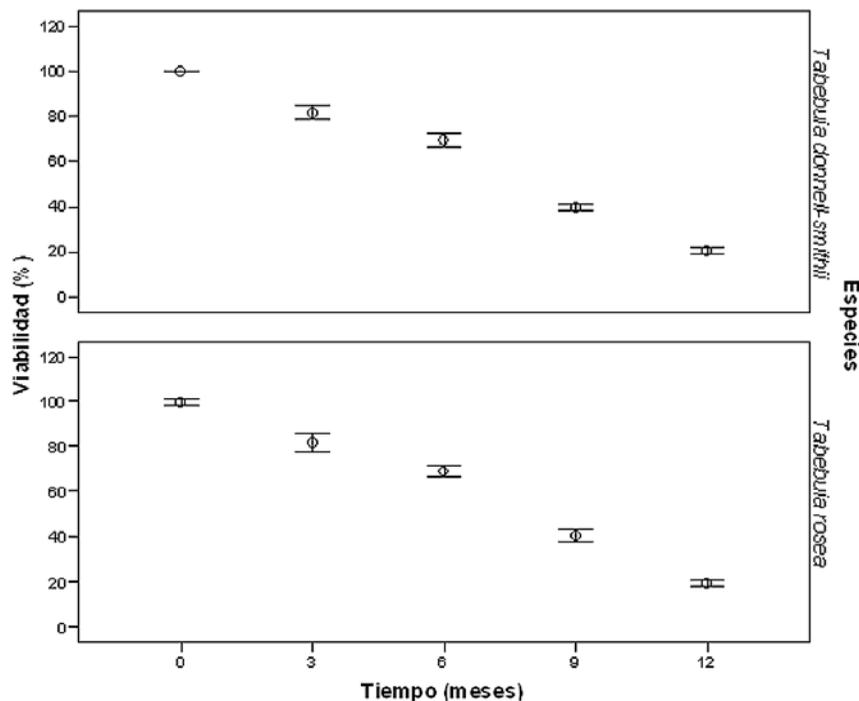


FIGURA 3

Viabilidad de semillas de *Tabebuia rosea* y *Tabebuia donnell-smithii*, a lo largo de un periodo de almacenamiento de 12 meses. Los datos corresponden a promedios y las barras a error estándar.

De acuerdo con Bidwell (2000), el envejecimiento es un factor que generalmente disminuye la viabilidad en las semillas, y es de suma importancia conocer la viabilidad de las semillas para determinar el periodo de tiempo en el que conservan su capacidad para germinar y así lograr una propagación exitosa (Hartmann y Kester 1994). Carvalho y Nakagawa (1993) argumentan que el porcentaje de viabilidad está influenciado por las características genéticas de la planta progenitora y por factores ambientales como las condiciones climáticas durante la floración, formación, desarrollo y maduración del fruto, el grado de madurez de la semilla al momento de la cosecha y el manejo durante la colecta y la postcosecha, factores que no se analizaron en el presente trabajo. La viabilidad de las semillas de *T. rosea* y *T. donnell-smithii*, se reduce en el periodo de un año de almacenamiento.

CONCLUSIONES

La viabilidad de las semillas de *T. rosea* y *T. donnell-smithii*, presenta un decaimiento conforme al tiempo de almacenamiento. En promedio la viabilidad de las semillas en las dos especies fue de 100% sin periodo de almacenamiento; sin embargo, esto descendió al final del periodo de un año en ambas especies ($\leq 20\%$).

AGRADECIMIENTO

Al apoyo institucional y financiero del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), a través del proyecto *Recursos vegetales nativos útiles en comunidades campesinas de la Selva Zoque-Chiapas*, con clave PROMEP-4.07. PRDI551.PY1027.138.

LITERATURA CITADA

- BIDWELL, R.G.S., 2000.** *Fisiología Vegetal*. AGT editores, S.A. México, D.F. 784 p.
- BONFIL, C. & I. TREJO, 2010.** Plant propagation and the ecological restoration of Mexican tropical deciduous forests. *Ecological Restoration* 28: 369-376.
- CARVALHO, M. Y J. NAKAGAWA, 1993.** *Sementes. Ciência, tecnologia e produção*. Fundacao Cargill. Campinas. 429 p.
- FLAMENCO, S.A.F., 2008.** *Dinámica y escenarios sobre los procesos de cambio de cobertura y uso de terreno en el sureste de México: El Caso de la Selva El Ocote, Chiapas*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, UNAM, México. 106 p.
- HARTMANN, H.T. Y D.E. KESTER, 1994.** *Propagación de Plantas y Principios Básicos*. CECSA. México, D.F. 760 p.
- ISTA, 1993.** International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 21:77-288.
- MONTGOMERY, D.C., 2002.** *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 126 p.
- NIEMBRO, R.A., 2001.** Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. *Revista Madera y Bosques* 7:3-11.
- PENNIGNTON, D.T. Y J. SARUKAN, 2005.** *Árboles tropicales de México*. Fondo de cultura económica. Universidad Autónoma de México, D.F. 523 p.
- RZEDOWSKI, J., 1992.** *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*. In *Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana. G. Halffter (eds.). Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. México. Pp. 313-335.
- SAS, 2006.** *SPSS Statistics and graphics guide*. Statistical discovery software. Institute Cary. N.C.
- VÁZQUEZ, Y.C. Y A. OROZCO, 1993.** Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 69-87.
- VÁZQUEZ, Y.C. Y A.I. BATIS, 1996.** Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58:75-84.
- VÁZQUEZ, Y.C., A.I.B. MUÑOZ, M.I.A. SILVA, M.G. DÍAZ, Y C.S. DIRZO, 1999.** *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. J-084, CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM, México. 14 p.
- WWF GLOBAL, 2000.** *Panoramas desde el Bosque: iniciativas de manejo de los bosques naturales en Latinoamérica*. WWF, Costa Rica. 33 p.

Aprovechamiento de la cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) Como sustituto de harina de trigo para la elaboración de dos productos de panificación

Abimael Méndez Hernández, Karla Paola Aguilar Espinosa*,
Paulina Ayvar Ramos, Gabriela Palacios Pola,
Marcos Gabriel Molina López, Tlayuhua Rodríguez García.

Laboratorio de Gastronomía Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel. 01-961-6170440 ext. 4260. *E-mail: karla.aguilar@unicach.mx

RESUMEN

El plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) es un alimento de fácil obtención en cualquier época del año y por su bajo costo es incluido en diversas recetas, además de poseer nutrientes como carbohidratos, minerales, vitaminas y proteínas (Dávila, 2007). Durante su procesamiento, la cáscara es obtenida como subproducto. Sin embargo, la cáscara representa un residuo orgánico que por lo general se dispone en la basura o es empleado para elaborar alimento para ganado, pero que presenta propiedades nutricionales de interés. El objetivo de la presente investigación fue determinar el grado de aceptación de productos de panificación (bolillo y muffin) adicionados o no con harina de cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.). Bolillo y muffin fueron elaborados mediante la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano macho (HCPM) en una proporción 1:10 (plátano: trigo). Una prueba hedónica estructurada de 7 puntos utilizando 60 jueces no entrenados fue realizada para determinar el grado de aceptación en términos del sabor, color y olor. Una análisis de varianza ($p < 0.05$) fue realizado para el análisis de los datos y la prueba de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que existen diferencias estadísticas significativas entre las muestras y que la adición de la HCPM mejoró el grado de aceptación de los productos de panificación elaborados con respecto a los productos elaborados únicamente con harina de trigo.

Palabras clave: evaluación sensorial, deshidratación, proporción harina de trigo/harina de cáscara de plátano, bolillo, muffin.

ABSTRACT

The banana (*Musa paradisiaca* L.) is a readily available food at any time of the year for its low cost and is included in many recipes, besides having nutrients like carbohydrates, minerals, vitamins and proteins (Dávila, 2007). During processing, the shell is obtained as byproduct. However, the peel represents an organic residue which usually is arranged in the waste or is used to produce cattle feed, but which has nutritional properties of interest. The aim of this investigation was to determine the degree of acceptance of bakery products (french bread and muffin) added or not for banana peel flour (*Musa paradisiaca* L.). French bread and muffin were prepared by replacing wheat flour for banana peel flour (HCPM) in 1:10 (banana-wheat). A structured hedonic test 7 points using 60 untrained judges was conducted to determine the degree of acceptance in terms of taste, color and odor. An analysis of variance ($p < 0.05$) was performed to analyze the data and the mean test was performed by the Tukey test. The results showed that there are statistically significant differences between the acceptability of the samples with the addition of HCPM respect to products made only with wheat flour.

Keywords: sensorial evaluation, drying, wheat flour: banana peel flour ratio, french bread, muffin.

INTRODUCCIÓN

El plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. El cultivo del plátano abarca rangos extremos de tolerancia desde condiciones de bosque húmedo templado (desde 12°C hasta 18°C), hasta condiciones de bosque seco tropical (>24°C). Es cultivado en África, India, Centro y Suramérica, con condiciones de temperatura ideal entre 25°C a 30°C, la mínima no debe ser inferior a los 15°C, ni la máxima

superior a 35°C (Simmonds, 1987). Además de su comercialización en fresco, este fruto se ha industrializado con el fin de obtener productos como harina de la pulpa de plátano, hojuelas secas o fritas, rebanadas congeladas o plátanos conservados por frío (Rodas- García, 1993). Investigadores del Instituto Politécnico Nacional elaboran harina precocida con la pulpa de plátano macho verde altamente nutritiva, para preparar alimentos para bebé, galletas, panes, pastas y bebidas refrescantes, además de utilizarse como materia prima para producir jarabe de glucosa y fibra, y de ese modo

diversificar el consumo del fruto para contribuir a mejorar la calidad nutricional de la población mexicana (Simmonds, 1990). El proceso para obtener la harina debe ser meticuloso, a fin de conservar las propiedades alimenticias del fruto (Ovando-Zavala, 1999). Sin embargo, la cáscara es un desecho obtenido del procesamiento del plátano. Ésta contribuye hasta un 7% del fruto, lo que lo hace ser un subproducto al que es necesario dar atención. Diversos autores han evaluado el potencial nutrimental de la harina de cáscara de plátano encontrando que tiene un elevado potencial como ingrediente funcional en alimentos (Ramli *et al.*, 2010). Gil-Garzón *et al.*, (2011) sustituyeron harina de trigo por harina de banano verde con cáscara y encontraron que esta no podría ser mayor a 16%. Otros autores que han utilizado la cáscara de plátano para la elaboración de fideos, concluyeron que la pulpa de plátano y la harina de cáscara de plátano *avocado* podrían ser útiles para controlar la hidrólisis del almidón de tallarines amarillos, a pesar de que algunas de las propiedades fisicoquímicas de los fideos fueron alterados (Ramli *et al.*, 2009).

Para la elaboración del pan se utilizan básicamente harina, agua, levadura y sal. La panificación se basa en la utilización de toda una gama de harinas que varía en la calidad y los productos obtenidos. Las masas batidas son aquellas donde interviene un elemento batido o esponjado al que introducimos aire de forma mecánica o manual. Las masas fermentadas son aquellas en las cuales se emplea levadura y necesitan un proceso de fermentación antes de su cocción. Estas masas se caracterizan por tener una gran elasticidad y una textura esponjosa. Su preparación es larga por la utilización de fermentos que se agregan a la masa base, por el formado de piezas y la fermentación posterior (Hernández, 2010). En ambos tipos de masas es factible sustituir una proporción de harina de trigo por HCPM.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el grado aceptación de productos de panificación (bolillo y muffin) adicionados o no con harina de cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.).

Metodología

Para la elaboración de harina de cáscara de plátano macho (HCPM), los plátanos con un mediano estado de madurez se lavaron con agua y jabón comerciales, seguidos de una desinfección con plata coloidal (5 gotas / L de agua) por 20 minutos. Posteriormente los frutos fueron pelados a mano y la cáscara fue secada a 50-60° C durante 3 horas. La cáscara fue molida hasta un tamaño de partícula de 0.5 mm y almacenada en bolsas de polietileno hasta su utilización.

Una vez obtenida la HCPM se incorporó en una proporción 1:10 (p / p) con respecto a la cantidad de

harina de trigo, seguida de los ingredientes para masa batidas o fermentadas (tabla 1). Estudios preliminares determinaron que esta proporción 1:10 no proporcionó un sabor amargo a las muestras. Posteriormente, las piezas de pan fueron horneadas a 180° C durante 30 a 40 minutos, se dejaron enfriar, en el caso de los muffins se desmoldaron y se almacenaron en bolsas de polietileno hasta su análisis sensorial.

Para las pruebas sensoriales se empleó un grupo de 60 jueces no entrenados, a quienes se les presentaron los productos panificados (bolillos y muffins), seguido de una encuesta para evaluar la aceptabilidad, median una escala hedónica de siete niveles. Se determinó el grado de aceptación de las muestras en términos de su sabor, color y olor. La escala hedónica define los estados psicológicos de “gusto” y “disgusto” en una escala lineal donde el que menos gusta está en la parte inferior y el que más gusta en la parte superior. Para cada descripción hedónica a lo largo de siete puntos se le asignó un número, desde 10 (me gusta mucho) hasta 4 (me disgusta mucho). Esta escala cuenta con un punto que la divide, es un punto neutral de 7 (ni me gusta ni me disgusta). Todos los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza ($p < 0.05$) el cual fue realizado utilizando Statgraphics Centurion XV (Statgraphics, 2007).

RESULTADOS

Los resultados preliminares de la composición nutrimental de los panes elaborados con HCPM se muestran en la tabla 2 en donde se indican los contenidos calóricos aportados por los carbohidratos, proteínas y lípidos, de acuerdo a las tablas de cálculo dietético para porciones de 100 gramos de muffin y bolillo. Como puede observarse, una porción de muffin proporciona más de 3 veces la cantidad de calorías comparado con una porción de bolillo (tabla 2), esto es debido a los ingredientes grasos que constituyen este tipo de panecitos. Adegunwa *et al.*, (2012) realizaron diversas pruebas para elaborar harinas a base de plátano inmaduro, semimaduro y maduro, en muestras con y sin cáscaras. Ellos reportaron que las harinas preparadas a partir de los plátanos sin pelar mostraron mejores valores nutricionales con mayor contenido de minerales, fibra dietética y fenoles totales, así como actividad antioxidante.

Se evaluaron diferentes características organolépticas de los panes elaborados con y sin harina de cáscara de plátano macho. Los resultados muestran que existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los panes a los cuales se le adicionó o no la HCPM. En la tabla 3 se presenta la comparación de medias (Tukey) de las calificaciones para los atributos de olor, color y sabor de cada

producto. La figura 1 muestra las características visuales de los productos, pudiendo observar el color oscuro de los panes adicionados con HCPM.

Para los tres atributos evaluados se señala una diferencia estadística significativa entre la aceptación de los panes elaborados con HCPM y los que no la incluyen en su composición. La tabla 3 muestra también que los panes adicionados con HCPM tienen mejor aceptación que los productos elaborados únicamente con harina de trigo. Resultados similares fueron reportados por Gil-Garzón *et al.*, (2011) en el Seminario Nacional de Agroindustrias en Tecnologías Limpias realizado en Colombia, en la que se formularon productos de panificación a base de harinas de albedo de naranja (HAN) y de banano verde de rechazo con cáscara (HBVCC), resultando aceptables los productos con una sustitución de la harina convencional por HBVCC en un

15% y para la sustitución con HAN se logró aceptabilidad en un 10% para las arepas y 5% para las galletas.

CONCLUSIÓN

Los valores del grado de aceptación de los productos de panificación encontrados indican que la harina de cáscara de plátano macho es un ingrediente que proporciona mejor grado de aceptación a los productos de panificación. Lo que sugiere que la HCPM (en una proporción 1:10) podría ser una opción para que la cáscara del plátano sea aprovechada para la elaboración de panes. Sin embargo, estudios deben ser realizados para optimizar el máximo contenido de HCPM que puede ser utilizada sin disminución del grado de aceptación y determinar las propiedades reológicas de la masa y de los panes.

LITERATURA CITADA

ADEGUNWA, M.O., E.O. ALAMU & O.O. FASANYA, 2012. Effects of processing on the physicochemical properties and carotenoid contents of plantain flour. *Journal of Food Processing and Preservation*. 36 (4):339-347.

DÁVILA-ROBLES, K., 2007. *Harina y productos de plátano*. Cali, Colombia. Universidad del Valle. Pp. 67-68.

GIL-GARZÓN, M.A., L.M. VÉLEZ-ACOSTA, L.J. MILLÁN-CARDONA, M.A. ACOSTA-HURTADO, A.C. DÍEZ-RODRIGUEZ, N. CARDONA-TABORDA, L.A. ROCHA-GUTIÉRREZ Y G.C. VILLA-MEJIA, 2011. Desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación. *Producción + Limpia*. 6 (1): 96-107.

HERNÁNDEZ, G., 2010. *Libro blanco del pan*. España. Ediciones Médica Panamericana. Pp. 16-84.

OVANDO-ZAVALA, C.R., 1999. *Deshidratación de la fruta de mango ataulfo para su conservación en harina*. Tesis. UNACH. Facultad de Ciencias Agrícolas.

RAMLI, S., F.M. ALKARKHI, Y.S. YONG, L. MIN-TZE & E. AZHAR MAT, 2009. Effect of banana pulp and peel flour on physicochemical properties and in vitro starch digestibility of yellow alkaline noodles. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*. 4 (60): 326-340.

RAMLI, S., I. NORIYATI, F.M. ALKARKHI & E. AZHAR MAT, 2010. The Use of Principal Component and Cluster Analysis to Differentiate Banana Peel Flours Based on Their Starch and Dietary Fibre Components. *Tropical Life Sciences Research*. 21 (1):91-100.

RODAS-GARCIA, S., 1993. *La economía del banano en el municipio de Suchiate, Chiapas*. UNACH. Tapachula, Chiapas. Tesis. 20-21.

SIMMONDS, N.W., 1987. *Banana*. New York: John Wiley & Sons, Inc. P. 115.

SIMMONDS, N.W., 1990 *Los Plátanos*. Madrid: BLUME. P. 125.

STATGRAPHICS XV, 2007. Statistical Graphical Corporation.

TABLAS Y FIGURAS

Ingredientes	Muffins naturales	Muffins con HCPM	Bolillo natural	Bolillo con HCPM
Harina de trigo (kg)	1.100	1.000	1.100	1.000
Harina de cáscara de plátano (kg)	-	0.100	-	0.100
Levadura química (kg)	0.015	0.020	-	-
Azúcar estándar (kg)	0.750	0.750	0.015	0.015
Huevos (piezas)	10	10	-	-
Leche / Agua (L)	0.300	0.300	0.750	0.750
Levadura instantánea (kg)	-	-	0.025	0.025
Sal (kg)	-	-	0.025	0.025
Aceite vegetal (L)	0.700	0.700	-	-

TABLA 1

Formulación para la elaboración de bolillo y de muffin.

Contenido calórico (Kcal)	Muffin	Bolillo
Carbohidratos	227.7	98.0
Proteínas	23.2	38.2
Lípidos	97.1	4.90
Totales	1877.5	588.9

TABLA 2

Composición calórica de porciones de 100 g de muffin y bolillo elaborados con adición de HCPM.

Muestra de Pan	Media de calificaciones		
	Olor	Color	Sabor
Muffin con HCPM	8.98a	9.03a	9.38a
Muffin sin HCPM	7.48b	7.37b	7.50b
Bolillo con HCPM	8.87a	8.95a	9.23a
Bolillo sin HCPM	7.38b	7.48b	7.37b

TABLA 3

Análisis de varianza ($p < 0.05$) en los atributos evaluados de las 4 muestras de pan adicionadas o no con harina de cáscara de plátano macho (HCPM).

* Letras diferentes entre las filas indican diferencias estadísticas significativas (ANOVA $p < 0.05$)

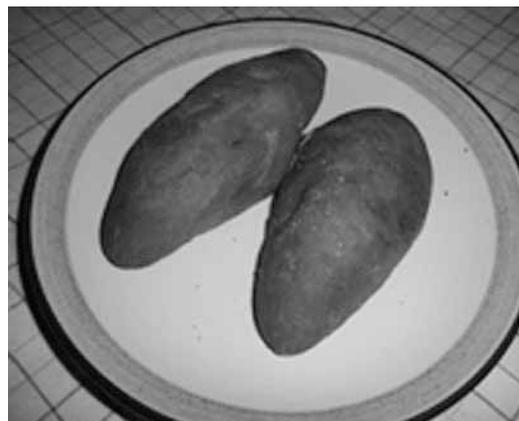


FIGURA 1

Aspecto de bolillos y muffins adicionados con HCPM.

Desarrollo y evaluación sensorial de dos productos de calabaza (*Cucurbita pepo* L. y *Cucurbita moschata* Poiret) Cucurbitaceae

Adriana Caballero Roque¹, Ana Cecilia Díaz López¹
Yareli Cruz García¹, Abelino Gómez Talaguari¹
Gabriela Palacios Pola¹, Francisco Basurto Peña²

¹Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, C.P. 2900, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | ²Instituto de Biología, Jardín Botánico, UNAM, Coyoacán, México, DF. Autor para correspondencia: E-mail: adriana.caballero@unicach.mx

RESUMEN

El presente estudio consideró la preparación de dos nuevos productos: helado y crema con base en dos diferentes especies de calabaza (*Cucurbita pepo* y *Cucurbita moschata*). Para evaluar sensorialmente la aceptación de los productos elaborados se utilizó una encuesta con escala hedónica de cinco puntos. Los resultados de las pruebas sensoriales mostraron diferencia estadística significativa entre los valores asignados al helado y la crema de ambas especies de calabaza. Lo anterior puede atribuirse a la preferencia por el sabor dulce percibido en el helado comparado con el sabor salado de la crema. Además, esta investigación contribuye con la alimentación ya que fomenta la accesibilidad y disponibilidad de las hortalizas al implementar el huerto familiar, asimismo al aprovechamiento y consumo de los vegetales de la región, dando una diversidad en la opción de alimentos de la población beneficiada.

Palabras claves: vegetales de huerto, alimentación, calabaza, análisis sensorial

ABSTRACT

This study considered the preparation of two new products based on two different species of squash (*Cucurbita pepo* and *Cucurbita moschata*): ice cream and cream. To evaluate sensory acceptance of the output is used a survey with 5-point hedonic scale. The sensory test results showed statistically significant difference between the values assigned to ice cream and pumpkin both species. This can be attributed to the preference for sweetness perceived in the ice compared to prevailing salty cream. Furthermore this research contributes to food security and that encourages Nutritional accessibility and availability of vegetables by implementing the family garden, also the use and consumption of vegetables in the region, giving a variety in food of the beneficiary population.

Keywords: vegetables food, alimentation, pumpkin, sensory analysis.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es resultado de la colaboración en la Red Calabaza del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SI-NAREFI) que se dedica al estudio del género *Cucurbita*.

La importancia de la diversidad en la alimentación sugiere el uso de una mayor cantidad de vegetales, por lo que en el presente trabajo se propone la utilización como materia prima de la calabaza (*Cucurbita pepo* y *Cucurbita moschata*) en la alimentación cotidiana y así mismo brindar alternativas de consumo familiar.

La alimentación actual del mexicano se caracteriza por ser deficiente en cantidad y mantener profundos desequilibrios nutricios, debido en gran medida, a la

adopción de patrones de consumo ajenos a su cultura alimentaria que han alejado de la dieta popular los alimentos básicos tradicionales y regionales, tanto los de origen animal como vegetal.

Los nuevos proyectos alimentarios deben estar enfocados a la utilización de alimentos naturales disponibles en el mercado, para elaborar productos alimenticios procesados que garanticen su aporte nutricional (Industria Alimentaria, 2000).

La calidad de los productos vegetales procesados es a veces un factor difícil de alcanzar ya que puede variar de persona a persona en función de los gustos individuales (Jean, 2000). Los cambios económicos y sociales en los países desarrollados configuran un nuevo modelo de consumo de frutas y hortalizas que, a través

de la demanda, ejercen un efecto determinante sobre los elementos tecnológicos, inherentes de la competitividad como diferenciación, calidad y servicios añadidos al producto (Romero *et al.*, 2000).

Las verduras son apreciadas en la alimentación por su textura, sabor, color y valor nutritivo, éstas deben ser manejadas, almacenadas y cocidas de tal forma que conserven estas características por lo cual la calidad de una verdura cuando se cocina y se sirve, está condicionada por su calidad en el estado crudo (Charley, 2000).

En ocasiones se desconoce la gran cantidad de hortalizas que se pueden utilizar en nuestro país y aprovechar sus propiedades nutritivas para incorporarlas a la alimentación (Valadez, 2001).

Las cucurbitáceas son plantas anuales, herbáceas y trepadoras, a veces de hábito subarborescente (guía corta) o arbustivo (planta sin guía), raíces fibrosas, frutos de tamaño muy variable, cáscara rígida y dura hasta suave, lisa de coloración variada: totalmente verde claro hasta oscuro, pulpa de color crema a amarillento o algunas veces anaranjado pálido normalmente poco fibrosa (Villanueva, 2007). La calabaza ha formado parte de la dieta del mexicano y de otras regiones del mundo (Zizumbo *et al.*, 2009). Se preparan platillos usando las diferentes partes de la planta en diferentes estados fenológicos del cultivo, cada una de las partes de la planta aportan nutrientes como vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos y grasas (Ayala, 2002).

Las calabazas han sido recomendadas para tratar algunos malestares. Las flores como tónico estomacal, las semillas como diurético, la raíz para dolor de dientes, y hojas (jugo) para curar granos y erupciones de la piel (Mera *et al.*, 2011).

El propósito de la investigación es elaborar productos comestibles como cremas y helados con base en la calabaza (*Cucurbita pepo* y *Cucurbita moschata*) con características aceptables y accesible a la población para su consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulación de productos

El tipo de estudio es experimental y descriptivo.

Se realizaron tres tipos de formulaciones previas en las que se modificó la cantidad de calabaza y se utilizó para el estudio la que presentó las mejores cualidades organolépticas para cada producto y para cada especie de calabaza, para helados (tablas 1 y 2), para cremas (tablas 3 y 4).

Ingredientes	Cantidad (g)
Calabaza	250
Leche entera	125
Media crema	250
Leche condensada	300
Huevo (2 piezas)	120

TABLA 1 Formulación de helado de *C. pepo* (FHP).

Ingredientes	Cantidad (g)
Calabaza	250
Leche entera	125
Media crema	250
Leche condensada	300
Huevo (2 piezas)	120

TABLA 2 Formulación de helado de *C. moschata* (FHM).

Ingredientes	Cantidad (g)
Calabaza	500
Leche entera	250
Mantequilla	30
Cebolla	20
Sal	1
Pimienta	1

TABLA 3 Formulación de crema de *C. pepo* (FCP).

Ingredientes	Cantidad (g)
Calabaza	500
Leche entera	250
Mantequilla	30
Cebolla	20
Sal	1
Pimienta	1

TABLA 4 Formulación de crema de *C. moschata* (FCM).

Técnica de helado para ambas especies de calabaza

Se realizó el lavado de la calabaza y se le retiró la cáscara. Posteriormente se colocaron en una licuadora marca Osterizer® los diferentes tipos de leche, huevos y la calabaza, se mezclaron hasta la incorporación total de los ingredientes. La mezcla se depositó en un recipiente rectangular de aluminio y se colocó en el congelador a -18° C durante 24 horas.

Técnica de crema para ambas especies de calabaza

Se realizó el lavado de la calabaza y se le retiró la cáscara, posteriormente se colocó en un recipiente para someterlo a un proceso de cocimiento en agua a 80° C durante 10 minutos, se le agregó cebolla y sal. Se le retiró el agua y se colocó en una licuadora marca Osterizer® la calabaza y la cebolla, se mezclaron hasta la incorporación total de los ingredientes. Se colocó a fuego lento un recipiente, se le agregó la mantequilla, seguido de la mezcla de calabaza, la leche y la pimienta, se agitó para incorporar los ingredientes, se dejó hervir durante 5 minutos.

Técnica de análisis sensorial para los productos de calabaza

La prueba de evaluación sensorial se realizó con una muestra de 65 alumnos, 11 hombres y 54 mujeres, mayores de 18 años, estudiantes de la carrera de Nutriología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, quienes fueron elegidos al azar y participaron como jueces no entrenados.

Se consideraron los siguientes criterios para poder participar: no padecer enfermedades respiratorias, ni alergias alimenticias, no consumir alimentos, ni masticar gomas de mascar dos horas antes de la prueba sensorial.

Para conocer la aceptación de los productos, se aplicó una encuesta como instrumento para evaluar sensorialmente las muestras empleando una escala hedónica de cinco puntos con valores de aceptación que indican los siguientes niveles: 6 (me disgusta mucho); 7 (no me gusta); 8 (ni me gusta, ni me disgusta); 9 (me gusta) y 10 (me gusta mucho), en donde se evaluaron los atributos de olor, color y sabor.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis estadístico de Fisher LSD, con un nivel de confianza de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación de helado con las mejores características organolépticas

La elección de la mejor formulación de las muestras de helado FHP de *C. pepo* (fig. 1) y FHM de *C. moschata* (figura 2), fueron las que presentaron mejores características organolépticas generales de consistencia, color, olor y sabor.



FIGURA 1

Helado de calabaza *C. pepo*.

FIGURA 2

Helado de calabaza *C. moschata*

Las características del helado de calabaza *C. Pepo* fueron una consistencia cremosa, olor suave a calabaza, sabor dulce y color verde claro. El cálculo del valor nutritivo de helado *C. pepo* se observa en la tabla 5.

Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)
203.58	28.18	5.43	8.09

TABLA 5

Valor nutritivo de helado de calabaza *C. pepo* en 100 ml.

Fuente: cálculo teórico por Sistema Mexicano de Equivalentes.

Las características del helado de calabaza *C. moschata* fueron consistencia cremosa, olor suave a calabaza, sabor dulce y color amarillo claro. El cálculo del valor nutritivo de helado *C. moschata* se observa en la tabla 6.

Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)
203	28.16	5.64	8.10

TABLA 6

Valor nutritivo de helado de calabaza *C. moschata* en 100 ml.

Fuente: cálculo teórico por Sistema Mexicano de Equivalentes.

Formulación de crema con las mejores características organolépticas

La elección de la mejor formulación de las muestras de crema FCP de *C. pepo* (figura 3) y FCM de *C. moschata* (fig. 4), fueron las que presentaron mejores características organolépticas generales de consistencia, color, olor y sabor.



FIGURA 3

Crema de calabaza *C. pepo*.



FIGURA 4

Crema de calabaza *C. moschata*.

Las características de la crema de calabaza *C. pepo* fueron una consistencia espesa, olor y sabor a calabaza y color verde claro. El cálculo del valor nutritivo de la crema de *C. pepo* se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Valor nutritivo de Crema de calabaza *C. pepo* en 100 ml

Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)
105.32	6.69	3.46	8.16

TABLA 7

Valor nutritivo de crema de calabaza *C. pepo* en 100 ml.

Fuente: cálculo teórico por Sistema Mexicano de Equivalentes.

Las características de la crema de calabaza *C. moschata* fueron una consistencia espesa, olor y sabor a calabaza y color amarillo-anaranjado. El cálculo del valor nutritivo de la crema de *C. moschata* se observa en la tabla 8.

Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)
105.16	6.66	3.47	8.17

TABLA 8

Valor nutritivo de crema de calabaza *C. moschata* en 100 ml.

Fuente: cálculo teórico por Sistema Mexicano de Equivalentes.

En el mercado existen marcas comerciales que ofrecen cremas de flor de calabaza, pero no hay marcas que especifiquen la especie de *Cucurbita* utilizada para la elaboración de los productos. En cuanto a helados no se encontraron marcas comerciales de sabor calabaza.

Análisis sensorial

La comparación entre el grado de aceptabilidad de los jueces no entrenados hacia los dos productos de calabaza *C. pepo*, se observa en la tabla 9.

	Media	Grupos homogéneos
Helado	8.90769	A
Crema	7.33846	B
DMS	0.2479	

TABLA 9

Aceptabilidad de productos de *C. pepo*.

En cuanto al grado de aceptabilidad de los productos, el helado muestra una mayor aceptabilidad de acuerdo a los promedios obtenidos, en comparación con la crema que es rechazada por la muestra de la población.

La comparación entre el grado de aceptabilidad de los dos productos de calabaza *C. moschata*, se observa en la tabla 10.

	Media	Grupos homogéneos
Helado	8.66154	A
Crema	7.43077	B
DMS	0.2823	

TABLA 10

Aceptabilidad de productos de *C. moschata*.

Se obtuvo una mayor aceptabilidad del helado y una menor aceptabilidad para la crema, esto podría deberse a que el sabor dulce es más agradable hacia el paladar de los consumidores participantes y además por el tipo de clima caluroso en el lugar de la prueba.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, se logró implementar el uso de la calabaza como materia prima en la

elaboración de productos comestibles de dos especies: *Cucurbita pepo* y *Cucurbita moschata*, asimismo se elaboraron dos productos comestibles de cada especie, evaluando el grado de aceptación de estos mismos; obteniendo productos de buena calidad, con características organolépticas aceptadas, lo que indica una buena disposición de consumir productos con base en hortalizas, aunque no existe esta incorporación al mercado para adquirirlos y consumirlos.

Dentro de los productos elaborados se encuentran: helado y crema, se obtuvo una mayor aceptación en los productos dulces, caso contrario con los productos salados.

Estos resultados pueden considerarse preliminares para posteriores estudios de los mismos productos o nuevas propuestas de otro tipo de productos con base en calabaza.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), por el financiamiento a este proyecto.

LITERATURA CITADA

- AYALA E., 2002. *Cambios ocasionados en los parámetros genéticos por la selección participativa en una variedad local de calabaza (Cucurbita pepo L.) tipo round Zucchini*. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- CHARLEY H., 2000. Verduras. En: *Tecnología de Alimentos. Procesos Químicos y Físicos en la preparación de alimentos*. México. Editorial Limusa. 681 p.
- INDUSTRIA ALIMENTARIA, 2000. La industria de la harina y la tortilla de maíz. *Órgano Independiente de Difusión Tecnológica para Colección y Consulta*. 15: 6-9.
- JEAN J., 2000. Preface. En: *Quality factors of fruits and vegetables*. Chemistry and Technology. Los Angeles, California. Editorial American Chemical Society, Washington, DC. XI.
- MERA L, R. BYE, C. VILLANUEVA Y A. LUNA, 2011. Cucurbitáceas. En: *Documento de diagnóstico de las especies cultivadas de Cucurbita L.* México. Editorial Instituto de Biología. 80 p.
- ROMOJARO, F. RIQUELME, F. PRETEL, M, MARTÍNEZ, G, SERRANO, M, MARTÍNEZ, C. LOZANO, P, SEGURA, P. Y LUNA P, 2000. Nota preliminar. En: *Nuevas Tecnologías de Conservación de Frutas y Hortalizas*. México. Editorial Cuadernos Value. Pp. 16-19.

- VALADEZ, A., 2001.** Cucurbitáceas. En: *Producción de Hortalizas*. México. Editorial Limusa. 2001. Pp. 23-25, 223- 233.
- VILLANUEVA V., 2007.** Identificación de especies, caracterización y descripción varietal. En: *Calabazas cultivadas*. Universidad Autónoma Chapingo 123 p.
- ZIZUMBO, V., R. PAPA, M. HUFFORD, S. REPINSKI & P. GEPTS, 2009.** *Identification of new wild populations of Phaseolus vulgaris L. in western Jalisco, Mexico, near to the Mesoamerican domestication center of common bean*. Bean Improvement cooperative USA. 52:24-25.

Los corales blandos (Alcyonacea) de la línea de costa y Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México

¹Fredi E. Penagos García, ¹Orlando Lam Gordillo
²Margarito Tapia García, ³Gustavo Rivera Velázquez
⁴Maritza Portillo Jimenez

¹Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29039. E-mail: fred_i_penagosgarcia@hotmail.com, o_lg_4@hotmail.com | ²Departamento de Hidrobiología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, av. Rafael Atlixco núm. 186, col. Vicentina, México, D.F., C.P. 09390. | ³Laboratorio de Acuicultura, Facultad 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: grivera@unicach.edu.mx | ⁴Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29039. *Fotografías: Orlando Lam Gordillo.

RESUMEN

Se registra por primera vez y se realiza un listado taxonómico de los corales blandos (Alcyonacea) de la Plataforma Continental y línea de costa de la Región Soconusco, Chiapas, México. De 50 ejemplares analizados, se encontraron un total de cinco familias, siete géneros y nueve especies. Los resultados demuestran que la familia mejor representada fue Gorgoniidae con cinco especies y el género mejor representado fue *Eunicella* con tres especies: *Eunicella singularis*, *E. verrucosa*, *E. cavolinii*.

Palabras clave: gorgonias, corales blandos, Plataforma Continental, Soconusco.

ABSTRACT

We reported for the first time and a taxonomic list was realized about the soft corals (Alcyonacea) of the activities of fishing industrial in the continental platform of the Soconusco region, Chiapas, Mexico. From a total of 50 analyzed specimens, we found a total five families, seven genus and nine species. The results demonstrate that the family better represented was Gorgoniidae with five species and the genus better represented was *Eunicella* with three species: *Eunicella singularis*, *E. verrucosa*, *E. cavolinii*.

Keyword: gorgonians, soft corals, Continental Platform, Soconusco.

INTRODUCCIÓN

Los corales blandos o gorgonáceos (Gorgonacea) son Cnidarios de la clase Anthozoa conocidos vulgarmente como “gorgonias” o “arbolitos de mar”. Actualmente, el término Gorgonacea está fuera de uso, siendo sinónimo de Alcyonacea, un orden de la subclase Octocorallia, que engloba a los llamados corales blandos y a las gorgonias. De los seis subórdenes que conforman Alcyonacea, las especies de gorgonias se enmarcan en tres de ellos: *Calacaxonia*, *Holaxonia* y *Scleraxonia* (Daly *et al.*, 2007).

A menudo se confunden con organismos vegetales, debido a su aspecto de arbusto, cuando en realidad son colonias sésiles formadas por miles de pólipos. Estas colonias están formadas por una estructura córnea flexible de forma arborescente e irregular que ellos mismos segregan.

La estructura es tal que la disposición de los pólipos suele ser en un solo plano (de ahí otra de sus denominaciones comunes: abanico de mar), enfrentada a la corriente de agua. Esta estructura puede llegar a tener un metro de alto por uno de ancho. Se caracterizan por poseer ojos proteicos de gorgonina, pueden tener espículas en la cenénquima (Daly *et al.*, 2007).

Su estructura es ramificada, en la mayoría de especies en forma de abanico, y crece en un solo plano. Forman estructuras en forma de redes interconectadas, compuestas de pequeñas ramitas fusionadas en mallas tupidas. El color de la estructura, que hace las veces de esqueleto, es púrpura, blanco o morado. Los pólipos, normalmente de color marrón, amarillo o dorado, crecen alineados en las ramas también en un solo plano y espaciados regularmente (Borneman, 2009).

Contienen algas simbióticas, mutualistas (ambos organismos se benefician de la relación) llamadas zooxantelas. Las algas realizan la fotosíntesis produciendo oxígeno y azúcares, que son aprovechados por las gorgonias, y se alimentan de los catabolitos de la gorgonia (especialmente fósforo y nitrógeno). No obstante, se alimentan tanto de los productos que generan estas algas (entre un 75 y 90%), como de las presas de microplancton, que capturan con sus minúsculos tentáculos (Sprung y Delbeek, 1997).

Los corales blandos se encuentran desde los mares polares hasta los océanos tropicales ecuatoriales, predominando más especies de aguas tropicales y subtropicales (Alderslade, 1984), se distribuyen principalmente en aguas del Océano Atlántico occidental, en el Golfo de México, Caribe, Bahamas y Brasil. También en el Indo-Pacífico. Suelen habitar en arrecifes, con su base enterrada en el sedimento, en suelos arenosos o grietas de rocas. Su rango está entre 1 y 895 m de profundidad, aunque son más frecuentes entre 2 y 15 metros (Debelius y Brensh, 2006). La mayoría de especies de gorgonias ocurren abundantemente en la cuesta inferior del arrecife y en el arrecife más bajo, a profundidades de 12–15 m (Goh *et al.*, 1997) ya que en estas profundidades están menos explotadas por sus competidores principales como los corales duros (Goh y Chou, 1994).

Como curiosidad, cabe destacar su reproducción, tanto asexual por la división de los pólipos ya existentes, como la sexual, mediante la cual los gametos femenino y masculino se fusionan dando lugar a una larva plántula de vida libre. Ésta, tras formar parte del plancton durante algún tiempo, se fija al sustrato y mediante sucesivas divisiones da lugar a una nueva colonia o gorgonia. Pensar en el tamaño de cada uno de estos pólipos nos ayuda a entender la cantidad de años necesaria para que una colonia alcance las dimensiones que tienen las gorgonias y lo frágil de estas especies ya que con tan sólo un aletazo podemos terminar con una colonia que lleva décadas desarrollándose lentamente (Alderslade, 1984).

Además, las gorgonias poseen un alta conectividad sistema-ambiente físico (Bradbury, 1977). Por tanto, sus comunidades constituyen modelos útiles para la exploración de los mecanismos abióticos que estructuran comunidades sésiles en el ambiente arrecifal y, según Preston y Preston (1975), para inferir el grado de severidad y constancia (predictibilidad) del ambiente físico.

Es por esto que existe un gran interés en el estudio de estos organismos poco conocidos, por lo cual la presente investigación tiene el objetivo de documentar y presentar una lista sistemática, así como el obtener las primeras inferencias sobre el estado de las gorgonias (corales blandos) y los factores más importantes que las determinan en la plataforma continental y de línea de costa de la Región Soconusco, Chiapas, México.

ÁREA DE ESTUDIO

La región de Soconusco se localiza entre los 15° 19' N de longitud y los 92° 44' O de latitud, cubriendo 5,475 km² (el 7.2% del territorio del estado de Chiapas). El Soconusco es la región extremo sudeste del estado de Chiapas, comprendida entre la Sierra Madre de Chiapas al norte, el mar Mexicano al sur, fronteriza al este con Guatemala. En Chiapas, limita con los municipios de Siltepec y Motozintla de la Región VII de la Sierra al noroeste, Ángel Albino Corzo, La Concordia y Montecristo de Guerrero en la Región IV Frailesca al norte, y Pijijiapan en la Región IX Istmo-Costa al oeste (figura 1) (Penagos *et al.*, 2010).

El Soconusco presenta varios ecosistemas característicos de zonas costeras, de gran relevancia para el pacífico americano debido a su extensión, estructura y productividad, comprendida entre la Sierra Madre de Chiapas al norte, el mar mexicano al sur, y al este con Guatemala. Además, sirve como puente natural entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical y alberga las variedades más norteñas y sureñas de numerosas especies (Penagos *et al.*, 2012).

La Plataforma Continental es el área más productiva del océano y va desde los 0 m hasta los 80 m, aunque generalmente se pesca desde 11 hasta 25 brazas de profundidad. El mar territorial es la franja marina de 22.2 km (12 millas náuticas) que colinda con nuestro país. Está constituido por el subsuelo, el lecho, el agua y el espacio aéreo que lo cubre. La zona económica exclusiva es la franja marina de 380.4 km (200 millas náuticas) situada fuera del mar territorial. En esta zona las embarcaciones pueden circular libremente con fines de tránsito, de exploración y de explotación de los recursos naturales (Penagos *et al.*, 2013).

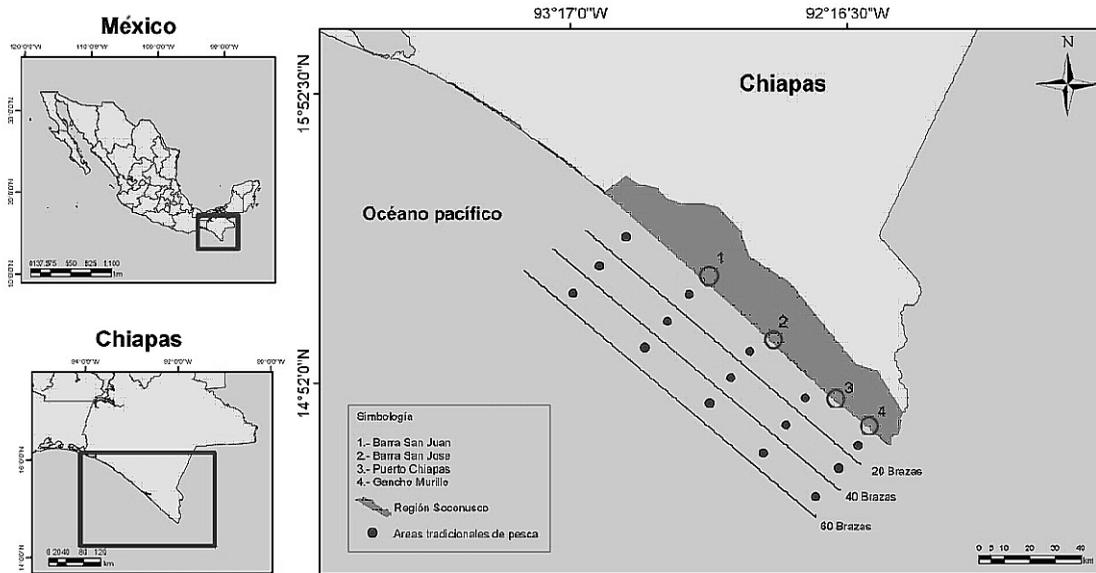


FIGURA 1

Áreas y caladeros de pesca tradicional de camarón y fauna acompañante incluyendo corales blandos, a línea Costa y en la Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México.

MÉTODOS

Las recolecciones se llevaron a cabo a línea de costa y en la Plataforma Continental con ejemplares obtenidos desde enero de 2008 hasta abril de 2012, a bordo de embarcaciones camaroneras y por donación de los barcos en el muelle pesquero de Puerto Chiapas. Las embarcaciones son de tipo banfoco camaroneras, se utilizaron dos redes; una red tipo Mac-Backer y la otra tipo cholo, ambas con dos portalones con relinga superior e inferior en forma cónica de 3 ½ pulgadas de luz de malla, en algunas ocasiones red tipo cholo con el DET (Dispositivos Excluidores de Tortugas) instalado. Durante las faenas se recolectaron las diferentes especies de Anthozoarios preparándolos en fresco, posteriormente en tierra se limpiaron y deshidrataron. Las recolecciones a línea de costa se realizaron en la playa arenosa-lodosa en el área de la Escollera Oriente y Poniente de Puerto Chiapas, y áreas aledañas a playa San Benito por medio del buceo libre. Posteriormente en el laboratorio se lavaron, reetiquetaron y se procedió a secarlas, fijarlas en cartón y colocándolas en bolsas de plástico.

El trabajo consistió en revisar estos ejemplares que fueron depositados en el laboratorio de Hidrobiología, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad

de Ciencias y Artes de Chiapas. Se seleccionaron a los ejemplares que se encontraron en buen estado de conservación y con datos de recolección completos. Para la determinación se utilizaron claves taxonómicas especializadas; Brusca (1973); Sevilla (1977); Douglas y Cheshier (1992); Mojette y Ghisotti (1995); Glesson *et al.* (2010); Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D. (2008). Finalmente el material revisado debidamente catalogado se depositó en la colección de corales blandos de la Plataforma Continental de la Región Soconusco en el laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

RESULTADOS

Se revisaron un total de 50 ejemplares del Orden Alcyonacea encontrando cinco familias, siete géneros y nueve especies para la línea de costa y Plataforma Continental de la región.

Lista taxonómica de los corales blandos (Anthozoa) presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en la Plataforma Continental y en la línea de costa de la Región Soconusco Chiapas.

Phylum: Cnidaria

Clase: Anthozoa

Subclase: Octocorallia

Orden: Alcyonacea

Familia: Gorgoniidae

Género: *Eunicella* (Verrill, 1869)

Especie: *Eunicella singularis*. (Verrill, 1869) (FIG. 2)

Especie: *Eunicella verrucosa*. (Pallas, 1766) (FIG. 3)

Especie: *Eunicella cavolinii*. (Koch, 1887) (FIG. 4)

Género: *Leptogorgia* (Milne-Edwards, 1857)

Especie: *Leptogorgia hebes*. (Verrill, 1896) (FIG. 5)

Género: *Pseudoterogorgia* (Kükenthal, 1919)

Especie: *Pseudoterogorgia americana*. (Gmelin, 1791) (FIG. 6)

Familia: Isididae

Género: *Isis* (Verrill, 1896)

Especie: *Isis hippuris*. (Verrill, 1896) (FIG. 7)

Familia: Acanthogorgiidae

Género: *Muricella* (Verrill, 1869)

Especie: *Muricella plectana*. (Grasshoff, 1999) (FIG. 8)

Familia: Melithaeidae

Género: *Acabaria* (Gray, 1859)

Especie: *Acabaria rubra*. (Esper, 1789) (FIG. 9)

Familia: Paramuriceidae

Género: *Paramuricea* (Kolliker, 1865)

Especie: *Paramuricea clavata*. (Riso, 1826) (FIG. 10)

Es bien conocido que México es uno de los países con mayor diversidad biológica, asimismo se sabe que Chiapas es el segundo o tercer estado con mayor biodiversidad según distintos autores. Dentro de este marco, la fauna de invertebrados marinos es de las menos estudiadas y conocidas, para el caso de los corales blandos (Alcyonacea) en el Golfo de California se registra una gran variedad, encontrándose por lo menos el 52% de las especies de todas las costas mexicanas. Pero para la región del Pacífico chiapaneco no existen registros o estudios que enlisten las especies existentes, el único dato de un coral (aunque no blando, si no pétreo) es el de *Coenangia confera*, registrado para el Istmo-Costa de Chiapas (específicamente en el Mar Muerto) según Reyes *et al.* (2005), un coral que se adhiere a los moluscos y tiene forma hexagonal.

Es por ello la importancia del presente estudio, en el cual se refieren por vez primera a los corales blandos, registrando cinco familias, siete géneros y nueve especies que componen la fauna de corales blandos de la Platafor-

ma Continental y línea de costa de la Región Soconusco, Chiapas, México.

Además, es importante señalar que la costa del Pacífico de México es muy interesante, no sólo en cuanto al gran número de géneros característicos que allí existen, sino también, por las estrechas relaciones que las especies endémicas tienen con las del Indo-Pacífico, Región Mediterránea y Mar Caribe. Es por esto que durante la identificación de los organismos se encontró con que algunas son especies de dichas regiones, ya que se tiene como hipótesis que estas especies de corales blandos son las mismas que habitan en la Región Mediterránea y el Indo-Pacífico, y que pueden provenir de aguas de lastre y también de las adherencias a los barcos viajeros. Para poder comprobar esta hipótesis sería necesario llevar a cabo estudios genéticos, obtener muestras de los corales blandos de aquellas regiones para poder compararlas y así confirmar y determinar si son las mismas especies o si son nuevas.

CONCLUSIONES

El orden Alcyonacea está representado en la Plataforma Continental y línea de Costa de la región Soconusco con un total de cinco familias, siete géneros y nueve especies.

La familia mejor representada fue Gorgoniidae con tres géneros (*Eunicella*, *Leptogorgia* y *Pseudoterogorgia*) y cinco especies (*Eunicella singularis*, *E. verrucosa*, *E. cavolinii*, *Leptogorgia hebes* y *Pseudoterogorgia americana*).

El género mejor representado fue *Eunicella* con tres especies: *Eunicella singularis*, *E. verrucosa*, *E. cavolinii*.

Las especies del género *Eunicella* son abundantes en el canal de acceso, escolleras de Puerto Chiapas y también en la maquinaria (dragas y barcos) hundida frente a las escolleras, actualmente se capturan y se recolectan con fines de ornato, además de su comercialización en menor escala por algunos pescadores locales de Puerto Chiapas.

Es importante mencionar que son necesarios más estudios ecológicos y biológicos sobre estos organismos y también los estudios genéticos, para poder conocer más acerca de los corales blandos de Chiapas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. David Rodríguez Mendoza, Oficial de Protección de Instalaciones Portuarias por su apoyo y permisos de ingreso a los muelles pesqueros de puerto Chiapas y al C. Abraham Solís Cruz y Salvador Pomposo por su apoyo en las actividades subacuáticas.

LITERATURA CITADA

- ALDERSLADE, P., 1984.** Subclass Alcyonaria. In: Mather, P., Benett, I. (Eds.), *A Coral Reef Handbook*, 2nd Edition. The Australian Coral Reef Society, pp. 45–48.
- BAREA-AZCÓN, J. M., BALLESTEROS-DUPERÓN, E. Y MORENO, D. (COORDS.), 2008.** *Libro rojo de los invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 1430 p.
- BRADBURY, R.H., 1977.** Independent lies and holistic truths: towards a theory of coral reefs communities as complex systems. *Proc. 3 Int. Coral Reef Symp. Miami, I: 2-17.*
- BRUSCA, R.C., 1973.** *Comon Interstitial Invertebrates of the Gulf of California*. University. Arizona Press, Tucson. U.S.A, 513 p.
- BORNEMAN, E. H., 2009.** *Aquarium Corals: Selection, Husbandry and Natural History*. Microcosm. T. F. H.
- DALY, M., M.R. BRUGLER, P. CARTWRIGHT, A.G. COLLINS & M.N. DAWSON, 2007.** *The Phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus*. Zootaxa. Magnolia Press.
- DEBELIUS, H. & H. BAENSCH, 2006.** *Mergus*. ed. Atlas Marino.
- DOUGLAS, F. & R. CHESHER, 1992.** *Living Corals*. Publisher New York. 310 p.
- GLEASON, F.,D., A.W. HARVEY & S. VIVES, 2010.** *A guide to the Benthic invertebrates and cryptic fishes of gray's reef*. Georgia Southern University.
- GOH, N., K. & L.M. CHOU, 1994.** Distribution and biodiversity of Singapore orgonians (subclass Octocorallia) a preliminary survey. *Hydrobiologia* 285, 101–109.
- GOH, N., K., M.G. LOO & L.M. CHOU, 1997.** An analysis of gorgonian (Anthozoa; Octocorallia) zonation on Singapore reefs with respect to depth. *Environ. Monitress.* 44, 81–89.
- MOJETTA, A. Y A. GHISOTTI, 1995.** *Guía de flora y fauna del Mediterráneo*. Grijalbo. Barcelona. 318 p.
- PENAGOS, G., F., G.O. LAM, V.G. RIVERA Y G.M. TAPIA, 2010.** *Crustáceos Decápodos de la Plataforma Continental en la Región Soconusco, Chiapas, México*. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH* 4 (2): 132.
- PENAGOS, G., F., G.O. LAM, V.G. RIVERA, G.M. TAPIA Y H.G. JUÁREZ, 2012.** Equinodermos (Echinodermata) de la línea de costa y de la Plataforma Continental de la región Soconusco, Chiapas, México. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH* 6 (6): 141.
- PENAGOS, G., F., G.O. LAM, V.G. RIVERA Y G.M. PORTILLO, 2013.** Contribución al conocimiento de los Pectinidos (Pectinidae) de la Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH* 7 (1): 73-79.
- PRESTON, E., M. Y J.L. PRESTON, 1975.** Ecological structure in a West Indian gorgonian fauna. *Bull. Mar. Sci.*, 252: 248-258.

REYES, H., L., G. CALDERÓN, P. CRUZ, R.A. MEDINA, M. LÓPEZ, G. HERRERO, A. LEYTE, A. CUPUL Y J. CARRIQUIRY, 2005. *Atlas de los corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano.* CICESE/ CONABIO/ CONACYT/ UABCS, Universidad de Guadalajara/Universidad del Mar.

SEVILLA, M.L., 1977. *Introducción a la ecología marina.* Instituto Politécnico Nacional. México. 219 p.

SPRUNG, J. Y J.C. DELBEEK, 1997. *The Reef Aquarium.* Volumen 2. Ricordea Publishing.

APÉNDICE



Eunicella singularis (Verril, 1869)



Eunicella verrucosa (Pallas, 1766)



Eunicella cavolinii (Koch, 1887)

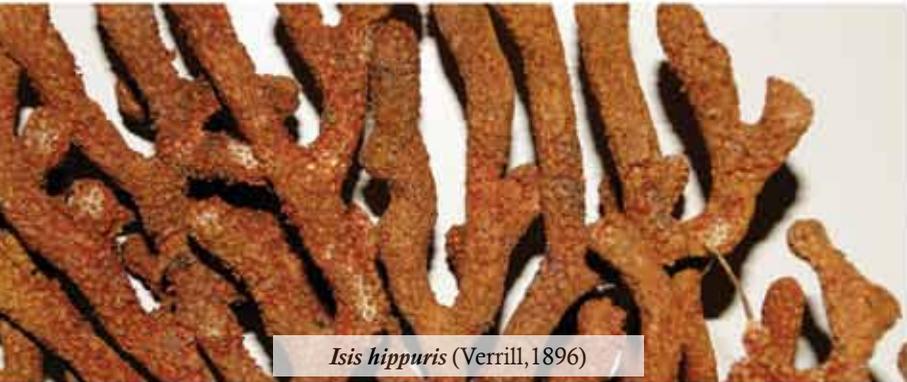


Leptogorgia hebes (Verril, 1896)





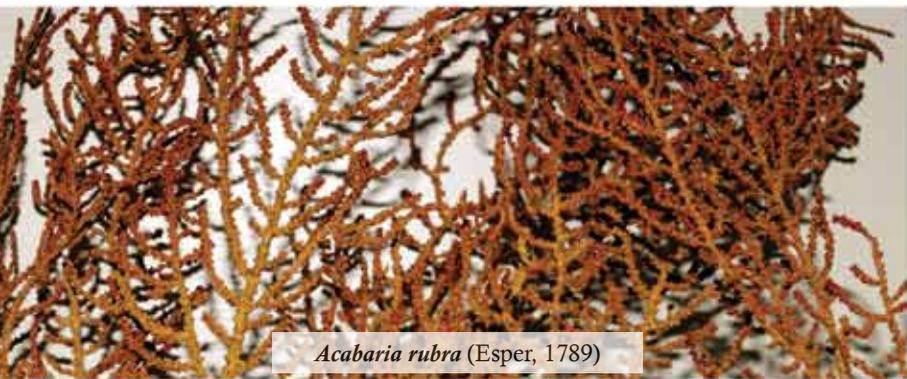
Pseudoterogorgia americana (Gmelin, 1791)



Isis hippuris (Verrill, 1896)



Muricella plectana (Grasshoff, 1999)



Acabaria rubra (Esper, 1789)



Paramuricea clavata (Risso, 1826)

Nuevas especies del género *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) de Chiapas, México

Miguel Ángel Morón

Instituto de Ecología, A.C., Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, C.P. 91070, México. E-mail: miguel.moron@inecol.mx

RESUMEN

Se presentan las descripciones de dos especies nuevas: *Phyllophaga* (*s.str.*) *tzeltala* de los bosques de pino y encino de los Altos de Chiapas, y *P.* (*s.str.*) *tinbitipus* de la región montañosa al oeste de Cintalapa, Chiapas, México. Se incluyen ilustraciones de los caracteres diagnósticos, hábitos de los machos y comentarios sobre sus diferencias con otras especies mexicanas de *Phyllophaga*.

Palabras clave: escarabajos de mayo, taxonomía, bosques de montaña, Chiapas.

ABSTRACT

Phyllophaga (*s.str.*) *tzeltala* n. sp. from the pine-oak forests of Los Altos de Chiapas. and *P.* (*s.str.*) *tinbitipus* n. sp. from the mountain forests at West of Cintalapa, Chiapas, Mexico, are described. Figures of diagnostic characters, habitus of males, and comments about differences of the new species with other Mexican species of *Phyllophaga* are included.

Keywords: may beetles, taxonomy, mountain forests, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha en México se han registrado 370 especies del género *Phyllophaga*, de las cuales, 70 habitan en el estado de Chiapas (Morón, 2003a; Morón y Riley, 2005; Morón y Blas, 2006; Pacheco-Flores *et al.*, 2008; Delgado-Solano *et al.* (2012). La notable proporción de esta riqueza específica que se encuentra en el estado (20%) es congruente con la diversidad de ambientes naturales y sus correspondientes secuelas de perturbación antropogénica. Los distintos tipos de bosques de montaña, con diferentes grados de humedad y múltiple composición de especies arbóreas son uno de los factores que propician la especiación del género *Phyllophaga* en la zona de transición mexicana, y el núcleo centroamericano, del cual forma parte Chiapas, uno de sus principales centros de diversificación (Morón, 1986). Las 70 especies de *Phyllophaga* referidas para Chiapas representan a cuatro subgéneros y 16 grupos de especies, pero sólo 18 pueden considerarse como endémicas para el estado.

En esta publicación se describen dos especies inéditas de *Phyllophaga* asignadas al subgénero *Phyllophaga* (*s.str.*) Harris, 1827 (Morón, 1986; 2003).

METODOLOGÍA

Los caracteres taxonómicos, términos y criterios empleados para la descripción son los propuestos por Saylor (1940), Sanderson (1958) y Morón (1986; 2001; 2003b; 2006); Morón y Blas (2006). Las ilustraciones se realizaron con el apoyo de una cámara clara asociada a un estereomicroscopio Leica MZ8 empleando aumentos de 6.3 a 50X. Las medidas se obtuvieron con ayuda de un vernier electrónico y un micrómetro ocular acoplado al estereomicroscopio. Las fotografías se lograron con un equipo Nikon Coolpix P500. Los ejemplares estudiados se depositaron en las colecciones entomológicas del Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz (IEXA), el Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (ECOSUR), el Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. (CNIN), Canadian National Collection, Ottawa (CNC), y en la colección M.A. Morón (MXAL) Xalapa, Veracruz.

Phyllophaga (*Phyllophaga*) *tzeltala* sp. nov.
(figuras 1-6, 12-13)

Descripción. Holotipo macho: Longitud total del cuerpo: 17.4 mm. Anchura humeral: 7.1 mm. Relación longitud

/anchura cuerpo: 2.45:1.00. Cabeza, pronoto y patas de color pardo oscuro rojizo brillante, élitros y abdomen pardo amarillento brillante (figuras 12-13). Clípeo redondeado, 3.4 veces más ancho que largo, con el borde anterior ligeramente escotado y los márgenes notablemente levantados (figura 1); el disco clipeal convexo, rugoso, glabro, con puntos circulares someros irregulares. Sutura fronto-clipeal notable, casi recta. Frente moderadamente convexa, 2.7 veces más ancha que larga, moderadamente punteado-rugosa, con escasas sedas medianas erectas en los lados. Carina transversal del vértice poco definida. Superficie occipital casi lisa, con puntos pequeños laterales. Antenas con diez artejos; los artejos tercero a quinto alargados, con anchuras similares; el sexto más corto que el 5° y más ancho, con una proyección anterior redondeada corta; el séptimo artejo tan corto como el precedente, con una proyección anterior laminar redondeada corta. Maza antenal poco más larga que el flagelo (1.2:1.0), formada por tres lamelas cubiertas por sensilas muy finas y sedas erectas esparcidas. La anchura dorsal de cada ojo es equivalente al 12 % de la distancia interocular. Canthus ocular corto y estrecho, con 8 sedas medianas. Labro reniforme, prominente, con el borde anterior profundamente escotado, con sedas erectas en los bordes. Disco del labio profunda y ampliamente acanalado en su línea media, con pocas sedas finas largas a los lados; el borde anterior ligeramente escotado.

Pronoto 2 veces más ancho que largo (figura 1); la relación anchura máxima de la cabeza-anchura máxima del pronoto es de 0.60:1.00 y la relación distancia interocular-anchura máxima del pronoto es de 0.48:1.00, disco pronotal glabro, con numerosos puntos circulares pequeños, poco profundos, irregularmente distribuidos; ángulos anteriores obtusos, prominentes; ángulos posteriores obtusos, redondeados; bordes laterales clara y ampliamente angulados en su porción central; márgenes laterales estrechos, amplia y someramente crenulados, con sedas finas esparcidas; el margen anterior estrecho, bien marcado, sin sedas; el margen basal apenas marcado cerca de los extremos laterales, e indicado con puntos esparcidos irregulares en su tercio central, sin sedas. Escutelo más ancho que largo (1.6:1.0) glabro, con numerosos puntos someros. Cada élitro 3 veces más largo que ancho, con puntuación densa, bien marcada, ligeramente rugosa, con sedas microscópicas muy esparcidas, sobre todo en la mitad posterior; el reborde de la epipleura estrecho, se diluye claramente hacia el propigidio y presenta sedas cortas finas muy esparcidas; callos humerales prominentes y redondeados, callos apicales amplios, redondeados, poco prominentes. Alas metatorácicas completamente desarrolladas. Vestidura del pterosternón larga, abundante, de color amarillento.

Protibias más cortas que el tarso respectivo (1.0:1.2), tienen tres procesos dentiformes en el borde externo, el intermedio más ancho, el proximal más corto y alejado. Espolón protibial recto y aguzado, más largo que el segundo protarsómero. En la mitad de la cara externa de las mesotibias tiene una quilla setífera transversal oblicua completa, bien marcada, y un tubérculo setífera en la mitad proximal. Espolones mesotibiales articulados, aguzados, casi rectos, el superior ligeramente poco más largo que el inferior. Las metatibias casi tan largas como los tarsos respectivos (0.9:1.0), tienen una quilla setífera transversal oblicua en la mitad de la cara externa, sin tubérculo setífero en la mitad proximal. Espolones metatibiales articulados, casi rectos con los ápices poco aguzados, el espolón superior un poco más ancho y más largo que el inferior, claramente más largo que el primer metatarsómero. Artejos de cada tarso con dos hileras longitudinales de sedas rígidas en sus regiones ventrales (más notables en los meso y metatarsos) y numerosas sedas largas alrededor del ápice; los cuatro protarsómeros proximales tienen una prominencia espiniforme en el borde preapical ventral. Todas las uñas tarsales son dentadas, con el denticulo ventral pequeño y un poco desplazado hacia la base unguinal (figura 2).

Prepigidio brillante, densamente punteado, con sedas diminutas esparcidas. Placa pigidial uniformemente convexa, brillante; el disco pigidial glabro, ligeramente rugoso, con puntos irregulares someros; los márgenes laterales estrechos; el margen basal interrumpido en su parte media; el margen apical poco engrosado y levantado, con 20 sedas medianas. El tegumento de los extremos laterales de los segmentos abdominales es brillante, con escasas sedas cortas. Los esternitos desde 2° hasta 4° convexos en su porción mesial, poco punteados con sedas esparcidas y las suturas intersegmentales apenas indicadas; la mitad posterior del 5° esternito tiene un declive caudal acentuado, con la región media provista con gránulos pequeños, puntos y sedas esparcidas. Placa anal estrecha, ligeramente cóncava, con puntos finos y sedas esparcidas, el borde caudal poco levantado y provisto con sedas medianas.

Cápsula genital masculina con los parámetros simétricos, alargados, estrechos, sinuosos, convergentes en el ápice, fusionados en la parte proximal dorsal (figuras 3-5), con la porción ventral membranosa; el tectum convexo; el edeago muestra una estructura de soporte esclerosada tubular ancha con el ápice redondeado, alargado ventralmente; la región apical del saco interno membranosa con abundantes microespinas y un bastón esclerosado, largo y recurvado (figuras 4-5). Longitud de la cápsula genital desde el ápice de los parámetros al extremo de la pieza basal: 5.2 mm.

Alotipo hembra. Similar al macho, excepto que la longitud total del cuerpo es de 16.4 mm y la anchura humeral es de 6.8 mm; la coloración de todo el cuerpo es parda oscura brillante; la maza antenal es más corta que la longitud de los cinco artejos precedentes; los espolones metatibiales son más anchos, con los ápices aguzados; el esternito 5° es convexo, sin gránulos en la parte media posterior; la placa anal es más ancha, convexa, con quillas redondeadas en ambos tercios laterales. La placa pigidial es menos convexa, con el extremo apical ligeramente proyectado. Las placas genitales ventrales son glabras, amplias, ligeramente asimétricas, con los bordes distales redondeados; las placas dorsales están fusionadas en la línea media, tienen el borde biescotado con un par de sedas a cada lado del borde distal (figura 6).

Variación en los paratipos. La longitud total del cuerpo varía entre 15.8 y 18.8 mm y la anchura humeral entre 6.3 y 7.4 mm. La coloración del pronoto y los élitros en distintos ejemplares varía entre casi completamente parda oscura hasta parda rojiza o parda amarillenta. Algunos ejemplares son más esbeltos. La intensidad de la puntuación pronotal y pigidial varía ligeramente entre los machos revisados.

Material estudiado. 11 machos y 8 hembras. Holotipo macho: México: Chiapas, Oxchuc, 23-V-2000, J. Gómez. Depositado en IEXA. Alotipo: México: Chiapas, Oxchuc, Tzunum, 27-V-2002, O. Gómez (IEXA). Paratipos (10 machos y 7 hembras, depositados en CNIN, CNC, ECOSUR, MXAL): mismos datos que el alotipo (macho). Chiapas, Oxchuc, Piedra Escrita, 7-V-2001, J. Gómez (macho); mismos datos excepto: 14-V-2001 (macho y hembra); 16-V-2001, E. Santiz (hembra); 25-V-2001, en ciruelo, E. Santiz (macho y hembra); 26-IV-2002, G. López (macho y hembra); 13-V-2002, P. Encinas (macho y hembra); 22-V-2002, G. López (hembra); Chiapas, San Cristóbal de Las Casas, Huitepec, 13-VII-2004, bosque seco, P. Enriquez (macho); Chiapas, Hwy 199, 11 km NE S Cristóbal, 25-V-1987, 8000', D.A. Rider and E.G. Riley (macho); Chiapas, 9 mi N Teopisca, on Pan Am Hwy, 31-V-1987, W. B. Warner (macho); Chiapas, Lagunas Montebello, 17-V-1969, G. Halffter (macho); Chiapas, 11.6 mi N Pueblo Nuevo, Rt 195, 26-IV-1966, 5200' G. E. Ball and D.R. Whitehead (hembra).

Localidad típica. Piedra Escrita, municipio de Oxchuc, Ocosingo, Chiapas, México (16°51'00" norte, 92°25'00" oeste) (figura 16).

Datos biológicos. La mayoría de los ejemplares estudiados fueron capturados con ayuda de linternas de mano durante las primeras horas de la noche sobre vegetación silvestre, algunos fueron atraídos por trampas de luz, y una pareja se colectó apareándose en el follaje de ciruelo

(*Prunus domestica* L., Rosaceae), durante abril (3), mayo (15) y julio (1), en bosques de encinos o pinos con distinto grado de perturbación, ubicados entre 1,730 y 2,660 m de altitud. Otras especies de *Phyllophaga* capturadas al mismo tiempo en las localidades citadas fueron *P. (Phyllophaga) chamula*, *P. menetriesi* (Blanchard), *P. guatemala* Saylor, *P. longifoliata* (Moser), *P. pilosula* (Moser), *P. ravidia* (Blanchard), *P. rugipennis* (Schauffus), *P. rugulosa* (Blanchard) y *P. testaceipennis* (Blanchard) También se encontraron simultáneamente *P. (Phytalus) cometes* (Bates), *P. obsoleta* (Blanchard), *P. lineatoides* Morón y *P. senicula* (Bates), así como *P. (Chlaenobia) scabripypa* (Bates).

Etimología. Derivado del tzeltal, nombre de un grupo numeroso de pobladores indígenas mayas de los Altos de Chiapas.

Comentarios. La combinación de caracteres que muestra *P. tzeltala* permite asignarla al Grupo Scissa (*sensu* Morón, 2003a). La ausencia de vestidura dorsal notable, así como la forma y proporciones de los parámetros y el soporte esclerosado del edeago, junto con el bastocillo esclerosado largo ubicado en la porción preapical del edeago permiten distinguirla de otras especies del grupo registradas en México. Es un grupo formado por más de 15 especies, la mayoría inéditas, con amplia distribución en las principales cordilleras de México, Guatemala y Honduras.

Phyllophaga (Phyllophaga) tinbitipus sp. nov.
(figuras 7-11, 14-15)

Descripción. Holotipo macho: Longitud total del cuerpo: 13.4 mm. Anchura humeral: 5.2 mm. Relación longitud / anchura cuerpo: 2.50:1.00. Cabeza, pronoto, élitros y patas de color pardo oscuro brillante, con ligero tinte rojizo; abdomen pardo oscuro con tinte amarillento (figuras 14-15). Clípeo redondeado, 3.2 veces más ancho que largo, con el borde anterior ligeramente sinuado y los márgenes poco levantados (figura 7); el disco clipeal poco convexo, rugoso, con puntos circulares amplios, casi contiguos, provistos con sedas largas erectas. Sutura fronto-clipeal parcialmente oculta entre la puntuación, ligeramente sinuada en su tercio central. Frente moderadamente convexa, tres veces más ancha que larga, rugosa, con puntos irregulares amplios provistos con sedas abundantes largas, erectas. Carina transversal del vértice apenas definida. Superficie occipital lisa. Antenas con diez artejos; el tercer artejo más estrecho y corto que el cuarto, que a su vez es más corto y estrecho que el quinto; el sexto casi tan largo como el séptimo pero un poco más ancho; desde 5° hasta 7° tienen una proyección anterior redondeada. Maza antenal poco más larga que los cinco artejos precedentes, formada por tres lamelas cubiertas por sensilas muy finas y sedas erectas esparcidas.

La anchura dorsal de cada ojo es equivalente al 20 % de la distancia interocular. Canthus ocular corto y estrecho, con 8 sedas de distintas longitudes. Labro reniforme, prominente, con el borde anterior profundamente excavado, provisto con numerosas sedas erectas en los bordes. Disco del labio moderadamente cóncavo, con sedas finas largas a los lados; el borde anterior ligeramente escotado.

Pronoto dos veces más ancho que largo (figura 7); la relación anchura máxima de la cabeza-anchura máxima del pronoto es de 0.64:1.00 y la relación distancia interocular-anchura máxima del pronoto es de 0.48:1.00; disco pronotal densamente cubierto con puntos circulares profundos pequeños, regularmente distribuidos, provistos con sedas largas erectas abundantes (figura 14); ángulos anteriores poco obtusos, prominentes; ángulos posteriores obtusos, prominentes; bordes laterales ampliamente angulados en su porción central; márgenes laterales estrechos, regularmente crenulados, con sedas largas; el margen anterior estrecho, bien marcado, con sedas erectas largas; el margen basal solo marcado en los extremos laterales, sugerido en su parte media por los límites de la puntuación del disco. Escutelo más ancho que largo (1.5-1.0) con diez puntos setíferos. Cada élitro 2.6 veces más largo que ancho, con puntuación profunda abundante regularmente distribuida; con numerosas sedas erectas largas, intercaladas con sedas más cortas y delgadas; el reborde de la epipleura estrecho, se diluye paulatinamente hacia el propigidio y presenta una hilera regular de sedas largas; callos humerales prominentes y redondeados, callos apicales amplios, redondeados, poco prominentes. Alas metatorácicas completamente desarrolladas. Vestidura del pterosternón larga, muy abundante, de color amarillento.

Protibias casi de igual longitud que el tarso respectivo, tienen tres procesos dentiformes en el borde externo, casi equidistantes, el proximal más corto. Espolón protibial recto y aguzado, más largo que el segundo protarsómero. En la mitad distal de la cara externa de las mesotibias tiene una quilla setífera transversal oblicua completa, bien marcada, y en la mitad proximal no muestra prominencias setíferas, pero en el borde dorsal existen cinco denticulos. Espolones mesotibiales articulados, poco aguzados, casi rectos, el superior un poco más largo que el inferior. Las metatibias son casi tan largas como los tarsos respectivos, tienen una quilla setífera transversal oblicua en la mitad de la cara externa, sin prominencia setífera en la mitad proximal, pero con cuatro denticulos aguzados en el borde dorsal. Espolones metatibiales articulados, con los ápices redondeados, el espolón superior casi recto, un poco más largo que el inferior, y un poco más largo que el primer

metatarsómero. Artejos de cada tarso con una hilera longitudinal irregular de sedas rígidas en sus regiones ventrales y numerosas sedas largas alrededor del ápice; los primeros tres protarsómeros tienen una prominencia aguzada o redondeada en el borde preapical ventral. Todas las uñas tarsales son ampliamente bífidas, con el denticulo ventral ligeramente más largo que el dorsal (figura 8).

Prepigidio poco brillante, densamente punteado y con sedas abundantes, diminutas hacia el borde basal y medianas hacia el borde distal. Placa pigidial uniformemente convexa, brillante, rugosa punteada, con sedas erectas y largas; los márgenes laterales estrechos; el margen basal interrumpido en su parte media; el margen apical poco engrosado, levantado, con 12 sedas medianas. El tegumento de los extremos laterales de los segmentos abdominales es brillante, con numerosas sedas cortas amarillas. Los esternitos 2° a 5° convexos en su porción mesial, lisos, con sedas cortas esparcidas y las suturas intersegmentales apenas indicadas; los esternitos 5° y 6° son más prominentes y el borde posterior del 6° esternito tiene un declive notable (figura 14), con la superficie punteada-rugosa, y algunas sedas cortas. Placa anal amplia, convexa, con la superficie granulosa, punteada y setífera, el borde caudal poco levantado y provisto con numerosas sedas erectas.

Cápsula genital masculina con los parámetros simétricos, grandes pero con extensiones delgadas, curvados, convergentes en el ápice, fusionados en la parte proximal dorsal con proyecciones preapicales largas, falobase prominente y bifurcada (figuras 9-11); la región ventral membranosa; el tectum convexo, sencillo; el edeago es grande y grueso, muestra una estructura de soporte esclerosada semitubular con proyecciones preapicales espiniformes recurvadas (figuras 9-10); la región apical del saco interno es membranosa con numerosas microespinas. Longitud de la cápsula genital desde el ápice de los parámetros al extremo de la pieza basal: 4.3 mm.

Hembra: desconocida.

Material estudiado. Un macho. Holotipo: México: Chiapas, 5 mi N Nueva Tenochtitlán, 28-VII-1990, 1000 m R. W. Jones. Depositado en IEXA.

Localidad típica. 5 millas al norte de Nueva Tenochtitlán (antes Rizo de Oro), municipio de Cintalapa, estado de Chiapas, México (16°33'01" N, 94°05'06" O) (figura 16).

Datos biológicos. El único ejemplar estudiado fue recolectado durante julio al cernir hojarasca en un bosque tropical ubicado a 1,000 m de altitud. No se registraron otras especies de *Phyllophaga*.

Etimología. El nombre específico procede del vocablo zoque *tinbitipiti* "escarabajo" (Harrison *et al.*, 1981).

Comentarios. La combinación de caracteres que muestra *P. tinbitipus* permite relacionarla con las especies

del grupo “*rostripyga*” (*sensu* Cano y Morón, 1998). El tamaño corporal pequeño, la abundancia de vestidura setífera en todo el cuerpo y el diseño de los parámetros y los ornamentos del edeago permiten distinguirla de otras especies del grupo registradas en México.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce la colaboración de Concepción Ramírez Salinas y Adriana E. Castro Ramírez (ECOSUR, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas) para reunir las muestras estudiadas.

LITERATURA CITADA

- CANO, E.B. Y M.A. MORÓN, 1998.** Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae, Melolonthinae) de Guatemala. Diversidad, distribución e importancia. En: M.A. Morón y A. Aragón (Eds.) *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. Publ. Especial Benemérita Univ. Autónoma Puebla y Soc. Mex. Entomol. Puebla, México. Pp. 7-18.
- DELGADO-SOLANO, J.M., A.E. CASTRO-RAMÍREZ & M.A. MORÓN, 2012.** First records of *Phyllophaga mentalis* (Saylor) and *Hemiphileurus simplex* (Prell) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Mexico. *The Coleopterists Bulletin* 66 (2): 164-165.
- HARRISON, R., M. HARRISON y C. GARCÍA, 1981.** *Diccionario Zoque de Copainalá*. Instituto Lingüístico de Verano. México. D.F. 410 p.
- MORÓN, M.A., 1986.** *El género Phyllophaga en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera)*. Instituto de Ecología, A. C. México. 341 p.
- MORÓN, M.A., 2001.** Revision of the *rugipennis* group of *Phyllophaga* (*sensu stricto*) Harris (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals Entomological Society of America* 94 (6): 771-808.
- MORÓN, M.A., 2003a.** Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga* Harris en México (Coleoptera: Melolonthidae). (pp. 1-27). In: Aragón, A., M. A. Morón y A. Marín (Eds.). *Estudios sobre coleópteros del suelo en América*. Publicación especial Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- MORÓN, M.A., 2003b.** Revision of the *Phyllophaga* s.s. *schizorhina* species group (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). *The Canadian Entomologist* 135: 213-302.
- MORÓN, M.A. & E. G. RILEY, 2005.** Four new species of *Phyllophaga* from Mexico and Central America (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *The Coleopterists Bulletin*, 59 (3): 391-399.
- MORÓN, M.A. y M. BLAS, 2006.** Dos especies nuevas de *Phyllophaga* del Grupo “*Schizorhina*” (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) de Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana* 45 (1): 35-46.
- PACHECO-FLORES, C., A. E. CASTRO-RAMÍREZ, M. A. MORÓN Y B. GÓMEZ Y GÓMEZ, 2008.** Fauna de escarabajos melolontidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el municipio de Villa Flores, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24 (1): 139-168.
- SANDERSON, M. W., 1958.** Faunal affinities of Arizona *Phyllophaga*, with notes and descriptions of new species. *Journal of Kansas Entomological Society* 31: 158-173.
- SAYLOR, L. W., 1940.** Revision of the scarabeid beetles of the *Phyllophaga* subgenus *Listrochelus* of the U. S. with discussion of related subgenera. *Proceedings of the United States National Museum* 89 (3095): 59-130.

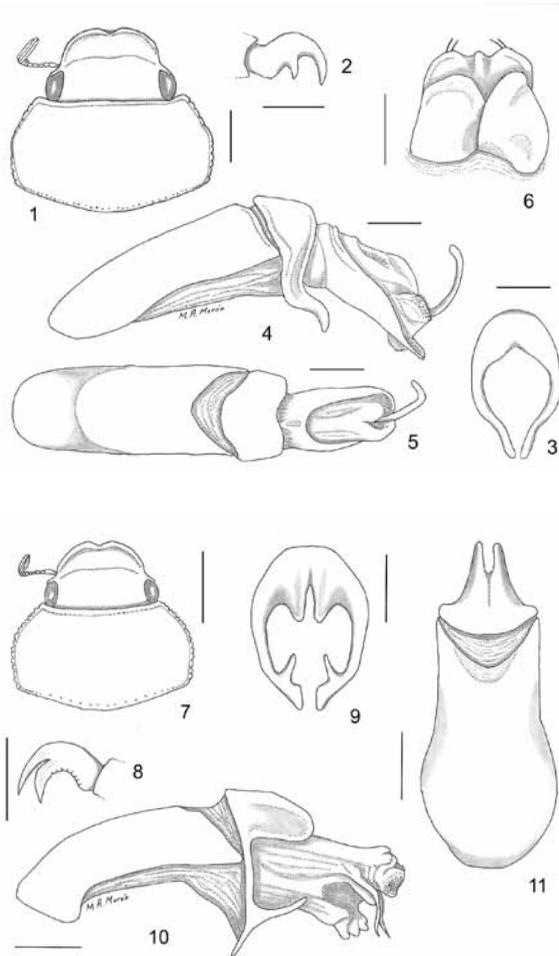


FIGURA 1-6

***Phyllophaga tzeltala*.** 1) Cabeza y pronoto, macho. 2) Uña protarsal externa. 3) Aspecto distal de los parámetros. 4) Aspecto lateral de la cápsula genital masculina. 5) Aspecto dorsal de la cápsula genital masculina. 6) Aspecto ventral de las placas genitales femeninas.

FIGURA 7-11

***Phyllophaga tinditipus*.** 7) Cabeza y pronoto, macho. 8) Uña protarsal externa. 9) Aspecto distal de los parámetros. 10) Aspecto lateral de la cápsula genital masculina. 11) Aspecto dorsal de la cápsula genital masculina. Líneas de escala: figuras 1, 7 = 2 mm; figuras 2, 8 = 0.5 mm; figuras 3-6, 9-11 = 1 mm.

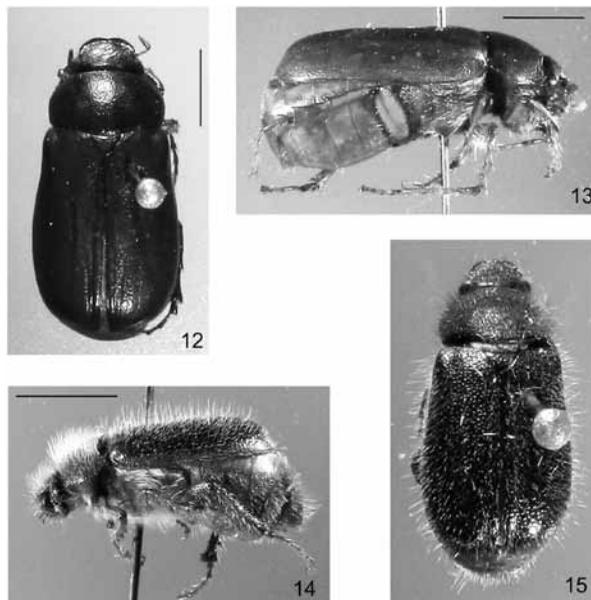


FIGURA 12-15

***Phyllophaga tzeltala*.** 12) Aspecto dorsal, macho. 13) Aspecto lateral, macho. Figuras 14-15) ***Phyllophaga tinditipus*.** 14) Aspecto lateral, macho. 15) Aspecto dorsal, macho. Líneas de escala 5 mm.



FIGURA 16

Ubicación de las localidades en el estado de Chiapas, México, citadas en este trabajo. Marcas amarillas = *P. tzeltala*; marca roja = *P. tinditipus*.

Modelación hidrológica para cuatro escenarios de cobertura vegetal y uso de suelo, en la cuenca del río Salinas, Chiapas, México

Daniel Alejandro Gallegos Pérez¹, Pascual López de Paz¹
Raúl González Herrera¹, Francisco Félix Domínguez Salazar¹
José Armando Velasco Herrera¹, Iván de Jesús Vázquez Montoya¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Primera av. Sur Poniente núm. 1460, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Teléfono y fax: (961) 125-6033. E-mail: daniel.gallegos.ex@unicach.mx.

RESUMEN

En la cuenca del río Salinas, Chiapas, se simuló el proceso natural lluvia-escurrimiento, para determinar la escorrentía total generada. Se empleó el método del Número de Curva (NC) del Servicio de Conservación de Suelos (SCS), actualmente Natural Resources Conservation Service (NRCS), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) (NRCS, 1997). Para facilitar dicho proceso, las simulaciones fueron efectuadas bajo el entorno del modelo hidrológico HEC-HMS, el objetivo general fue conocer los efectos ocasionados por los cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo, en la respuesta hidrológica de la cuenca de estudio. En este artículo, se presenta un análisis efectuado en cuatro escenarios de uso de suelo sometidos a las mismas condiciones de humedad de suelo, previo a la tormenta del huracán *Stan*. Los resultados de las simulaciones revelaron que bajo esta constante, los desastres ocurridos en octubre del 2005 en la cuenca Salinas, se debieron más a lo severo del evento meteorológico que al cambio de uso de suelo. Aun así, los resultados dejan ver la posibilidad de que si la cuenca hubiera estado mejor conservada, se hubieran amortiguado mejor dichos impactos.

Palabras clave: proceso lluvia-escurrimiento, HEC-HMS, escenarios de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo.

ABSTRACT

In the Salinas River Basin, Chiapas, was simulated natural rainfall-runoff process to determine the total runoff generated was used Curve Number Method (CN) of the Soil Conservation Service (SCS), now Natural Resources Conservation Service (NRCS), Department of Agriculture (USDA for its acronym in English) (NRCS, 1997). To facilitate this process, the simulations were carried out under the environment of the HEC-HMS hydrologic model; the goal of the study was to know the effects caused by changes in land cover and land use in the hydrological response of the watershed. In this article, we show four analyses of land use scenarios, subject to the same soil moisture conditions prior to hurricane storm *Stan*. The simulations results showed that under these constant disasters in October 2005 in the Salinas basin were due more to the severe weather event that land use change. The results reveal the possibility that if the basin would have been better preserved, they had better cushioned impacts.

Keywords: rainfall-runoff process, HEC-HMS, scenarios of change vegetation cover, and land use.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que el modelado hidrológico, ha sido de gran utilidad en la evaluación del impacto del cambio de uso del suelo en cuencas pequeñas (Henderson *et al.*, 1993; Harbor, 1994; Bhaduri *et al.*, 1997; Sharma *et al.*, 2000). Dichos, modelos se han utilizado para comprender la dinámica del ciclo hidrológico con respecto a los componentes climatológicos y la superficie terrestre (Singh y Woolhiser, 2002). La calidad de los resultados está en función de la precisión de los datos de entrada, así como del grado con el que la estructura del modelo

representa correctamente los procesos hidrológicos, de acuerdo con el problema en estudio (Campos, 1998).

Los componentes más importantes que intervienen en el modelado del proceso lluvia-escurrimiento de cuencas hidrográficas son: las características topográficas, la ocupación del suelo, las precipitaciones, la evapotranspiración y los flujos o caudales observados (Réménieras, 1999), donde la vegetación juega un importante papel en el ciclo hidrológico, ya que afecta al balance de agua de la superficie en todos sus componentes (Chang, 2003). La precipitación, intercepción, escurrimiento, evaporación, transpiración y otros procesos del ciclo hidrológico,

presentan una gran variación espacial y temporal, y éstos a su vez, juegan un papel crítico en diversos procesos físicos, químicos y biológicos que regulan el sistema terrestre, donde la actividad humana es inseparable de los eventos naturales (Dunne y Leopold, 1978; Elkaduwa y Sakthivadivel, 1998).

En México es necesario seguir analizando el efecto que tiene el deterioro de la cobertura vegetal en los procesos hidrológicos. Esto es realmente preocupante, ya que según Goel y Norman (1992) la remoción de la vegetación natural en grandes superficies tiene un impacto en el cambio climático local y regional de una determinada zona. A su vez, genera problemas de desertificación, y disminución de productividad del suelo (Casas, 2003), altera los ciclos de producción biológica y provoca cambios en los procesos del ciclo hidrológico (Charney, 1975).

Sin embargo, cuando se presentan fenómenos meteorológicos de gran magnitud, generalmente estas dejan como consecuencias, desastres de gran envergadura, y en ocasiones, queda en el aire la pregunta: ¿cuál de los

dos factores tuvo mayor relevancia?, ¿el cambio en el uso de suelo o la intensidad de la tormenta en cuestión?, en vista de esta y otras cuestiones, el artículo tiene como finalidad principal, conocer la respuesta hidrológica de la cuenca Salinas ante cuatro escenarios de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo, simulando la tormenta del huracán *Stan*. Para lograr ese objetivo, se determinaron las características físicas de la cuenca, se generaron escenarios de usos de suelo para los años 1975, 1993, 2000 y 2007, posteriormente se estructuró, calibró y validó el modelo hidrológico de la cuenca Salinas, Chiapas, bajo el entorno del HEC-HMS. Finalmente se simuló la tormenta del huracán *Stan* en cada uno de los escenarios, bajo las condiciones de humedad antecedente de dicha tormenta.

METODOLOGÍA

Para conseguir los objetivos perseguidos en este estudio, se estableció una metodología que consta de cinco etapas (figura 1).

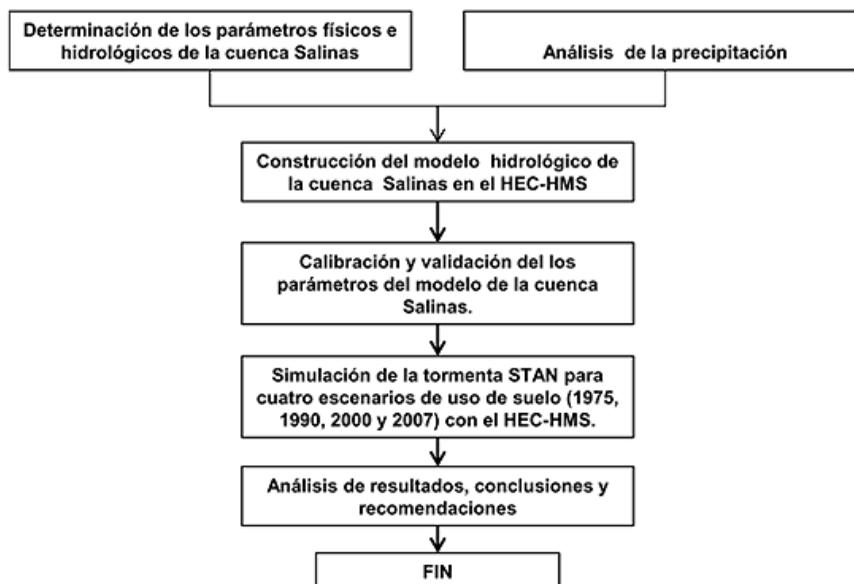


FIGURA 1

Principales etapas en el desarrollo de la investigación.

Primeramente, se determinaron los parámetros físicos e hidrológicos de la cuenca, entre los más importantes se destacan: la abstracción inicial (IA) y el parámetro de NC

el cual fue obtenido mediante la elaboración de álgebra de mapas de cada escenario de uso de suelo correspondiente a los años 1975, 1993, 2000 y 2007 (ver figura 2, apéndice).

Posteriormente, se construyó un modelo semi-distribuido de la cuenca Salinas bajo el entorno del modelo hidrológico HEC-HM (figura 3) y se calibraron los coeficientes K y X del método de Muskingum y el tiempo de retardo (T_{Lag}) mediante una combinación estratégica de calibración manual y algoritmos de búsqueda local, i.e. Método Simplex (Nelder y Mead, 1965) y Gradiente Univariado (Snyman, 2005) o método de Newton, mediante el cual se logró optimizar un parámetro a la vez.



FIGURA 3 Modelo hidrológico conceptual semidistribuido de la cuenca Salinas.

Por último, bajo el esquema del hidrograma unitario sintético (SCS, 1971) y con el evento de lluvia correspondiente a la tormenta del huracán Stan en octubre del 2005, se generaron simulaciones para cada escenario de uso de suelo. Finalmente, se procedió a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

RESULTADOS

Simulación de la tormenta del huracán Stan para el escenario 1975

En la figura 4 se presenta la comparación del hidrograma resultante de la simulación efectuada para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 1975, con los gastos observados en la tormenta del huracán Stan, acontecida en octubre del 2005.

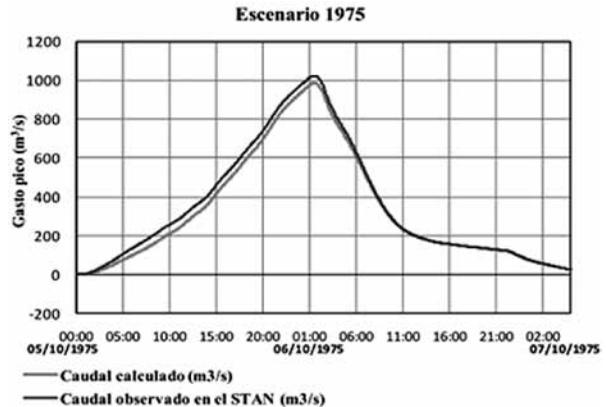


FIGURA 4 Resultados de la simulación de la tormenta Stan para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 1975.

Simulación de la tormenta del huracán Stan para el escenario 1993

En la figura 5 se presenta la comparación del hidrograma resultante de la simulación efectuada para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 1993, con los gastos observados en la tormenta del huracán Stan, acontecida en octubre del 2005.

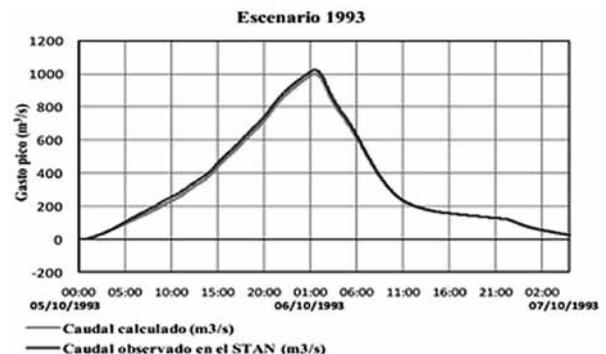


FIGURA 5 Resultados de la simulación de la tormenta Stan para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 1993.

Simulación de la tormenta del huracán Stan para el escenario 2000

En la figura 6 se presenta la comparación del hidrograma resultante de la simulación efectuada para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 2000, con los gastos observados en la tormenta del huracán Stan, acontecida en octubre del 2005.

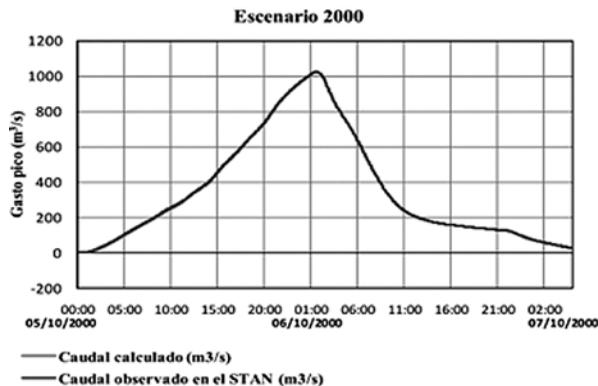


FIGURA 6

Resultados de la simulación de la tormenta *Stan* para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 2000.

Simulación de la tormenta del huracán *Stan* para el escenario 2007

En la Figura 7 se presenta la comparación del hidrograma resultante de la simulación efectuada para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 2007, con los gastos observados en la tormenta del huracán *Stan*, acontecida en octubre del 2005.

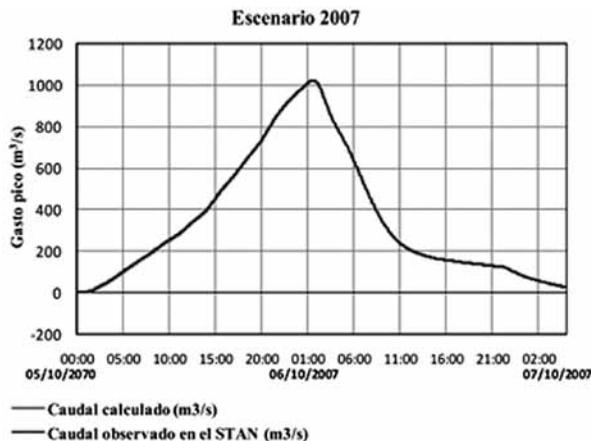


FIGURA 7

Resultados de la simulación de la tormenta *Stan* para el escenario de uso de suelo correspondiente al año 2007.

Al analizar y comparar los hidrogramas para el escenario 1975, se puede observar que hubo una disminución en el gasto pico de aproximadamente 6% con respecto a los caudales observados en la tormenta del huracán *Stan* en 2005. De la misma manera para el escenario 1993, se presentó una disminución en el gasto pico de aproximadamente entre 3% y finalmente en los escenarios 2000 y 2007 se puede observar que ambos hidrograma no presentaron diferencias significativas, de hecho en el escenario 2000 los hidrogramas calculados resultaron similares a los caudales observados en la tormenta del huracán *Stan*, esto se debe principalmente a que los número de curva para ambos escenarios no mostraron mucha diferencia.

CONCLUSIONES

La simulación efectuada en los cuatro escenarios de uso suelo, permitió concluir que en el caso de la cuenca Salinas, los desastres ocurridos en octubre del 2005, se debieron más a lo severo del evento meteorológico que al cambio de uso de suelo. Sin embargo, parte de los resultados dejan ver la posibilidad de que si la cuenca hubiera estado mejor conservada, se hubieran amortiguado mejor dichos impactos.

La metodología descrita, presenta conceptos y elementos útiles para la modelación hidrológica de cuencas. Se describe de forma clara la obtención de los elementos físicos e hidrológicos de una cuenca en el entorno de un SIG y la manera de inferir los parámetros más relevantes en la conceptualización de un modelo de cuenca, se esquematiza de manera general la construcción de un modelo hidrológico en el HEC-HMS y la forma de calibrar y validar los parámetros de la misma. Concluyendo que la metodología planteada, es repetible en cuencas pequeñas y con características parecidas a la zona de estudio.

LITERATURA CITADA

- BHADURI, B., M., GROVE, C., LOWRY, & J., HARBOR, 1997.** Assessment of long-term, hydrologic effects of land use change. The curve number technique for calculating runoff is modified to estimate lost groundwater recharge. *Journal of American Water Works Association*, 89 (11): 94-106.
- CAMPOS, D.F., 1998.** *Procesos del Ciclo Hidrológico*. Tercera reimpresión, Editorial Universitaria Potosina, México.
- CASAS, R., 2003.** *Sustentabilidad de la agricultura en la región pampeana*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA-Castelar.
- CHANG, M.T., 2003.** *Forest Hydrology: An Introduction to Water and Forests*. Boca Raton: CRC Press. 373 p.
- CHARNEY, J. G., 1975.** Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Journal of the Real Meteorology Society*, 101: 193-202.
- DUNNE, T. & L.B., LEOPOLD, 1978.** *Water in Environmental Planning*, W. H. Freeman and Co., San Francisco, USA.
- ELKADUWA, W.K. & R., SAKTHIVADIVEL, 1998.** *Use of historical data as a decision support tool in watershed management: A case study of the Upper Nilwala basin in Sri Lanka*, Report 26, International Water Management Institute.
- GOEL, N.S. & J.M., NORMAN, 1992.** Biospheric models, measurements and remote sensing of vegetation. *ISPRS, Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 47: 163-188.
- HARBOR, J., 1994.** A practical method for estimating the impact of land-use change on surface runoff, ground water charge and wetland hydrology, *Journal of the American Planning Association*, 60 (1): 95-108.
- HENDERSON, S.A., R.E., DICKINSON, T.B., DURBIDGE, P.J., KENNEDY, K., MCGUFFIE, & A.J., PITMAN, 1993.** Tropical deforestation: modeling local-to regional-scale climate change, *Journal of Geophysical Research*, 98 (D4): 7289-7351.
- NELDER, J.A., & R. MEAD, 1965.** A simple method for function minimization, *The Computer Journal*, 7: 308-313.
- NRCS (NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE), 1997.** *National Engineering Handbook*, part 630, Hydrology, U.S. Dep. of Agric., Washington, D. C.
- SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE), 1971.** *Hydrology. National Engineering Handbook*, sec 4. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.
- RÉMÉNIÉRAS, G., 1999.** *L'hydrologie de l'ingénieur*, Collection de la Division Recherche et Développement d'Electricité de France, Eyrolles, France, 456 p.
- SHARMA, K.V., C.J., VORÓSMARTY, & B., MOORE III, 2000.** *Sensitivity of the Himalayan hydrology to land use and climatic changes*, Climatic Change, A1, 117-139 p.
- SINGH, V.P. & D.A., WOOLHISER, 2002.** Mathematical Modeling of Watershed Hydrology, *Journal of Hydrologic Engineering*, July/August. Pp. 270-292.
- SNYMAN, J.A., 2005.** *Practical mathematical optimization: An introduction to basic optimization theory and classical and new Gradient-Based algorithms*. Springer Publishing.

APÉNDICE

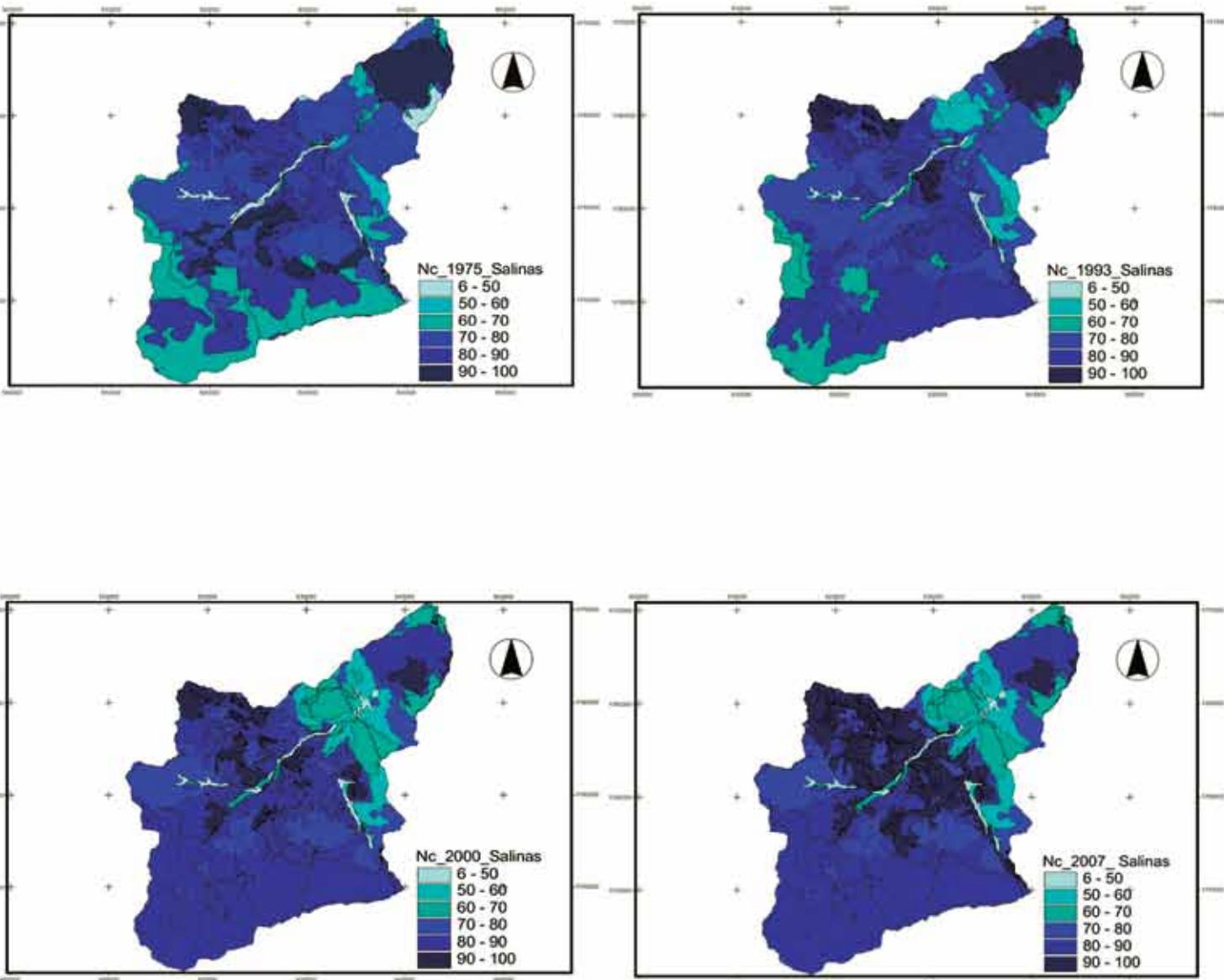


FIGURA 2

NC de la cuenca Salinas para los escenarios 1975, 1993, 2000 y 2007.

La necesidad de nuevos modelos para el cálculo de la erosividad (factor r) en el estado de Chiapas, México

Iván de Jesús Vázquez Montoya^{1*}
José Armando Velasco Herrera¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | * Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, C.P. 29099, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Email: ivan.vazquez@unicach.mx

RESUMEN

Se realizó la comparación de tres modelos que calculan el factor R (Cortés, Figueroa y Baumann) y se utilizaron los factores K y LS para obtener la erosión hídrica potencial (EHP) de la cuenca San Pedro, Chiapas. Los datos obtenidos del factor R mediante el modelo de Cortés se distribuye de la siguiente manera: baja 14%, moderada 22%, alta 2% y muy alta 36%. Por otro lado, con el modelo de Figueroa obtuvimos el 18% baja, moderada con 23%, alta con 27% y con muy alta un 32%. Por su parte el modelo de Baumann representa un 15% baja, 22% moderada, alta 28% y 35% muy alta. Al obtener los mapas de erosión hídrica potencial se representan una estimación del grado de erosión de la cuenca, aunado a ello los resultados muestran diferencias significativas, la EHP aplicando en el modelo de Cortés se generan valores de E.H.P. con: baja 53.8%, moderada 42.3%, alta 2.8% y muy alta 1.1%, por otra parte con el modelo de Figueroa se obtienen los siguientes datos: 61.4% baja, 37.7% moderada, alta 0.6% y muy alta 0.3%, y aplicando el modelo de Baumann se registró un 65% baja, 33.1%, alta 1.5% y muy alta 0.4%. En este sentido se concluye que no hay certidumbre en los datos de erosión hídrica potencial generados, por lo consiguiente es necesario realizar un modelo diferente que se adapte a las condiciones geográficas del estado de Chiapas.

Palabras clave: geomática, forestal, edafología, cárcava, hidrología, ingeniería.

ABSTRACT

In this paper we compared three models that calculate the R factor (Cortés, Figueroa, and Baumann) and used K and LS factors for water erosion potential (EHP) San Pedro Basin, Chiapas. The data obtained using the R factor Cortés model is distributed as follows: low 14%, moderate 22%, high 2% and very high 36%, on the other hand with the model of Figueroa got the 18% low, moderate with 23% high with 27% and 32% high, meanwhile Baumann model represents a 15% low, 22% moderate, 28% high and 35% too high. By obtaining maps represent potential water erosion estimate the degree of erosion of the basin, coupled with this the results show significant differences in the EHP applying courteous model EHP values are generated with: low 53.8%, moderate 42.3%, high 2.8% and high 1.1%, moreover Figueroa model yields the following data: 61.4% low, 37.7% moderate, high and very high 0.6% 0.3%, and applying the model record Baumann 65% low, 33.1%, high 1.5% high 0.4% and in this sense it is concluded that there is no certainty on potential water erosion data generated, so it is therefore necessary to model suit different geographical conditions of the state of Chiapas.

Keywords: geomatics, forestry, soil science, gully, hydrology, engineering.

INTRODUCCIÓN

Uno de los primeros investigadores en crear un modelo que determinara la agresividad de la lluvia, fue Fournier en 1960, quien estableció el índice de agresividad climática o Índice de Fournier (IF), integrando a su modelo matemático la precipitación del mes más lluvioso y la precipitación anual, expresada por la siguiente ecuación: $IF = \frac{P_2}{P}$, en donde P_2 , es igual a la precipitación del mes más alto y P , precipitación media anual.

Posteriormente, Arnoldus en 1977 ajustó el modelo (IF) agregando al modelo matemático la precipitación de todos los meses llamándolo Índice de Fournier Modificado (IMF), este modelo posee un coeficiente de correlación del ($r = 0.84$). A partir de esta modificación es muy común que se tomen tanto los datos de IF o IMF para adoptarlos como valor de R.

Wischemeier y Smith en 1978, publicaron la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) que integra un conjunto de variables para la determinación de la erosión

hídrica. Este modelo fue desarrollado en zonas específicas de los Estados Unidos de Norteamérica, mediante el análisis estadístico de pérdidas de suelo por erosión en lotes experimentales, y las correlaciones matemáticas presentaron niveles aceptables de pronóstico para dichas zonas. Sin embargo, Figueroa *et al.* (1991) mencionaron que el empleo de este modelo en otras zonas requiere cautela, pues es posible aplicarla siempre y cuando tenga un ajuste de promedio.

Desde los 90's la fecha, diversos investigadores han tratado de crear un modelo preciso para determinar el valor de R con variables sencillas, tales como la precipitación. Como Renard y Freimund en 1994 que integra a su modelo el IF.

En México se han desarrollado modelos empíricos alternativos para la estimación de R relacionándolo con otros parámetros de la lluvia, por ejemplo, Cortés en 1991 ajustó el modelo de R para la República Mexicana en donde toma como variable la precipitación anual que correlacionó con el valor de R calculados en campo, de esto resultaron 14 regiones que integran el país, es decir 14 ecuaciones distintas, para Chiapas propone utilizar el modelo de la región XII que tiene un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.96$.

Ese mismo año, Figueroa ajustó el modelo que generó Cortés para Chiapas, este nuevo modelo proporciona datos de R mucho menores a los que se obtienen con el modelo de Cortés y tiene un valor de $R^2 = 0.988$. En este sentido Baumann *et al.* en 2002, compararon estos modelos con datos de R obtenidos en campo de tres estaciones (campo experimental de la UNACH, Finca Argovia, y Finca Santa Cecilia) del año 2000 y 2001, al comparar los valores reales medidos con los factores R calculados por la ecuación de Cortés y la de Figueroa, mostraron diferencias significativas. La ecuación de Cortés sobreestimó los valores con un 30.7% a 96.9% en el campo experimental de la UNACH y Finca Argovia respectivamente. Por otra parte la ecuación de Figueroa proporcionó valores de 12.9% al (-31.9%) en los lugares antes mencionados pero además para este último modelo demostró una desviación creciente al aumentar los valores de precipitación. Finalmente Baumann *et al.* 2002 sugirieron un modelo matemático distinto que está dado por: $R = 14.523 P_p - 6601$ en donde $P_p =$ Precipitación Anual, que otorga un valor de $R^2 = 0.96$ para las estaciones antes mencionadas.

METODOLOGÍA

La cuenca San Pedro se ubica en el sureste del país entre las coordenadas UTM 492,617.73–1,800,908.84 y 476,226.43–1, 752,803.91 en la Sub Región Hidrológica Alto Grijalva o Grijalva la Concordia; tiene una superficie aproximada 1,047.264 km² se origina cerca de la localidad Las Carretas, municipio de Villa Corzo, sus principales afluentes son el río El Dorado y el río San Pedro desemboca en el alto río Grijalva a la altura de la localidad Loma Bonita, municipio de Villa Corzo. La mayor parte de su superficie se encuentra en el municipio de Villa Corzo, Chiapas aproximadamente con 1039.384 km², al municipio de Villaflores le corresponde una superficie aproximada de 6.95 km², el municipio de Tonalá 0.85 km² y al municipio de Pijijiapan 0.08 km² (ECOSUR, 2005).



FIGURA 1

Ubicación de la Zona de Estudio.

Para la determinación del factor R (erosividad) se utilizaron datos de precipitación mensuales de estaciones meteorológicas distribuidas en el estado de Chiapas formando polígonos de Thiessen, se determinaron las estaciones que se utilizaron para la interpolación del área de estudio (tabla 1). Los datos de las estaciones se obtuvieron a partir de la base de registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), recopilados durante el año 2011.

Clave	Estaciones	Latitud	Longitud	Altura	PMA
7065	Finca Ocotlán, Villaflores	16°22'10''	093°28'38''	650	1,014.5
7074	Horcones, Tonalá	15°57'19''	093°36'20''		2,046.2
7084	Jesús Chiapas, Pijijiapan	15°52'30''	093°15'30''	120	2,139.3
71115	Margaritas, Pijijiapan	15°15'20''	093°03'38''	90	2,616.4
7349	Monterrey, Villacorzo	16°03'32''	093°22'08''	700	1,474.0
7129	Pijijiapan, Pijijiapan	15°41'52''	093°12'41''	120	2,136.7
7132	Portaceli, Villaflores	16°26'57''	093°07'31''	780	1,231.1

TABLA 1 Datos de precipitación anual de las estaciones meteorológicas (SMN, 2011).

Con la información de las precipitaciones de cada mes se realizó la interpolación de cada uno de los datos con la herramienta de ArcView GIS 3.2 “Surface – Intepolate Grid”, para generar mapas en formato grid, se aplicó el método inverso de la distancia la cuadrado (IDW), sumando los rasters de cada mes se obtuvo la precipitación media anual (Velasco, 2011). Obteniendo la precipitación media anual se desarrollaron los modelos de Cortés, Figueroa y Baumann.

$$R = 2.4619Pa + 0.006067Pa^2 \dots\dots\dots (Cortés, T.H. 1991)$$

$$R = 2.4619Pa + 0.006067Pa (2.055 - 0.000061Pa) \dots\dots\dots (Figueroa et al., 1991)$$

$$R = 15.326 (Lluvia\ anual) - 1030 \dots\dots\dots (Baumann et al., 2002)$$



FIGURA 2b Erosividad Figueroa.

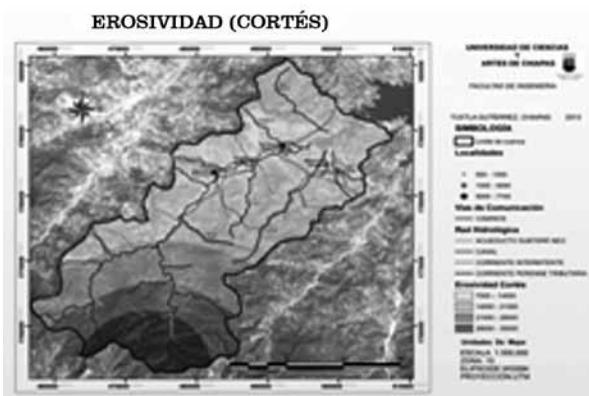


FIGURA 2a Erosividad Cortés.

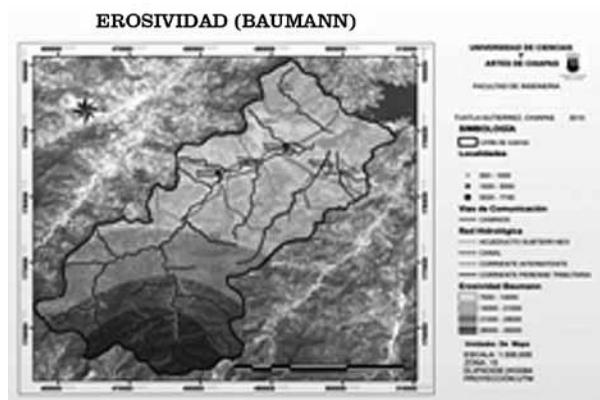


FIGURA 2c Erosividad Cortés.

Figura 2 (a,b,c). Mapa de los modelos de Cortés (2a), Figueroa(2b) y Baumann(2c) (factor R) de la cuenca San Pedro.

Para determinar el factor K (Erodabilidad del Suelo), se utilizaron los conjuntos de archivos edafológicos de la zona, que publicó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2001–2002 con una escala de 1:250,000 estos datos permitieron obtener las características y tipos de suelo (tabla 2).

Suelos	Arena	Limo	Arcilla	MO	M	Textura	Color
Acrisol	26	16	58	0.1	4142		Rojo
Cambisol	34	46	20	0.2	7980	Fina	Verde
Feozem	52	4	44	1.2	5556	Media	Naranja
Fluvisol	34	28	38	0.1	6162	Gruesa	Azul
Litosol	74	22	4	3	9596	Media	Amarillo
Luvisol	56	16	28	1.9	7172	Fina	Morado
Regosol	56	14	30	0.3	6970	Media	Rosada

TABLA 2 Características físicas del suelo.

Con los datos ya obtenidos se desarrolló del siguiente modelo.

$$100k = 1.292(2.1 * M^{1.14} * 10^{-4}(12 - MO) + 3.25(E - 3) + 2.5(P - 3))$$

En donde:

Amf= Arena muy fina

L= Limo

a= Arcilla

M= (%Amf + %L) (100 - %a)

MO= Materia orgánica

P= Clase de permeabilidad

E= Código de estructura

Para obtener el factor LS se requirió el Modelo Digital de Elevación (MDE) de la zona de estudio, se procesó en el Software ArcView 3.2 manejando las utilerías Hydro-Flow Accumulation-Flow Direction y Surface-Derive Slope, y finalmente se utilizó el modelo matemático propuesto por Díez Juan en 2008 para pendientes diversas (tabla 3).

Para $\lambda < 350$ m y $s \leq 20\%$	Para $\lambda < 350$ m y $s > 20$
$L.S = (Flow\ Accumulation \cdot 0.5)^* (0.0138 + 0.00965Slope + 0.00138Slope^2)$	$L.S = (Flow\ Accumulation / 22.13) \cdot 0.6 * (Slope / 9)^{1.4}$

TABLA 3 Modelo matemático propuesto por Díez Juan en el 2008.

Para obtener el Erosión Hídrica Potencial (E.H.P), se integró el factor R (erosividad), el factor K (erodabilidad), el factor LS (longitud y pendiente de la ladera). Este proceso se realizó con cada uno de los tres modelos para el cálculo del factor R.

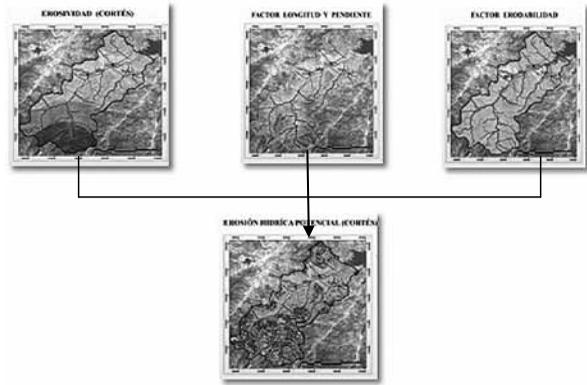


FIGURA 3 Diagrama para determinar la EHP.

RESULTADOS

Los datos obtenidos del factor R mediante el modelo de Cortés se distribuyen de la siguiente manera: baja 14%, moderada 22%, alta 2% y muy alta 36%, por otro lado con el modelo de Figueroa obtuvieron el 18% baja, moderada con 23%, alta con 27% y con muy alta un 32%, por su parte el modelo de Baumann representa un 15% baja, 22% moderada, alta 28% y 35% muy alta (figura 4).

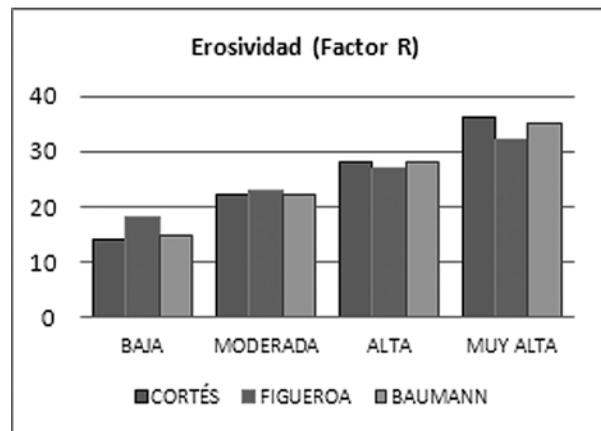


FIGURA 4 Distribución de los datos de erosividad con los tres modelos.

La estimación de las cantidades de pérdida de suelo para la zona estudiada con respecto a los tres modelos, se obtienen valores muy significativos, por lo que el modelo de Cortés arroja valores superiores a los demás en: muy alta 1.1%, alta 2.8%, moderada 42.3% y con la

excepción del 53.8% en baja. A comparación del modelo de Figueroa los valores representan el: 61.4% baja, 37.7% moderada, 0.6% alta y 0.3% muy alta, por otra parte el modelo de Baumann nos indica valores de: 65% baja, 33.1% moderada, 1.5% alta y 0.4% muy alta (figura 5).

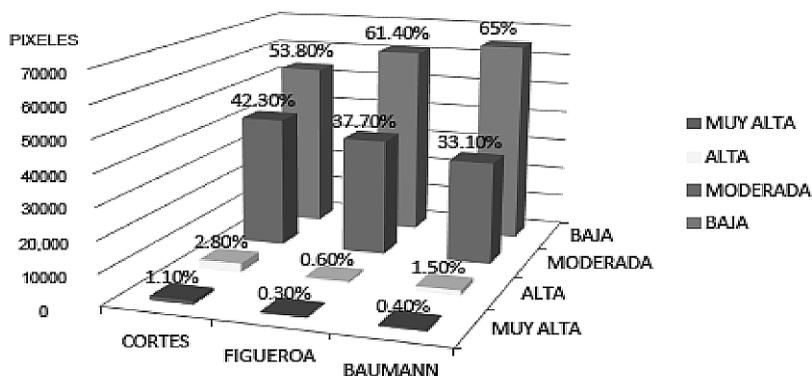


FIGURA 5

Distribución de los datos de EHP con los tres modelos.

CONCLUSIÓN

Al obtener valores de Erosividad con tres modelos (Cortés, Figueroa, Baumann) observamos que en cada uno de ellos se presentan resultados diferentes, y repercuten

en los datos de Erosión Hídrica Potencial ya los datos obtenidos presentan valores con diferencias significativas, en este sentido surge la necesidad de crear regiones de isoerosividad para el estado de Chiapas, con modelos de erosividad (Factor R) que den certidumbre.

LITERATURA CITADA

- ARNOLDUS, H., 1977. Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. *FAO Conservation Guide No 1: Guidelines for watershed management*. Pp. 99-123.
- BAUMANN, J., J.L. ARELLANO MONTERROSAS Y S. GONZÁLEZ, 2002. *Evolución del programa de monitoreo de erosión en la cuenca del río Huehuetán, Chiapas, C.F.E., México, D.F.* 59 p.
- CORTÉS, T.H.G., 1991. *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 168 p.
- DÍEZ, R.J., 2008. *Determinación de índices de erosión de suelos aplicando análisis de sistema de información geográfica (S.I.G) para la localidad de San Andrés en la provincia de Pinar del Río, Cuba La Habana*. 14:15-19.
- ECOSUR (EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR), 2005. <http://www.ecosur.mx/ecosur/index.php/analisis-geografico/descargas/bases-geograficas-digitales.html>.
- FIGUEROA, S.B., A. AMANTE, H.G. CORTÉS, J. PIMENTEL, E.S. OSUNA, J.M. RODRIGUEZ Y J. MORALES, 1991. *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 150 p.

- FOURNIER, F., 1960.** *Climat et erosion*. De Presses Universitaires de France. 204 p.
- RENARD, K.G. & FREIMUND, J.R., 1994.** Using monthly precipitation data to estimate the Rfactor in the revised USLE. *Journal of Hydrology* 157: 287-306.
- VELASCO, H. J. A., 2011.** Estimación de cargas de combustibles forestales, mediante árboles de regresión y el inverso de la distancia al cuadrado (IDW). *Lacandonia. Rev. Ciencias UNICACH* 5 (2): 159-178. 159-178.
- WISCHMEIER, W., & D. SMITH, 1978.** Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. *United States Department of Agriculture, Agriculture handbook*. 58 p.

Los sig aplicados a la localización de zonas potenciales para la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

José Armando Velasco Herrera¹, Iván de Jesús Vázquez Montoya²
 Hugo Alejandro Nájera Aguilar¹, Lucia Aguilar Gómez³
 Silvano Andrés Mendoza Escobar³

¹ PTC, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | ² PA, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
³ Estudiantes de Posgrado en Ciencias del Desarrollo Sustentable, Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, C.P. 29099, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. E-mail: velascoherrera@gmail.com.

RESUMEN

Se presentan los resultados del uso de técnicas geomáticas para identificar sitios óptimos potenciales de disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU). El estudio se realizó en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas, México. Se modeló información vectorial y *raster* mediante sistemas de información geográfica (SIG). Los criterios establecidos se basaron en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Se identificaron trece zonas óptimas. Los trabajos de campo permitieron descartar las tierras ejidales debido a conflictos sociales existentes. También se descartaron 63-36-91 hectáreas del régimen de propiedad ya que se ubican a 32 km de la cabecera municipal, lo cual obligaría a establecer sitios de transferencia. También se descartaron 264-96-36 hectáreas pertenecientes a treinta propietarios, lo cual complicaría su adquisición. Se identificaron 30-18-68 hectáreas con dos únicos dueños que cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003. Se concluye que la aplicación de las técnicas geomáticas y los SIG, permiten determinar de manera económica y rápida la ubicación de sitios óptimos para la disposición final de RSU, información imprescindible para la toma de decisiones.

Palabras Clave: Geomática, Edafología, Hidrología, Ingeniería, Residuos Sólidos.

ABSTRACT

This paper presents results of using geomatics techniques for identifying potential optimal spots for final disposal of solid urban waste (SUW). This research was conducted in the Chiapa de Corzo municipality, State of Chiapas, Mexico. It modeled vector and raster information by means of geographic information systems (GIS). Agreed criteria respond to the Mexican Official Norm NOM-083-SEMARNAT-2003. It identifies 13 optimal zones. Field work suggested to discarding *ejido* lands due to existing social conflicts. It discards 63-36-91 private property hectares as well because of its buying complexity. It identifies 30-18-68 hectares belonging to two owners, which fulfill the NOM-083-SEMARNAT-2003. The paper concludes that geomatics techniques along with GIS are a cheap and fast tool for optimal spots location of SUW final disposal, which is quite useful for decision making.

Keywords: geomatics, edaphology, hydrology, engineering, GPS, solid waste disposal

INTRODUCCIÓN

El proceso de urbanización acelerado y la modificación de los patrones de consumo que se suceden en México, determinan que la composición y la cantidad de los residuos sólidos (RS) varíen de acuerdo con la estación, la región, el modo de vida y el ingreso económico (Buenrostro *et al.*, 2001). Por ello, es frecuente que muchas fuentes generadoras de residuos peligrosos en las zonas urbanas, sean depositadas de forma clandestina en los vertederos de los municipios rurales (Buenrostro e Israde, 2003).

En México, la mayoría de la disposición final de los residuos sólidos sigue depositándose en el suelo,

en diferentes modalidades: en tiraderos a cielo abierto, rellenos de tierra no controlados y en rellenos sanitarios (SEDESOL, 1999).

En Chiapas, los municipios del estado no escapan de esta problemática, y se enfrentan a un sinnúmero de retos en cuanto a la gestión de los residuos sólidos; entre ellos destaca la disposición final de los residuos sólidos urbanos. El municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas; presenta esta problemática en cuanto a la disposición final de sus desechos, ya que no cuenta con un relleno sanitario que cumpla con las normas oficiales. Actualmente, la disposición final se realiza en terrenos baldíos, barrancas, cañadas sin ningún control sanitario.

ANTECEDENTES

Las técnicas SIG combinadas con sistemas de evaluación multicriterio, facilitan encontrar las mejores localizaciones para situar distintos usos del suelo en una región (Barredo, 1999). Asimismo un software especialmente diseñado como un sistema de ayuda en la decisión espacial permite la localización de equipamientos sociales (Palm, 2004).

El municipio de Chiapa de Corzo se ubica en los límites de la Depresión Central y del Altiplano Central, sus coordenadas geográficas son 16° 42' N y 93° 00' W, su altitud es de 406 msnm. Limita al norte con los municipios de Soyaló y Osumacinta; al oeste con Tuxtla Gutiérrez, Suchiapa y Villaflores; al este con Zinacantán, Ixtapa y Acala; y al sur con Villacorzo (INEGI, 2010).

La Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) en coordinación con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través del Instituto de Ingeniería, realizaron un estudio sobre la recolección y tratamiento de la basura en la zona urbana de la ciudad de Chiapa de Corzo para determinar la factibilidad de la construcción de un relleno sanitario que atendiera al

municipio de Chiapa de Corzo y con ello eliminar los basureros a cielo abierto, esto con la finalidad de obtener el certificado de Municipio Limpio (SEDESOL, 1999). Para ello se analizaron los rubros de Aguas Residuales y Residuos Sólidos Urbanos, encontrándose deficiencias en el seguimiento de las actividades que se implementan en las cuencas hidrográficas de la localidad (SEDESOL, 1999).

En el tema de residuos sólidos urbanos (RSU), el H. ayuntamiento de Chiapa de Corzo analiza la viabilidad de depositar sus residuos en el relleno sanitario de Tuxtla Gutiérrez o invertir en la creación de uno.

METODOLOGÍA

Utilizando como herramienta el software Arc View GIS 3.2 se realizó una reclasificación de información vectorial consistente en capas de zonas urbanas y rurales, áreas naturales protegidas, infraestructura vial (caminos y autopistas), pendiente del terreno, cuerpos de agua (ríos y lagos), fallas geológicas, permeabilidad del suelo y zonas arqueológicas. Se asignaron valores de: 0= No Óptimo y 1= Óptimo (figura 1).

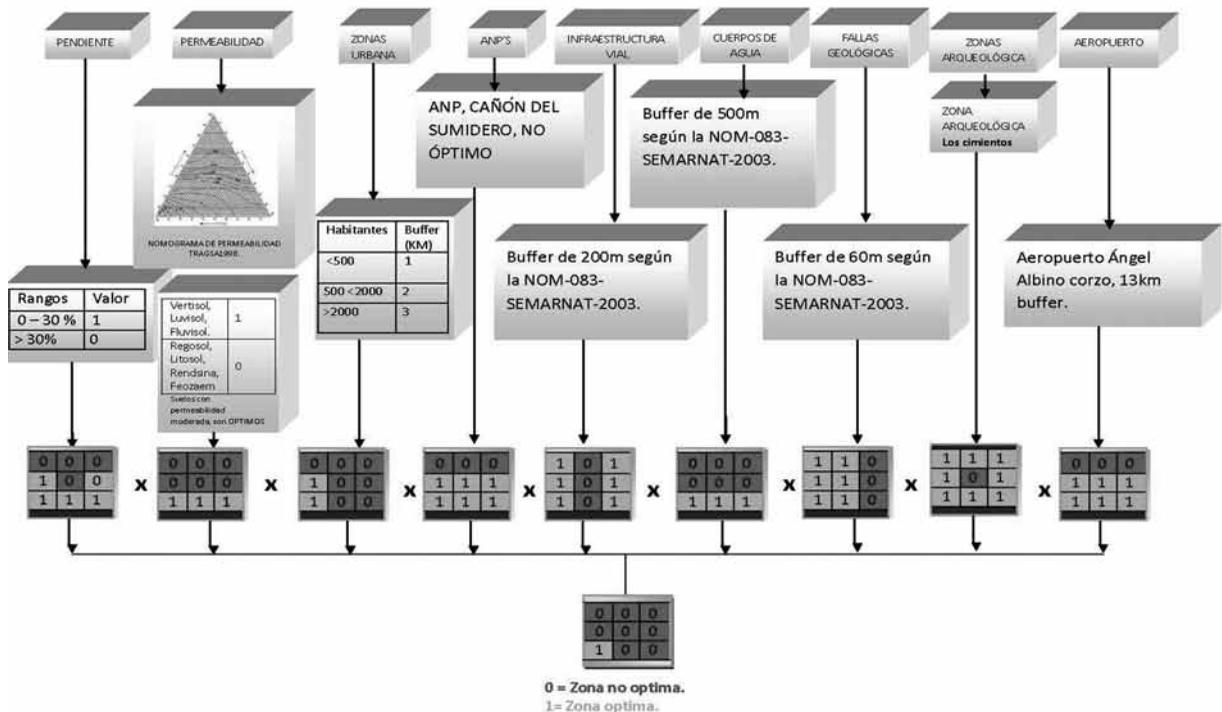


FIGURA 1

Diagrama de flujo que muestra y explica la clasificación realizada.

El establecimiento de los criterios para realizar el modelado estuvo basado en aquellos campos citados en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, mismos que se describen a continuación:

Zonas urbanas y rurales. Es un sitio para disposición final de residuos sólidos urbanos está en función de la cantidad de habitantes, esta se puede apreciar en la tabla 1 (Umaña, 2002).

Población Total (habitantes)	Distancia (km)
<500	1
≥500<2000	2
≥2000	3

TABLA 1

Ponderación de la distancia de la zona urbana y rural.

Áreas Naturales Protegidas: En el área de estudio se localiza el Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS) con una superficie aproximada de 5,310.03 ha, de acuerdo a la normatividad vigente las áreas naturales no pueden ser objeto para sitios de disposición final de RS, por ello se consideró como esta superficie como zona no óptima.

Infraestructura vial (caminos y autopistas). Los sitios de disposición final deben estar alejados de las vías de comunicación a una distancia mínima de 200 m. En el municipio de Chiapa de Corzo, existe una infraestructura vial de 135.75 km (camino y autopistas). Para el proyecto se creó por lo tanto un búfer de 200 m para cumplir con la norma.

Pendiente del terreno. Se realizó una reclasificación de pendientes de acuerdo a la norma (tabla 2).

Pendiente (%)	Zona potencial
<30	Óptima
≥30	No óptima

TABLA 2

Reclasificación de pendientes del terreno.

Cuerpos de agua (ríos y lagos). En el municipio de Chiapa de Corzo, los tipos de corrientes que componen los ríos son: corriente perenne tributaria (río Grijalva) y Santo Domingo, corriente que desaparece y corriente

intermitente, se encuentran lagunas perennes, la distancia considerada fue de 500 m.

Fallas geológicas. La distancia mínima recomendada para el establecimiento de los sitios de disposición final de RSU fue de 60 m.

Permeabilidad del suelo. El tipo de permeabilidad *poco permeable (moderada)*, es la idónea según la norma NOM-083-SEMARNAT-2003, para poder determinar esta capa se utilizó la carta edafológica 1:250,000 del estado de Chiapas (ECOSUR, 2005), las características físicas de los suelos (INEGI, 2002) y el triángulo de textura de la permeabilidad del suelo (TRAGSA, 1998).

De acuerdo al triángulo de textura el valor correspondiente a la permeabilidad moderada es igual a tres, por lo cual se graficaron los porcentajes de áreas, limos y arcillas obtenidos de las características físicas del suelo.

Zonas arqueológicas. Se identificó que tres de las cuatro zonas arqueológicas se encontraban dentro del radio de zona no óptima, por lo cual fueron descartadas, siendo la excepción la de Los Cimientos, para ubicar un sitio de disposición final de RSU con respecto a un sitio arqueológico la distancia mínima debe ser de 200 m.

Aeropuertos. Se deben ubicar a no menos de 13 km de un sitio de disposición final de RSU. En este caso se ubica el aeropuerto internacional Ángel Albino Corzo.

RESULTADOS

De acuerdo a las consideraciones explicadas en la metodología, se utilizó la plataforma SIG, Arc View 3.2 para desarrollar el algebra de mapas, como lo muestra el siguiente diagrama, Los resultados obtenidos permitieron la localización de trece zonas óptimas (figura 2). Diez en el lado norte y tres en el lado sur del Municipio, de estas 731-94-02 ha corresponden a tierras ejidales y 358-54-95 ha a propiedades, las áreas ejidales en la actualidad y de acuerdo a estudios de campo presentan conflictos sociales para su adquisición, por tanto estas tierras se descartan del proyecto, por otro lado 63-36-91 ha de tierras con el régimen de propiedad se ubican a una distancia de 32 km de la cabecera municipal de Chiapa de Corzo, esto hace incosteable utilizar estas tierras para sitios de disposición final de RSU, lo que obligaría a establecer sitios de transferencia; por tal motivo estas tierras fueron descartadas del proyecto, quedando los sitios que pertenecen al régimen de propiedad y que se ubican en la parte norte del municipio, con una superficie aproximada de 295-15-04 ha de esta se observa mediante la sobre posición de car-

tografía vectorial que 264-96-36 ha son tierras de cultivo y que pertenecen a treinta propietarios lo que complica más aún su posible adquisición sin embargo se pudo identificar un polígono con una superficie de 30-18-68 ha con dos únicos dueños y que reúnen las condiciones para su posible utilización como un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos (figura 3).

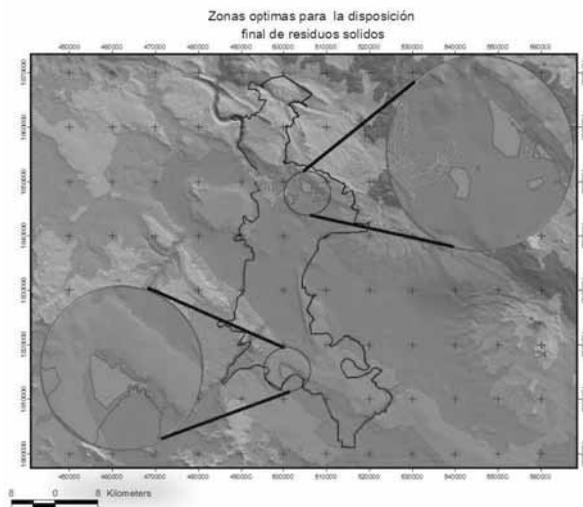


FIGURA 2

Zonas Potenciales para disposición de RS.

Se concluye que la aplicación de las técnicas geomáticas y los sistemas de información geográfica, permiten deducir de manera ágil la identificación de sitios óptimos para la disposición final de RSU, trayendo como consiguiente la generación de una cartografía capaz de permitir a los tomadores de decisiones facilitar su labor en proyectos de esta naturaleza.

LITERATURA CITADA

- BARREDO, J., 1999.** *Los SIG en la ordenación del territorio: Posibilidades y desarrollo utilizando evaluación multicriterio, Sistemas de información geográfica y teledetección espacial aplicadas a la ordenación del territorio y el medio ambiente.* Universidad de Talca, Talca, Chile. Pp. 105-115.
- BUENROSTRO, O. & I. ISRADE, 2003.** La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.* 19, 161-169.
- BUENROSTRO, O., G. BOCCO & G. BERNACHE, 2001.** Urban solid generation and disposal in México. A case study. *Waste Management & Research.* Pp. 169 – 176.

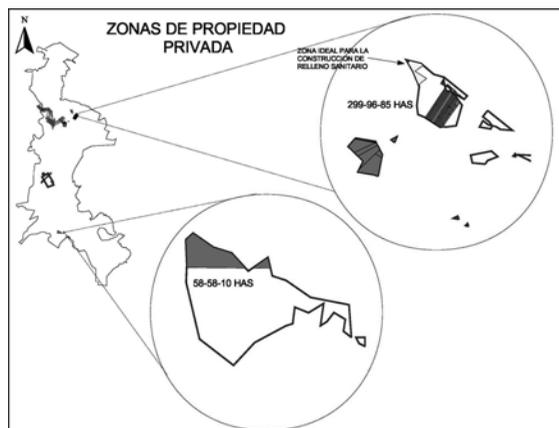


FIGURA 3

Sitio ideal para la construcción del relleno sanitario para la disposición final de RSU.

CONCLUSIÓN

La metodología propuesta para la selección de sitios óptimos en la disposición final de residuos sólidos urbanos puede considerarse como una opción adecuada para proyectos futuros, toda vez que de acuerdo a los resultados esperados se concluye mediante los trabajos de campo que la modelación es válida. En ella se debe tener especial cuidado en la información vectorial utilizada ya que los resultados del álgebra de mapas es producto de la calidad de esta, la aplicación de las técnicas geomáticas y los sistemas de información geográfica, dieron como resultado información digital, misma que se administró, procesó y analizó, obteniendo nuevos escenarios probables para la correcta planificación en la elección de alternativas en la construcción del relleno sanitario que resuelva la problemática del municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Para ello será necesaria la participación de otros especialistas.

- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 2004.** *Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.* P. 16.
- ECOSUR, 2005.** *Carta edafológica 1:250,000 del estado de Chiapas.*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), 2010.** *Censo de Población y Vivienda 2010.* México. Consulta interactiva en: www.inegi.org.mx/
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), 2002.** *Carta con las características físicas de los suelos.* México.
- PALM, F., 2004.** *Estructura general del programa localiza.* Bosque Sendra J y Moreno Jiménez A. Sistemas de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos. Ra-Ma, Madrid, España, Pp 117-145.
- SEDESOL, 1999.** *Manual Técnico Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal.* P. 79.
- TRAGSA, 1998.** *Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de Erosión,* Ministerio de Medio Ambiente, Mundi-Prensa, 945 p.
- UMAÑA, G. J., 2002.** *Método para la evaluación y selección de sitios para relleno sanitario.* San Salvador. P. 7.

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).

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 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, diciembre de 2013.

Rectoría

Ing. Roberto Domínguez Castellanos
RECTOR

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca
SECRETARIO GENERAL

C.P. Miriam Matilde Solís Domínguez
AUDITORA GENERAL

Lic. Adolfo Guerra Talayero
ABOGADO GENERAL

Mtro. Pascual Ramos García
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

Mtro. Florentino Pérez Pérez
SECRETARIO ACADÉMICO

Dra. María Adelina Schlie Guzmán
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Lic. María de los Ángeles Vázquez Amancha
ENCARGADA DE LA DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Lic. Ricardo Cruz González
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

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

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

Dependencias de Educación Superior

Mtro. Jesús Manuel Grajales Romero
DIRECTOR DE OFERTA EDUCATIVA REGIONALIZADA

L. G. Tlayuhua Rodríguez García
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtro. Alberto Ballinas Solís
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA

Mtro. Martín de Jesús Ovalle Sosa
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

Dr. José Armando Velasco Herrera
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Antrop. Julio Alberto Pimentel Tort
DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ARTES

Dr. Alain Basail Rodríguez
DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MÉXICO
Y CENTROAMÉRICA (CESMECA)

Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández
DIRECTORA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Lic. Jorge Luis Taveras Ureña
COORDINADOR DEL CENTRO DE LENGUAS



Producción Editorial
Universitaria 2013

Evaluación microbiológica del arroyo San Roque de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Mónica Ivonne Mendoza Orozco
Gabriela de Jesús Díaz Marina
Karen Gabriela Martínez Ochoa
Misraim Edivaldo Rodríguez López
José Norman González Sánchez
Javier Gutiérrez Jiménez

Estudio etnobotánico de algunos cacaotales en Pichucalco, Chiapas, México
Luis Enrique Flores Hernández
Oscar Farrera-Sarmiento

Inventario florístico del Parque Nacional Cañón del Sumidero, parte occidental y de la cañada La Chacona, Chiapas, México
Oscar Farrera Sarmiento
Rogelio Ervin Gallegos Ramos

Densidad poblacional de cactáceas en el cerro San Andrés, ejido Andrés Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas, México
William Ramos-Arreola
Lilia del C. Ramos-Arreola
Sicri Y. López Hernández
Thalia Y. Cruz Bautista

Una aproximación a las tasas de deforestación de los manglares en México
Emilio Ismael Romero-Berny
Salvador Santamaría-Damián
Rocio Gómez-Ortega
Ernesto Velázquez-Velázquez

Señales químicas en la interacción *Acacia cornigera-Pseudomyrmex ferruginae*: una demostración de campo en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, México
Juan Carlos Lopez Acosta
Sergio López

Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol) dc. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae) en Chiapas, México
Carolina Orantes-García
Rubén Antonio Moreno-Moreno

Aprovechamiento de la cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) Como sustituto de harina de trigo para la elaboración de dos productos de panificación
Abimael Méndez Hernández
Karla Paola Aguilar Espinosa
Paulina Ayvar Ramos
Gabriela Palacios Pola
Marcos Gabriel Molina López
Tlayuhua Rodríguez García

Desarrollo y evaluación sensorial de dos productos de calabaza (*Cucurbita pepo* L. y *Cucurbita moschata* Poiré) Cucurbitaceae
Adriana Caballero Roque
Ana Cecilia Díaz López
Yareli Cruz García
Abelino Gómez Talaguari
Gabriela Palacios Pola
Francisco Basurto Peña

Los corales blandos (Alcyonacea) de la línea de costa y Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México
Fredí E. Penagos García
Orlando Lam Gordillo
Margarito Tapia García
Gustavo Rivera Velázquez
Maritza Portillo Jimenez

Nuevas especies del género *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) de Chiapas, México
Miguel Ángel Morón

Modelación hidrológica para cuatro escenarios de cobertura vegetal y uso de suelo, en la cuenca del río Salinas, Chiapas, México
Daniel Alejandro Gallegos Pérez
Pascual López de Paz
Raúl González Herrera
Francisco Félix Domínguez Salazar
José Armando Velasco Herrera
Iván de Jesús Vázquez Montoya

La necesidad de nuevos modelos para el cálculo de la erosividad (factor r) en el estado de Chiapas, México
Iván de Jesús Vázquez Montoya
José Armando Velasco Herrera

Los sig aplicados a la localización de zonas potenciales para la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)
José Armando Velasco Herrera
Iván de Jesús Vázquez Montoya
Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Lucía Aguilar Gómez
Silvano Andrés Mendoza Escobar

