



LACANDONIA

Revista de Ciencias de la UNICACH



Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Año 6, vol. 6, núm. 2, diciembre de 2012, ISSN: 2007-1000, \$70.00 m.n.





Trogon (Trogon violaceus) Foto: Mario A. López Miceli, ver página 79.



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

Director Académico

Mtro. Florentino Pérez Pérez

Director de Investigación y Posgrado

Dr. Eduardo E. Espinosa Medinilla

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

CIENCIAS DEL MAR: Dr. Alejandro Nettel Hernanz

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

Colaboradores

Adela Zavala Vidal, Adriana Caballero Roque, Ana K. Chanona Pérez, Angelita López-Cruz, Aracely López, Arkady Uscanga-Martínez, Avelino Gómez Talaguari, Carlos R. Beutelspacher Baigts, Carolina Orantes García, Daisy Escobar Castillejos, David Sandoval Gómez, Dimas Cruz-Hernández, Eduardo R. Garrido-Ramírez, Emilio Ismael Romero-Bermy, Enith Berenice Moreno-Molina, Erika J. López Zúñiga, Esdras Hernández Sánchez, Francisco Hernández Najarro, Francisco Javier Toledo-Solís, Guadalupe Zenteno-Cruz, Guillermo Ibáñez, Gustavo Rivera-Velázquez, Héctor Gómez-Domínguez, Hugo Alejandro Nájera Aguilar, Ignacio de Jesús Gómez, Iván de Jesús Vázquez Montoya, Jenner Rodas-Trejo, Jesús A. Díaz Cruz, Jorge A. Cruz-López, José Alfredo Gómez López, José Manuel Gómez Ramos, José Zambrano Solís, Josefa Anahi Espinosa-Jiménez, Juan Antonio Villanueva Hernández, Juan Manuel Jonapá Solís, Laura Hernández Hernandez, Lesvia Lucero Solis-Velasco, Luis Hernández-Sandoval, Mario A. López Miceli, Miguel Ángel Pérez-Farrera, Nelly de los A. Roblero Galdámez, Orlando Lam Gordillo, Oscar Farrera Sarmiento, Patricia Meza Gordillo, Paulina Ayvar Ramos, Raúl Abel Vaca Genuit, Roberto E. Grajales Fernández, Rodolfo José Palacios Silva, Rosa Márquez Montes, Rubén A. Vázquez Sánchez, Sergio López, Sergio Pérez-de la Cruz, Viridiana del C. Esquinca Gurria, Walter Lopez Baez, Zulma Janet Ramos-Zavala.

Jefe de oficina editorial: Noé Zenteno Ocampo

Diseño y formato: Víctor Miguel Sosa Aguilar

Diseño de portada: Víctor Miguel Sosa Aguilar

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

REVISTA LACANDONIA, año 6, vol. 6, no. 2 junio-diciembre de 2012, 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 2012 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.

Estructura, densidad poblacional y relaciones alométricas de *Beaucarnea goldmanii* Rose y *Beaucarnea sanctomariana* L. Hern. (Asparagaceae) en Chiapas y Oaxaca, México.7

Miguel Ángel Pérez-Farrera
Luis Hernández-Sandoval
Angelita López-Cruz
Josefa Anahi Espinosa-Jiménez
Sergio López
Guadalupe Zenteno-Cruz
Héctor Gómez-Domínguez

Autoecología de *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden (Iridaceae) en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.....19

Carlos R. Beutelspacher Baigts
José Alfredo Gómez López

Las epífitas vasculares del cerro Mozotal, Motozintla-Siltepec, Chiapas, México.....27

Oscar Farrera Sarmiento
Juan Manuel Jonapá Solís
Francisco Hernández Najarro
Carlos R. Beutelspacher

Plantas de uso frecuente en la alimentación y salud en dos localidades de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.....43

Adriana Caballero Roque
Laura Hernández Hernandez
Patricia Meza Gordillo
Avelino Gómez Talaguari
Carolina Orantes garcía
Daisy Escobar Castillejos

Diferencias en crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz) en condiciones de vivero.....51

Sergio Pérez-de la Cruz
Carolina Orantes-García
Eduardo R. Garrido-Ramírez
Jorge A. Cruz-López

Aplicación de métodos de conservación para alargar la vida útil de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L. Asteraceae) y su posterior uso gastronómico59

Adela Zavala Vidal
Rosa Márquez Montes

Rentabilidad del cultivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* L., (Piscis, Cichlidae), en Chiapas, México.....67

Francisco Javier Toledo-Solís
Arkady Uscanga-Martínez
Gustavo Rivera-Velázquez
Zulma Janef Ramos-Zavala
Lesvía Lucero Solís-Velasco
Dimas Cruz-Hernández

Diversidad y abundancia de la avifauna en el rancho Villahermosa, municipio de Ocozocoautla, Chiapas, México.....79

Orlando Lam Gordillo
Mario A. López Miceli
Ana K. Chanona Pérez
Jésus A. Díaz Cruz
David Sandoval Gómez

- Conocimiento biológico, usos y actitudes hacia el manatí (*Trichechus manatus manatus*) por los pobladores del sistema de humedales Catazajá-La Libertad, Chiapas, México91
Jenner Rodas-Trejo
Emilio Ismael Romero-Bermy
Enith Berenice Moreno-Molina
- Potencial erosivo en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.....101
Iván de Jesús Vázquez Montoya
Sergio López
José Zambrano Solís
Rodolfo José Palacios Silva
Raúl Abel Vaca Genuit
Walter Lopez Baez
- Evaluación de la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) en dos biofiltros con diferentes empaques107
Juan Antonio Villanueva Hernández
José Manuel Gómez Ramos
Rubén A. Vázquez Sánchez
Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Nelly de los A. Roblero Galdámez
Esdra Hernández Sánchez
- Evaluación sensorial de tres gelatinas como limpiadores de paladar115
Gabriela Palacios Pola
Viridiana del C. Esquinca Gurria
Adriana Caballero Roque
Paulina Ayvar Ramos
Roberto E. Grajales Fernández
Erika J. López Zúñiga
- Análisis de la transferencia de calor conjugada en un flujo entre dos planos paralelos considerando efectos convectivos.....121
Guillermo Ibáñez
Aracely López
Ignacio de Jesús Gómez



PRESENTACIÓN



En este número continuamos publicando artículos de diversa índole. Así, encontramos, sobre plantas, los siguientes: "Estructura, densidad poblacional y relaciones alométricas de *Beaucarnea goldmanii* Rose y *Beaucarnea sanctomariana* L. Hern. (Asparagaceae), en Chiapas y Oaxaca, México", "Autoecología de *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden (Iridaceae) en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México", un lirio en grave peligro de desaparecer, "Las epífitas vasculares del cerro Mozotal, Motozintla-Siltepec, Chiapas, México", "Plantas de uso frecuente en la alimentación y salud en dos localidades de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México", "Crecimiento y desarrollo de plántulas de Mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz, Moraceae) en condiciones de vivero" y "Aplicación de métodos de conservación para alargar la vida útil de la flor de CempasúchitL (*Tagetes erecta* L., Asteraceae) y su posterior uso gastronómico". Dentro de los temas zoológicos, podemos señalar: "Rentabilidad del cultivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* L., (Piscis, Cichlidae), en Chiapas, México", "Diversidad y abundancia de la

avifauna en el rancho Villahermosa, municipio de Ocozacoautla, Chiapas, México" y Conocimiento biológico, usos y actitudes hacia el Manatí (*Trichechus manatus manatus* Linneo, (1758), Mammalia, Trichechidae) por los pobladores del sistema de humedales Catazajá-La Libertad, Chiapas, México". Finalmente se incluyen artículos de gran interés provenientes de investigadores de diversas Facultades de esta Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas: "Potencial erosivo en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas, México", "Evaluación de la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) en dos biofiltros con diferentes empaques", "Evaluación sensorial de tres gelatinas como limpiadores de paladar" y finalmente, uno sobre "Análisis de la transferencia de calor conjugada en un flujo entre dos planos paralelos considerando efectos convectivos".

Carlos R. Beutelspacher Baigts,
Editor

Estructura, densidad poblacional y relaciones alométricas de *Beaucarnea goldmanii* Rose y *Beaucarnea sanctomariana* L. Hern. (Asparagaceae) en Chiapas y Oaxaca, México.

Miguel Ángel Pérez-Farrera¹, Luis Hernández-Sandoval², Angelita López-Cruz¹, Josefa Anahi Espinosa-Jiménez¹, Sergio López¹, Guadalupe Zenteno-Cruz¹, Héctor Gómez-Domínguez¹

¹Facultad 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)1934084. E-mail: perezfarreram@yahoo.com.mx | ²Laboratorio de Botánica, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n Juriquilla, C.P. 76230. Santiago de Querétaro, Querétaro, México. Tel 01 (442) 1921200. E-mail: beaucamax@gmail.com

RESUMEN

Se determinó la estructura y densidad poblacional de *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana* en tres sitios del estado de Chiapas y en una localidad de Santa María Chimalapa, Oaxaca. Asimismo, se analizaron algunas relaciones alométricas de estas dos especies. Se obtuvo la densidad poblacional de *Beaucarnea goldmanii* en Chiapas, dentro de dos zonas ubicadas en El Cañón del Sumidero (Tuxtla Gutiérrez) (sitios I y II) y uno en Uninajab (Tzimol) (sitio III); y de *B. sanctomariana*, en Santa María Chimalapa, Oaxaca (sitio IV). Los valores de densidad obtenidos fueron 580, 370, 430 y 287 individuos por hectárea (ind/ha), respectivamente. Las poblaciones de El Cañón del Sumidero y Chimalapa presentaron una estructura poblacional de tipo I, mientras que la de Uninajab, mostró el tipo II. Se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre las variables, $p < 0.01$ en las relaciones alométricas, para todas las poblaciones se analizaron las variables altura total (cm), número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas, en función del diámetro de base (cm). Los resultados obtenidos representan una iniciativa en el conocimiento de las poblaciones de *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana*, que da a conocer tanto la estructura de éstas, como el grado de amenaza al que se enfrentan, así como su necesidad de conservación.

Palabras clave: Variables vegetativas, Conservación, Estructura poblacional, *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana*, Chiapas, México.

ABSTRACT

Population density and structure was determined in three sites from Chiapas and one locality from Oaxaca states of *Beaucarnea goldmanii* and *B. sanctomariana*. Also, allometric relationships were analyzed for both species. *Beaucarnea goldmanii* population density was obtained inside El Cañón del Sumidero (sites I and II, Tuxtla Gutiérrez) and Uninajab (site III, Tzilmol); and from *B. sanctomariana* on Santa María Chimalapa (site IV, Oaxaca). Population density values were 580, 370, 430 and 287 individual per hectare (ind/hect), respectively. Populations from El Cañón del Sumidero and Chimalapa presented type I structure, whereas Uninajab population showed type II. Statistical relationships were found between allometric variables for all populations. Total plant height (cm), reproductive events, branch and rosette numbers were related to stem base diameter (cm). Obtained results represent an initial step toward the understanding of *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana* populations that let to know demographical structure, as endangered degree that faces them and conservation needs.

Key words: Vegetative variables, Conservation, Demographic structure, *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana* Chiapas, México

INTRODUCCIÓN

Los hábitats terrestres de México son de importancia biológica por contener una gran variedad de especies, o por estar habitados por grupos de especies raras o de distribución ya sea restringida o circunscrita al territorio mexicano (Toledo y Ordoñez, 1998). Es conocida también que la pérdida de especies y poblaciones es uno de

los problemas ambientales más severos que resulta de las actividades antropogénicas (Ceballos *et al.* 2009). Entre los hábitats que han sufrido fuertes transformaciones encontramos al Bosque Tropical Caducifolio (BTC) que ha sido modificado para uso agrícola (24 %), ganadero (20 %) y otros (9%), de modo que a principios del decenio

1980 solo subsistía 45 % de la cubierta vegetal (Toledo y Ordóñez, 1998). El BTC es un tipo de vegetación considerado como biodiverso y con un alto grado de endemismo (más de 40 %) (Arias *et al.* 2002); entre las especies endémicas del BTC se encuentran las del género *Beaucarnea*.

Beaucarnea pertenece a la familia Asparagaceae, representada por 55 especies, de las cuales 49 se encuentran en México. Esta familia consta únicamente de cuatro géneros, uno de los más importantes dentro del país, por su valor comercial, es *Beaucarnea*, que se caracteriza por su alto grado de endemismo (Golubov *et al.* 2007). Este género incluye 10 especies en América, ocho de ellas se hallan dentro de territorio mexicano y son endémicas. Este taxa al igual que otras plantas carismáticas como las cícadas, orquídeas, cactáceas y palmas están consideradas como grupos altamente amenazados debido principalmente a que están sujetas a la colecta y comercio ilegal de semillas e individuos juveniles y adultos. Aunado a esto, la transformación de uso de suelo, el deterioro del hábitat y el pastoreo están ocasionando daños en la estructura de sus poblaciones y una reducción en los procesos naturales de regeneración. Reyes (2009) señala que en los últimos años se han decomisado miles de ejemplares de los comúnmente llamados “patas de elefante”, “despeinadas” o “beucarneas”. Golubov *et al.* (2007), en su trabajo de inventario y conservación de Agavaceae y Nolinaceae, confirma esta problemática y comenta que es muy común observar especies de *Beaucarnea* en venta que son extraídas del campo, además menciona que en diversos sitios de Internet se ofrecen plantas y germoplasma de diversas especies mexicanas de Agavaceae y Nolinaceae. Es por esto que la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Norma Oficial Mexicana) contempla en su lista a ocho especies de *Beaucarnea* bajo la categoría de *Amenazada* y una en *Peligro de extinción* (SEMARNAT, 2010). Sin embargo, CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), solamente incluye a una especie de la familia Nolinaceae, *Nolina interrata*, dentro del Apéndice II (CITES, 2011), y la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) no incluye dentro de la Lista Roja a ninguna de las especies de la familia (IUCN, 2011).

Wilson *et al.* (1992) mencionan que una de las estrategias para la conservación de la biodiversidad es el estudio de la composición, distribución, estructura y función de la misma, para entender el rol y función de genes, especies y ecosistemas; comprender la conexión que existe entre los sistemas naturales y modificados, y así contribuir al desarrollo sustentable. El presente trabajo estudia algunos parámetros poblacionales (densidad y estructura de clase)

de *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana*, también se describen y analizan algunas relaciones alométricas. La información generada puede contribuir en el desarrollo de estas estrategias para la protección o restauración de poblaciones de *Beaucarnea*, ya que aporta información acerca de atributos ecológicos que pueden determinar el estado de conservación de estas especies.

ÁREA DE ESTUDIO

Se estudiaron tres poblaciones de *Beaucarnea goldmanii* (figura 1) en Chiapas, dentro de los municipios de Tuxtla Gutiérrez y Tzimol y una población de *Beaucarnea sanctomariana* (figura 2) en Santa María Chimalapa, Oaxaca. Población I. Parque Nacional Cañón del Sumidero: 18 km al N de Tuxtla Gutiérrez, pasando el mirador “La Coyota”, a 16° 49' 05" latitud norte y 93° 04' 05" longitud oeste, con una altitud de 1350 msnm. Población II. A 2 km del mirador “Atalaya” rumbo al ejido Tierra Colorada, a 16° 49' 09" latitud norte y 93° 06' 07" de longitud oeste, con una altitud de 1200 msnm, la población se encuentra dentro de un área de vegetación en recuperación, debido a un incendio en el 1998. Para ambos sitios, el clima es de

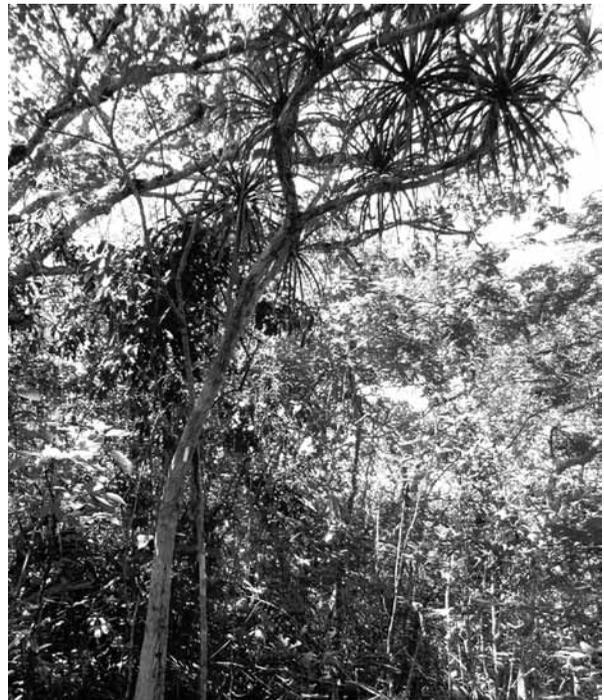


FIGURA 1

Beaucarnea goldmanii. Individuo adulto del Cañón del Sumidero, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; altura aprox. 4.5 m.



FIGURA 2

Beaucarnea sanctomariana. Ejemplar adulto de la población de Santa María Chimalapa, Oaxaca.



FIGURA 3

Ubicación de los sitios de muestreo. Poblaciones: I y II. Cañón del Sumidero; III. Tzimol, Uninajab; IV. Santa María Chimalapa.

tipo Aw, cálidos húmedos con lluvias en verano, con una temperatura anual de 20.2 °C y una precipitación de 2229 mm (González-Espinosa *et al.* 2005). Están constituidos por rocas mesozoicas, principalmente areniscas y calizas de los periodos jurásico y cretácico (INEGI, 1981). Los suelos se clasifican como litosol, luvisol crómico y rendzina de textura fina (INEGI, 1985). Población III. Uninajab, Tzimol cerro ubicado al SO de la comunidad, acceso a 3 km sobre camino de terracería, entrada por el entronque ubicado al SO a 1 km sobre la carretera San Francisco Uninajab, a 16° 04' 44.1" latitud norte y 92° 08' 09.5" longitud oeste, a 1049 msnm. El clima es Aw, cálido-húmedo, con larga temporada seca, con una temperatura media anual de 17.9 °C y una precipitación anual de 1746 mm (González-Espinosa *et al.* 2005). El sitio está constituido geológicamente por terrenos del cretácico inferior, con roca sedimentaria caliza (INEGI, 1981). Los suelos son litosoles y rendzinas de textura media (INEGI, 1985). Población IV. Santa María Chimalapa, Oaxaca. Afloramiento de roca ubicado a lado E de la vereda paso la cueva, 4 km al N de Santa María Chimalapa, a 16° 55' 57.9" latitud norte y 94° 39' 38.4" longitud oeste a de altitud 268. El clima es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 22 a 26 °C y 1500 a 2000 mm de precipitación anual (Trejo, 2004). El sitio se encuentra constituido por rocas sedimentarias del cretácico y cuaternario formadas por calizas y lutitas marinas (Centeno-García, 2004). Los suelos se clasifican como acrisol, regosol y cambisol (Alfaro, 2004) (figura 3). A lo largo del presente estudio se referirán como sitio I, II, III y IV de acuerdo al orden con el cual fueron descritos en este apartado y como Cañón del Sumidero a los sitios I y II, al sitio III como Uninajab y Chimalapas al sitio IV.

MÉTODO

Se determinaron cuatro sitios de estudio con tipo de vegetación Bosque Tropical Caducifolio de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1983) en donde se registraron poblaciones de *Beaucarnea*, por Hernández (1993). A través de un muestreo dirigido se seleccionaron los sitios en donde se encuentran las poblaciones más grandes de *Beaucarnea*. Tres de éstos se encuentran dentro de la Depresión Central de Chiapas, y el cuarto dentro de la Sierra Madre del Sur en la región de Chimalapas, Oaxaca.

El muestreo se llevó a cabo durante los meses de junio a octubre de 2011. Se establecieron cuadrantes de 100 x 10 m dentro de los sitios de Chiapas, colocando señalamientos con flagging a cada 20 m sobre la línea de 100 para facilitar el mapeo, el cual se realizó tomando las lecturas de X y Y para cada ejemplar, usando un flexómetro Truper TP-50ME. Dentro de la población de Santa María Chimalapa, el relieve abrupto formado por la erosión hídrica de la roca caliza, impidió establecer cuadrantes. En este caso, se utilizó un GPS Garmin *Etrex* Vista HCx para mapear a cada individuo dentro de una hectárea, aproximadamente. Tanto en Chiapas como en Oaxaca se levantaron los siguientes datos para cada individuo para obtener densidad, estructura poblacional, y las relaciones alométricas entre variables: estado de vida, altura total (cm), diámetro de la base (cm), número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas. Todos los individuos fueron marcados con números consecutivos escritos sobre etiquetas de aluminio amarradas con alambre al tronco o rama del árbol. Tzimol, Uninajab, fue el único sitio en donde se registró

germinación de semillas, observadas como plántulas menores a 6 cm. Para contabilizarlas se establecieron tres cuadrantes de 1 x 1 m, uno a cada 30 m a la mitad del cuadrante de 100 x 10.

Se utilizó Microsoft Excel 2003 para construir las bases de datos, para obtener la densidad poblacional y para generar los gráficos de estructura poblacional con base en las clases diamétricas. Los gráficos de las relaciones alométricas se realizaron con el programa Statgraphics

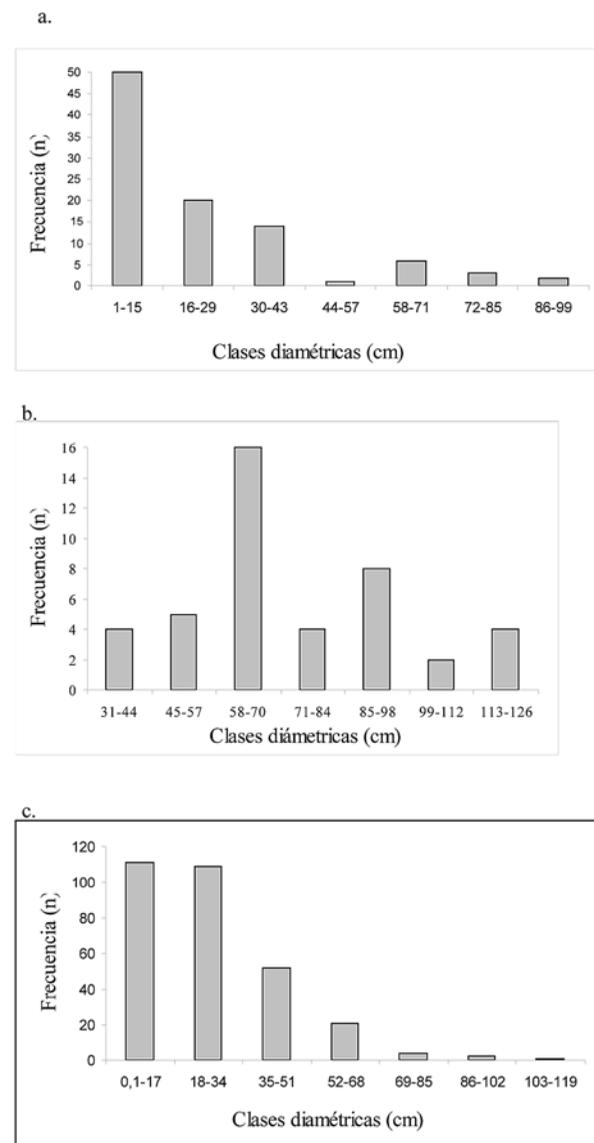


FIGURA 4

Estructura poblacional de *B. goldmanii* (a. y b.) y *B. sanctomariana* (c.).

plus 5.1, relacionando las variables altura total, número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas con el diámetro de la base.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad

Se realizó un cálculo de 580, 370, 430 y 287 individuos por hectárea (ind/ha) para los sitios I, II, III, IV, respectivamente. El Cañón del Sumidero, como área natural protegida, ha contribuido en la protección y mantenimiento de las poblaciones naturales, permitiendo el desarrollo natural de procesos de restauración. Debido a que las plantas responden a los factores y presiones ambientales y de perturbación (Colinvaux, 2001), la disminución en las actividades antropogénicas dentro del Parque Nacional podría explicar la mayor densidad dentro del sitio I. El sitio II, también comparte esta ventaja; sin embargo, corresponde a un área dañada en los incendios de 1998, es probable que este evento haya provocado la mortalidad de individuos, y como consecuencia, la disminución en la densidad poblacional; de acuerdo a Pianka (2011), este tipo de perturbaciones reducen drásticamente el número de individuos. Por otro lado el sitio III, a pesar de no estar dentro de un área natural protegida, mantiene una densidad poblacional alta, y es el único sitio en donde se observó la germinación y crecimiento de plántulas, contabilizando un número promedio de 70,5 ind/m² bajo un árbol madre. El sitio IV es el de menor densidad, probablemente por la naturaleza de *B. sanctomariana*, la cual es descrita por Hernández-Sandoval (2001) como una especie restringida a afloramientos de roca cársica y como una planta rara y endémica del Istmo de Tehuantepec. En el cuadro 1 se compara las densidades poblacionales encontradas con otros estudios en México, en donde las poblaciones de *B. goldmanii* son las que contienen el mayor número de individuos. El valor de densidad más bajo está dado por *B. gracilis*, la cual, de acuerdo con Cardel *et al.* (1997), comparte la misma problemática de *B. goldmanii*. Con base en esto, una alta densidad en las poblaciones de *B. goldmanii* podría traducirse como un alto grado de tolerancia a ambientes perturbados, sin embargo, se desconoce la dinámica poblacional y el comportamiento de la especie ante las presiones generadas por actividades antropogénicas.

Estructura de clase o tamaños

La figura 4 muestra las clases diamétricas de las poblaciones del Cañón del Sumidero en donde se observa una disminución de la frecuencia con el aumento de tamaño,

Localidad	Especie	ind/ha	Referencia
Chiapas	<i>B. goldmanii</i>	460*	Este estudio
Chimalapas, Oaxaca	<i>B. sanctomariana</i>	301	Este estudio
El Puebla	<i>B. gracilis</i>	16.7	Cardel et al., 1997
Tamaulipas y San Luis Potosí	<i>B. inermis</i>	258	Castillo-Gómez, 2011

*Indica un valor promedio de los tres sitios muestreados dentro del estado.

CUADRO 1 Densidad poblacional de *Beaucarnea* en diferentes localidades de México.

modelo que se ajusta a la curva de J invertida, asociada a poblaciones ecológicamente estables (Daniel *et al.* 1982). Por otra parte, la población de Uninajab presenta “altos y bajos” en la distribución de clases (4b). El gráfico muestra la ausencia de individuos menores a 30 cm de diámetro, es decir, se trata de una población compuesta exclusivamente por individuos adultos. Cardel *et al.* (1997) reporta que una de las problemáticas que enfrentan las poblaciones de *Beaucarnea gracilis* es el pastoreo por cabras de las plántulas e individuos juveniles. Es probable que también en el sitio de Uninajab el ganado contribuyera en el cambio de la estructura de la población a través del ramoneo y pisoteo, evitando el establecimiento de plántulas y el desarrollo y crecimiento de juveniles.

Los ecólogos definen como una población en equilibrio o estable a aquella que mantiene una tasa de reproducción *per capita* fluctuante, en donde existe un balance entre fecundidad y sobrevivencia (Soberón, 2002; Pianka, 2011; Colinvaux, 2001). Lo anterior indica que, al no haber plantas juveniles o en crecimiento que permitan el recambio de especies ante una explotación intensiva de recursos, la población de Uninajab, en el futuro, podría decrecer de forma drástica, si el tamaño poblacional se reduce, ésta se encontraría en peligro de extinción, debido a la pérdida de variabilidad genética y a la vulnerabilidad ante eventos de perturbación ambiental (Primack y Ros, 2002; Nason, 2002).

La población de *B. sanctomariana*, muestra una reducción constante de una clase a otra (figura 4c), por ello se considera como la población más saludable y estable (Peters, 1996). La estructura de clases del sitio puede explicarse de diferentes formas: la estrecha relación positiva que existe entre el tamaño y la edad. Una tasa de mortalidad que disminuye con la edad o que es constante a través de su ciclo de vida, produciría la disminución de individuos de edades avanzadas. Si la relación tamaño edad no existe y los individuos entonces crecerían a rit-

mos distintos dependiendo de la situación ambiental a la que cada uno se encuentra sometido (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995).

Relaciones alométricas

En el cuadro 2 se presentan los resultados de los modelos alométricos de las relaciones entre variables de las poblaciones de *B. goldmanii* y *B. sanctomariana*. Dado que el valor de *p* en todos los análisis fue inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre las variables, es decir, la altura total, el número de eventos reproductivos, el número de ramas y número de rosetas tiende a aumentar conforme lo hace el diámetro de la base.

Beaucarnea goldmanii

En el Cañón del Sumidero la dependencia entre altura total y diámetro de base fue calculada en un 71.33%, en Uninajab, el modelo explica el 23.28% de la relación para las mismas variables, esta diferencia marcada entre poblaciones también se aprecia entre número de eventos reproductivos y diámetro de base, 52.33 y 36.64 %, respectivamente, para la misma población. Estos valores podrían estar en función de las condiciones ambientales de los sitios, aunque éstas son similares en cuanto a tipo y origen del sustrato, altitud y tipo de vegetación, o quizá se deba a las presiones a las que las plantas se encuentran sometidas. El grado de perturbación en El Cañón del Sumidero es menor gracias a su decreto como Parque Nacional, y se considera como un área de protección para las especies. Aunque se registran actividades de desmonte, los individuos de *B. goldmanii*, perciben un grado de amenaza menor que en la población de Uninajab, la cual se encuentra en un sitio que, en años recientes, era utilizado para pastoreo de ganado vacuno, sin mencionar, la extracción de semillas, que aún se lleva a cabo dentro de la zona de manera ilegal y bajo un manejo no sustentable. El gráfico que relaciona número de ramas–diámetro

de base (figura 6) se ajusta al modelo Curva-S (cuadro 2), si se compara con el del Cañón Sumidero (figura 5), observamos que la tendencia es distinta. La distribución de los datos muestra la alteración en la estructura arbórea de los individuos como resultado del corte de ramas para la extracción de semillas. Este tipo de cosecha, parecido a la poda, promueve, en caso de que el árbol

se regenere, el aumento en la producción de ramas, y en condiciones desfavorables, la muerte de algunas ramas o del individuo. Contreras *et al.* (2008), en su trabajo con *Beaucarnea recurvata*, especie endémica de Oaxaca y Veracruz, mencionan que la extracción de semillas, plántulas e individuos juveniles y adultos, afectan no sólo el tamaño de la población sino también la proporción de

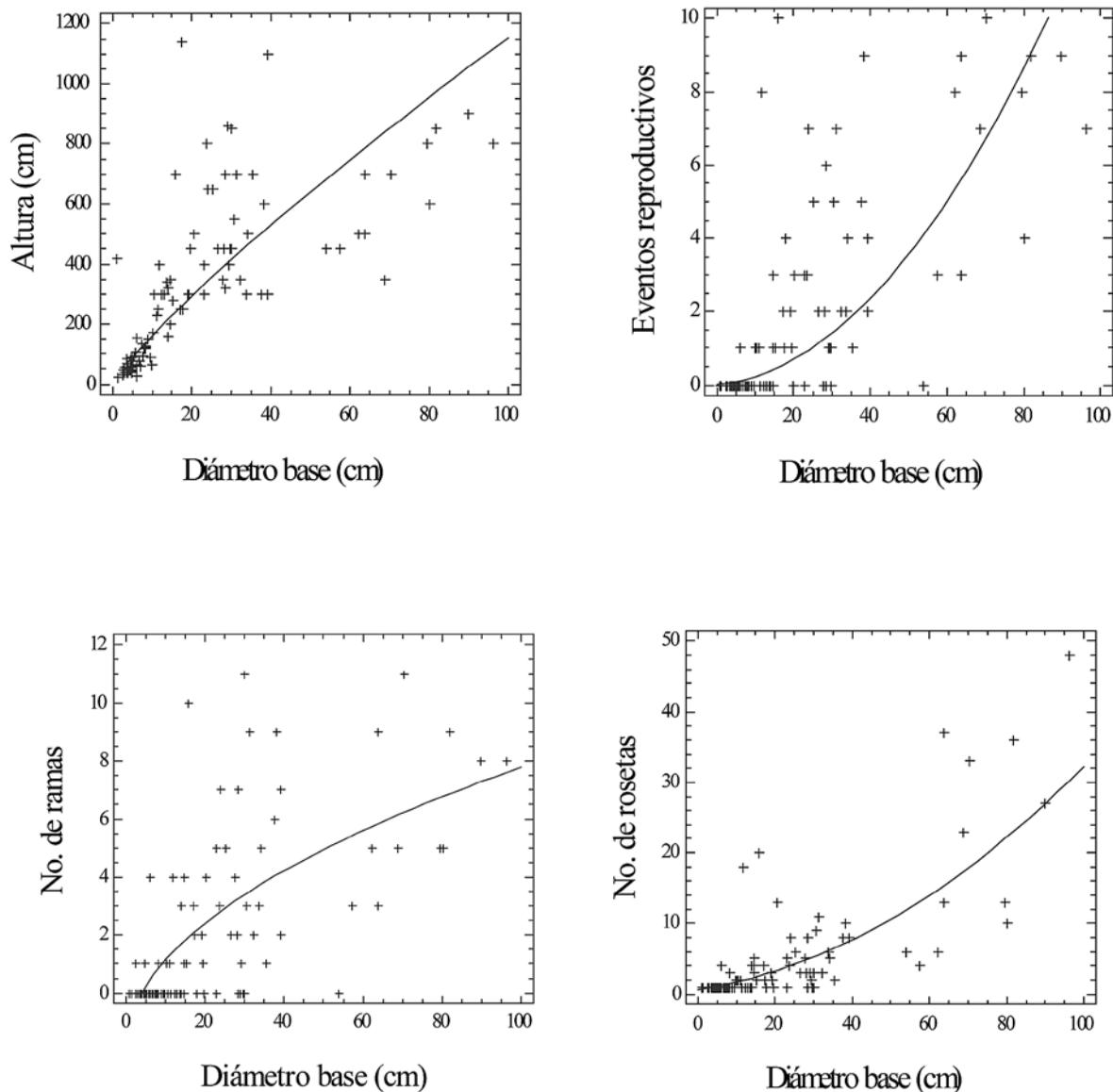


FIGURA 5

Relación entre la altura total, número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas con el diámetro de la base de individuos de *B. goldmanii* en el Cañón del Sumidero.

Localidades	Variables	Modelo	Modelo Ajustado	F	gl	p	R ² (%)
Cañón del Sumidero (<i>B. goldmanii</i>)	At-Db	Mult	$Y=23.1886 \cdot X^{0.848459} \circ \ln(Y)=3.14366 + 0.848459 \cdot \ln(X)$	233.90	95	<0.01	71.33
	Ner-Db	Rc-Y	$Y=(0.127336 + 0.0352021 \cdot X)^2$	103.19	95	<0.01	52.33
	Nra-Db	Rc-X	$Y=-1.94785 + 0.974397 \cdot \sqrt{X}$	81.58	95	<0.01	46.46
	Nrs-Db	Rc-Y	$Y=(0.824331 + 0.0485324 \cdot X)^2$	180.99	95	<0.01	65.81
Uninajab (<i>B. goldmanii</i>)	At-Db	Rc-X	$Y=456.881 + 43.792 \cdot \sqrt{X}$	12.44	42	<0.01	23.28
	Ner-Db	Dbin	$Y=1/(0.0581271 + 5.15541/X)$	26.93	42	<0.01	36.64
	Nra-Db	Curva-S	$Y=\exp(3.79527 - 96.1049/X)$	56.46	42	<0.01	57.93
	Nrs-Db	Mult	$Y=0.0506693 \cdot X^{1.57463} \circ \ln(Y)=-2.98244 + 1.57463 \cdot \ln(X)$	65.26	42	<0.01	61.41
Chimalapas (<i>B. sanctomariana</i>)	At-Db	Mult	$Y = a \cdot X^b \circ \ln(Y) = 12.055 \cdot X^{0.793461} \circ \ln(Y) = 2.48948 + 0.793461 \cdot \ln(X)$	634.04	299	<0.01	68.02
	Ner-Db	Lineal	$Y=-0.516744 + 0.0512197 \cdot X$	152.56	298	<0.01	33.93
	Nra-Db	Lineal	$Y=-1.70703 + 0.128365 \cdot X$	348.09	298	<0.01	53.96
	Nrs-Db	Rc-Y	$Y=(0.395253 + 0.0513598 \cdot X)^2$	440.84	299	<0.01	59.66

CUADRO 2

Modelos alométricos para variables vegetativas de *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanctomariana*. At. Altura total; Db. Diámetro de base; Ner. Número de eventos reproductivos; Nra. Número de ramas; Nrs. Número de rosetas. Mult. Multiplicativo; Rc-X. Raíz cuadrada-X; Rc-Y. Raíz cuadrada-Y; Dbin. Doble inverso.

sexos, reduciendo las posibilidades de fertilización y la producción de semillas.

Beaucarnea sanctomariana

Aunque la población de *B. sanctomariana* no es tan grande como la de *B. goldmanii*, ésta conserva atributos ecológicos que la definen como una población ecológicamente estable (Pianka, 2011). La figura 7 muestra las relaciones positivas entre variables, que se ajustaron a modelos similares a las poblaciones del Cañón del Sumidero (cuadro 2). Se considera que la estabilidad de la población se debe al tipo de hábitat, pues a pesar de que en el área existe pastoreo de ganado, el crecimiento de los individuos sobre rocas escarpadas, impide que las plantas reciban daños por ramoneo o pisoteo de animales, desafortunadamente esta misma característica hace que el acceso sea difícil y complique el estudio poblacional de la especie. Es importante recalcar que solamente existe una sola población en una superficie no mayor a 4 km² en un área microendémica y rodeada de bosque de encino y bosque tropical perennifolio en una reserva ejidal de Los Chimalapas. Debido a que los datos pertenecen

a una sola población, es evidente que no cabe realizar comparaciones, se espera que en futuras exploraciones botánicas otras poblaciones sean detectadas.

CONCLUSIONES

Ante los fuertes problemas de extracción ilegal de semillas e individuos de *Beaucarnea*, el Cañón del Sumidero, como ANP, se ha encargado de reducir el impacto de actividades de extracción, y mantiene poblaciones estables, incluso después de que algunas de éstas sufrieron alteraciones por los incendios de 1998. El escenario de la población de Uninajab, es diferente, pues enfrenta serios problemas futuros para su mantenimiento. Sin embargo, la cantidad alta de plántulas (70,5 ind/m²) puede ser un buen indicador que asegure devolver, bajo programas de manejo y restauración, la estabilidad ecológica a la población. Si tomamos la hipótesis de que el equilibrio en las poblaciones se da a través del resultado de fecundidad x supervivencia, dada una alta cantidad en la producción de plántulas se espera una baja supervivencia de éstas, por tanto una buena estrategia sería proponer áreas de

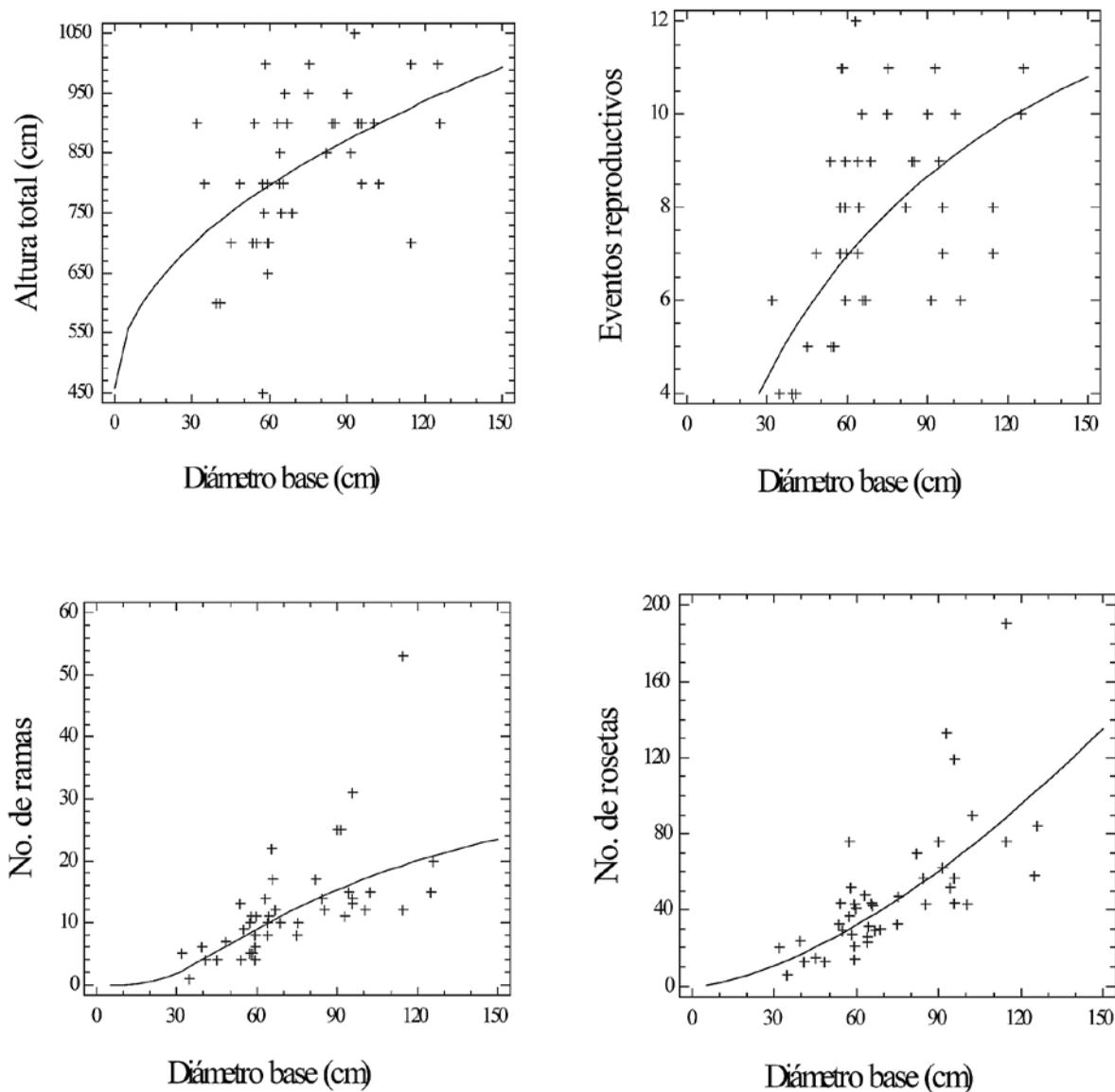


FIGURA 6

Relación entre la altura total, número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas con el diámetro de la base de individuos de *B. goldmanii* en Uninajab, Tzimol.

conservación para la protección de la especie a través del establecimiento de una UMA *in situ*. Aunque *B. sanctomariana*, al parecer, no presenta graves alteraciones en su estructura, es recomendable incentivar estrategias para su protección, dada su rareza, endemismo y el hecho de tener requerimientos micro-ambientales. El presente estudio es una primera pauta en el conocimiento de la ecología poblacional de *Beaucarnea goldmanii* y *B. sanc-*

tomariana, es importante señalar que para el diseño de programas de manejo, es necesario comenzar estudios de dinámica poblacional dentro de las poblaciones y ante diferentes eventos de extracción, tanto de plantas como de semillas.

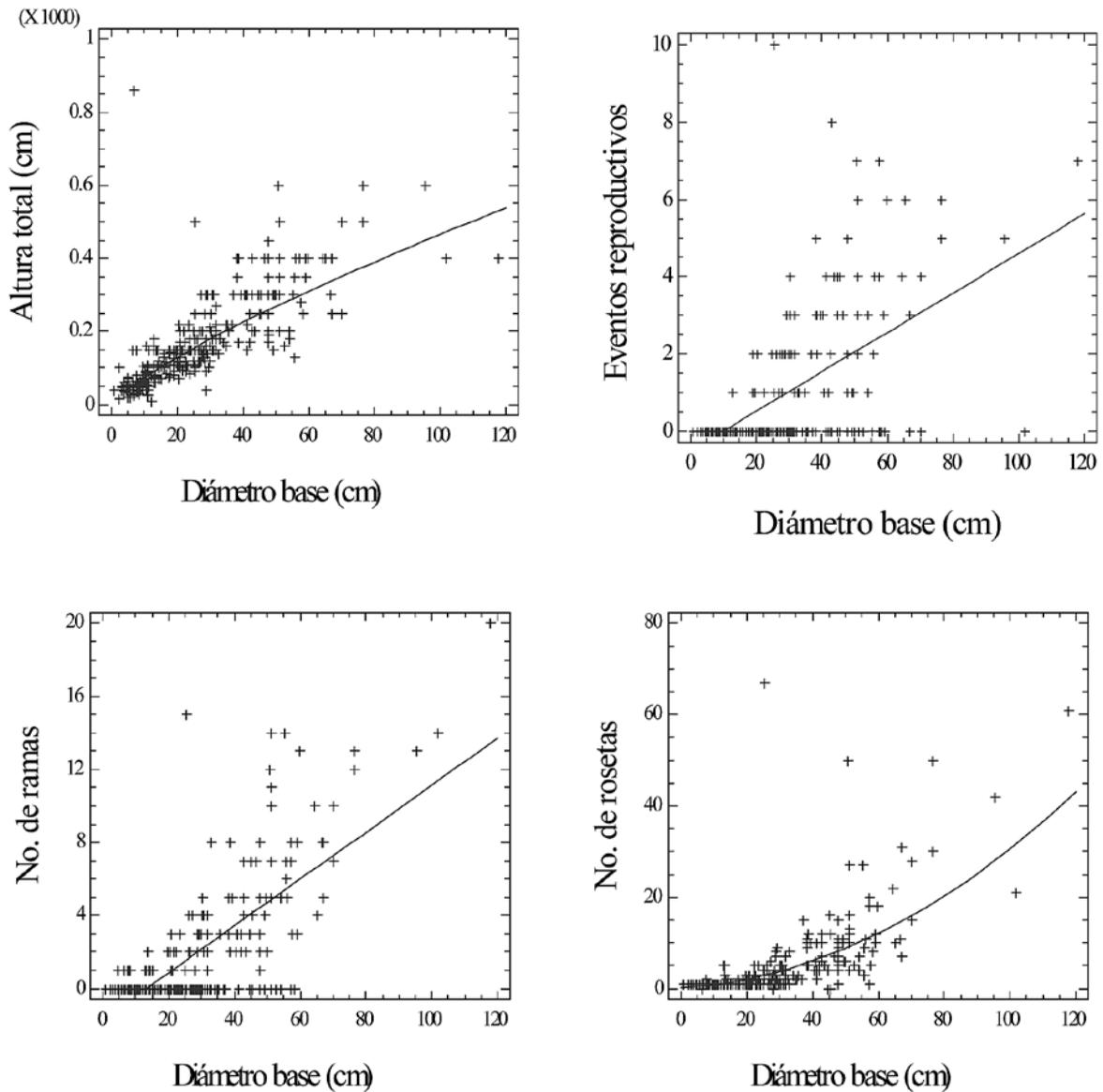


FIGURA 7

Relación entre la altura total, número de eventos reproductivos, número de ramas y número de rosetas con el diámetro de la base de individuos de *B. sanctomariana* en la población de Chimalapas, Oaxaca.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a SINAREFI (Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura) quien financió este proyecto a través de la Red Pata de Elefante, clave ORN-PAT-10-2.

LITERATURA CITADA

- ALFARO S.G., 2004.** Suelos. En A. J. García Mendoza, Ordóñez M. J. y Briones-Salas M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México 29-42 p.
- ARIAS D., O. DORADO y B. MALDONADO. 2002.** Biodiversidad e importancia de la Selva Baja Caducifolia: la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. CONABIO. *Biodiversitas* 45: 7-12.
- CARDEL Y., V. RICO-GRAY, J. G. GARCÍA-FRANCO y L. B. THIEN, 1997.** Ecological status of *Beaucarnea gracilis*, an endemic species of the semiarid Tehuacan Valley, Mexico. *Conservation Biology* 11 (2):367-374.
- CEBALLOS G., P.E. DÍAZ, H. ESPINOSA, V.O. FLORES, A. GARCÍA, L. MARTÍNEZ, M.E. MARTÍNEZ, A. NAVARRO, L. OCHOA, I. SALAZAR y B.G. SANTOS, 2009.** Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. En *Capital natural de México*, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México. p.p. 575-600.
- CENTENO-GARCÍA E., 2004.** Configuración geológica del estado. En A. J. García Mendoza, Ordoñez M. J. y Briones-Salas M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México 29-42 p.
- CITES [CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES], 2011.** <<http://www.cites.org>> (Consultado en agosto de 2011).
- COLINVAUX P.A., 2001.** *Introducción a la Ecología*. Limusa. México. 679 p.
- CONTRERAS A., M.L. OSORIO, M. EQUIHUA y G. BENÍTEZ, 2008.** Conservación y aprovechamiento de *Beaucarnea recurvata*, especie forestal no maderable. *Cuadernos de Biodiversidad*. CIBIO. Universidad de Alicante. 28:3-9.
- DANIEL T. W., J.A. HELMES y F.S. BAKER, 1982.** *Principios de silvicultura*. Mc Graw Hill. México, D. F. 490 p.
- GOLUBOV J., M. C. MANDUJANO, S. ARRIAGA, A. MARTÍNEZ-PALACIOS y P. KOLEFF, 2007.** Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae. En Colunga P. G. M., A. S. Larqué, L. Eguiarte, D. V. Zizumbo (eds.). *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. CICY, CONACYT, CONABIO, SEMARNAT, INE. México. Pp. 133-152
- GONZÁLEZ-ESPINOSA, M., N. RAMÍREZ-MARCIAL, G. MÉNDEZ-DEWAR, L. GALINDO-JAIMES y D. GOLICHER, 2005.** Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. In *Diversidad biológica en Chiapas*. M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (eds.). ECOSUR, COCYTECH, Plaza y Valdés editores, Chiapas, México. p. 81-125.
- HERNÁNDEZ S.L., 1993.** *Cladistic análisis of the American Genera of Asparagales and the systematic study of Beaucarnea (Nolinaceae) and Hemiphylacrus (Hyacinthaceae)*. Tesis de doctorado. Universidad de Texas, Austin. P. 201.
- HERNÁNDEZ-SANDOVAL L., 2001.** *Beaucarnea sanctomariana* (Nolinaceae), a new micro-endemic species of ponytail palm from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Novon* 11:50-53.
- INEGI [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA], 1981.** *Carta edafológica y geológica*. Villahermosa, Tabasco. 1:1 000 000.

- INEGI [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA], 1985.** *Carta Edafológica* 1:250 000 Tuxtla Gutiérrez E15-11, Proyección transversa de Mercator. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- IUCN [INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE], 2011.** IUCN. *Red List of Threatened Species*. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org> (Consultado del 1-30 de agosto de 2011).
- MARTÍNEZ-RAMOS M. y E. ÁLVAREZ-BUYLLA, 1995.** Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56:121-153.
- NASON J.D., 2002.** La estructura genética de las poblaciones de árboles. En Guariguata M. R. y G. H. Kattan (comp.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. LUR. Costa Rica. pp. 299-327.
- PETERS C. M. 1996.** *Aprovechamiento sostenible de recursos no maderables en bosque húmedo tropical: un manual ecológico*. Serie general del programa de apoyo a la biodiversidad. Instituto de botánica económica, Jardín Botánico de Nueva York. 2:5-16.
- PIANKA E.R., 2011.** *Evolutionary Ecology*. 7a ed.-eBook.
- PRIMACK R.B. y J. ROS, 2002.** *Introducción a la biología de la conservación*. Ariel Ciencia. España. 317 p.
- REYES S.J., 2009.** *Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas, manual práctico*. SEMARNAT, CONAFOR. México. 108 p.
- RZEDOWSKI, J., 1983.** *Vegetación de México*. Edit. Limusa S.A. 2ª reimpresión. 179 pp.
- SEMARNAT [SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES], 2010.** Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 2a Sección, 30 de diciembre del 2010. <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/SEMARNAT%20DOF/Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf>
- SOBERÓN M.J., 2002.** *Ecología de poblaciones*. 3ª ed. La ciencia para todos No. 82. Fondo de Cultura Económica. México. 149 p.
- TOLEDO V.M. y M.J. ORDÓÑEZ, 1998.** El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En *Diversidad biológica de México, orígenes y distribución*. Ramamoorthy T. P., Bye R, Lot A. y J. Fa. Instituto de biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 739-757.
- TREJO I., 2004.** Clima. En A. J. García Mendoza, Ordoñez M. J. y Briones-Salas M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fundc, México 29-42 p.
- WILSON E.O., 1992.** The strategy for biodiversity conservation. En *Global biodiversity strategy: guidelines for action to save, study, and use earth's biotic wealth sustainably and equitably*. World Resources Institute (WRI), The World Conservation Union (IUCN) y United Nations Environment Programme (UNEP). p. 244.

Autoecología de *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden (Iridaceae) en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Carlos R. Beutelspacher Baigts¹, José Alfredo Gómez López²

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Correo electrónico: rommelbeu@gmail.com

²José Alfredo Gómez López, lakjamkosh@yahoo.com

RESUMEN

Se estudió la autoecología del lirio *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden, una especie endémica del estado de Chiapas, restringida a tres municipios de la Región Altos (Huixtán, San Cristóbal de Las Casas y Tenejapa), encontrándose, en San Cristóbal de Las Casas, en grave peligro de extinción debido al rápido crecimiento urbano.

Palabras clave: *Tigridia chiapensis*, Autoecología, Chiapas, México.

ABSTRACT

We studied the autecology Tiger Lily *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden, endemic to the state of Chiapas, restricted to three municipalities in the Upper Region (Huixtán, San Cristóbal de Las Casas and Tenejapa), meeting, in San Cristóbal de Las Casas, in endangered of extinction due to rapid urban development.

Key words: *Tigridia chiapensis*, Autoecology, Chiapas, Mexico.

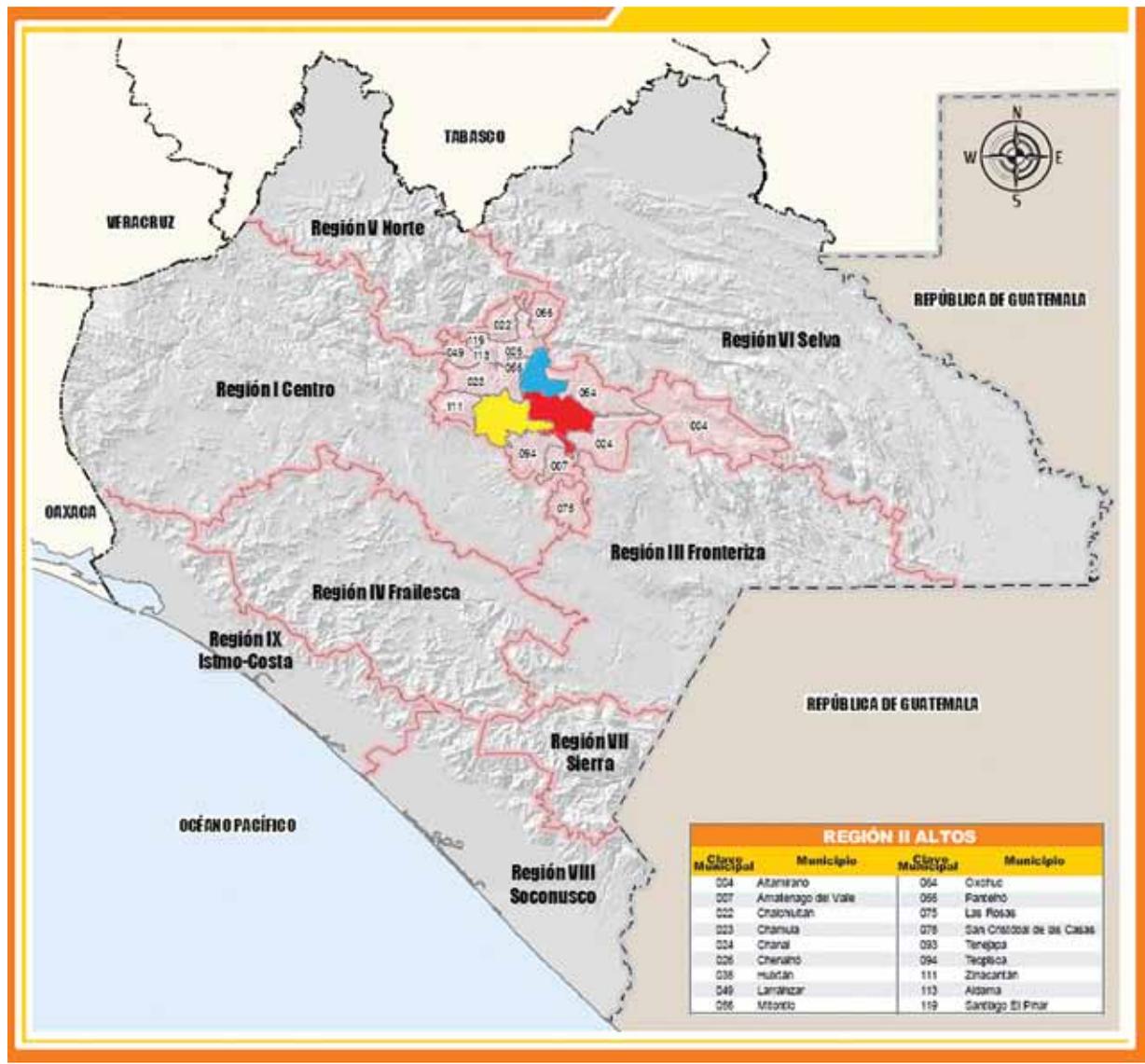
INTRODUCCIÓN

Tigridia Juss., incluye un grupo de lirios terrestres, con aproximadamente 35 especies que se distribuyen desde México, Mesoamérica, Ecuador andino a Bolivia, encontrándose la mayor parte de las especies en México. Para Chiapas, se han registrado varias especies: *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden, *T. halbergii* Molseed, *T. pavonia* (L.f.) DC., *T. orthantha* (Lemaire) Ravenna y *T. immaculata* (Herbert) Ravenna, (Rodríguez, 2001. J.E. Henrich y P. Golblatt, 1994, y Espejo-Serna et al., 1996a, 1996b), siendo una de las más raras, *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden, una especie limitada a tres municipios de la Región Altos (Huixtán, San Cristóbal de Las Casas y Tenejapa (mapa 1). Dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentra en grave peligro de extinguirse debido al rápido crecimiento urbano.

Tigridia Juss.

(Descripción tomada de J.E. Henrich y P. Golblatt, 1994) Perennes estacionales con bulbos con túnicas oscuras papiráceas. Hojas plegadas, 2 a numerosas basales, (0-) 1 (=numerosas) caulinares. Tallo florífero generalmente ramificado; espatas 1 por rama. Flores actinomorfas, fre-

cuentemente amarillas, purpúreas o rojas con marcas clara o pálidas contrastantes, a veces péndulas; tépalos libres, desiguales, a menudo ampliamente unguiculados, las uñas generalmente formando una copa ancha o a veces un cilindro angosto, los limbos patentes a reflexos a veces reducidos a una lengua angosta o cúspide, los tépalos internos más pequeños que los externos, con nectarios en la parte inferior, frecuentemente ocultos parcialmente por pliegues geniculados, las uñas ya sea erectas, presentando un tubo angosto que encierra a la columna del filamento o patentes desde la base en una copa ancha; filamentos unidos; anteras sésiles, divergentes; ramas del estilo profundamente divididas casi hasta la base en 2 ramas largas divergentes filiformes extendiéndose a ambos lados de la antera opuesta, generalmente con un mucrón conspicuo en el seno entre las 2 ramas; estigmas terminales. Cápsulas obovoides a cilíndricas, truncadas; semillas angulares a subglobosas $2n=28$.



MAPA 1

Municipios donde se ha registrado *Tigridia chiapensis*. Amarillo: San Cristóbal de Las Casas, rojo: Huiután, azul: Tenejapa.

Tigridia chiapensis Molseed ex Cruden, Brittonia 20: 318 (1968).

(Redescripción basada en Molseed, 1970, y J.E. Henrich y P. Golblatt, 1994)

Hierba erguida perenne con bulbo, el tallo en la antesis puede medir hasta 36 cm de altura, las hojas basales 2-3, hasta de 40 cm de largo sobrepasando a veces la inflorescencia; hojas solitarias caulinares de 13-15 cm de largo, amplexicaules, con 6 a 9 mm de ancho en la base, disminuyendo rápidamente hasta ser acuminadas; valvas de la espata 2, la interna más larga que la externa, de 6-6.5 cm de largo,

los exteriores de 5-5.5 cm de largo, por lo general verdes, a veces violáceas hacia la base; una bráctea escariosa sosteniendo cada uno de los dos a varias flores. Flores erectas, de 4-5 cm de diámetro, tépalos exteriores oblongos de 20-25 mm de largo, blancos con manchas purpúreas en la base del limbo, la superficie blanca con amarillo en la base, y con manchas lo largo del borde, el limbo es reflexo fuera de la taza, la ranura que contiene la glándula es en forma de V invertida, continua a través de tépalo; la columna de los estambres es angosta, tiene de 6-7 mm de largo, las anteras, son de color blanquecino, los estigmas, en forma

de un mucrón obvio en el seno de las ramas del estilo; las cápsulas maduras miden de 15-20 mm de largo. Floración de (mediados de mayo) a junio y mediados de julio. Se encuentra entre los 2,000 a 2,400 msnm.

Distribución geográfica. México: Chiapas (mapa 1)

MATERIAL Y MÉTODOS

Se efectuaron recorridos en las inmediaciones y alrededores de la Ciudad de San Cristóbal de Las Casas, con la finalidad de ubicar las poblaciones principales de *Tigridia chiapensis*, tomando datos de la flora acompañante y de los tiempos de floración y fructificación, así como otra información relevante.

RESULTADOS

Observaciones. *Tigridia chiapensis*, es una especie que crece en suelo arcilloso, siempre asociada a corriente de agua de temporal, en pequeños cauces o en ciénegas poco profundas formadas por las lluvias, en llanos con pastos y otras hierbas.

Es frecuente encontrar dentro de una población pequeña, variaciones en el número de tépalos de las flores, por lo que hemos visto flores con dos, tres (lo normal), cuatro, cinco, seis o más tépalos y con igual número del resto de sus estructuras. (Láminas I y II)

Floración. Se inicia después de las primeras lluvias, en ocasiones desde mediados de abril, pero alcanza, su máximo durante mayo, parte de junio y eventualmente llegan a verse flores a principios de julio. Generalmente las flores abren después de las 10 AM, permanecen abiertas hasta cerca de las 16 horas, dependiendo de si el día está despejado o nublado. En cada ejemplar se abre una flor por día, llegando a tener de 2 a 8 floraciones en cada inflorescencia.

Polinización. Con frecuencia hemos visto abejas de la especie *Apis mellifera*, así como otras del género *Melipona* sp. visitando las flores, además de algunas mariposas de la familia Nymphalidae y Lycaenidae.

Fructificación. El fruto (lámina II), es una cápsula claviforme de color pardo claro, hasta de 2.5 cm de largo (raramente hasta 3.0 cm) y de 8-10 mm de diámetro con tres o más cavidades, en cada cavidad se alojan hasta 10 semillas ovoides, subglobosas, de 3-4 mm de largo y 1 mm

CLASE	FAMILIA	GÉNERO / ESPECIE
ANGIOSPERMA MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich.
		<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff.
		<i>Cirsium horridulum</i> Michx.
		<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.
		<i>Cosmos diversifolius</i> Otto ex Knowles & Westc.
		<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.
		<i>Helenium scorzonifolium</i> (DC.) A. Gray.
		<i>Tagetes lucida</i> Cav.
	APIACEAE	<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroch
	CAMPANULACEAE	<i>Lobelia aff. nana</i> Kunth
	CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra sericea</i> Sw.
	FABACEAE	<i>Aeschynomene americana</i> L.
		<i>Dalea leporina</i> (Aiton) Bullock.
		<i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ortega) A. Delgado.
		<i>Trifolium repens</i> L.
	LAMIACEAE	<i>Clinopodium brownei</i> (Sw) Kuntze
		<i>Salvia reptans</i> Jacq.
	LYTHRACEAE	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.
	POLYGONACEAE	<i>Polygonum aviculare</i> L.
<i>Rumex obtusifolius</i> L.		
PRIMULACEAE	<i>Anagallis arvensis</i> L.	
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus petiolaris</i> Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.	
RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum serpyllaceum</i> Schtdl. Terrel.	
VERBENACEAE	<i>Verbena carolina</i> L.	
	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	

TABLA 1

Flora asociada a *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden. ANGIOSPERMA/MAGNOLIOPSIDA.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO / ESPECIE
ANGIOSPERMA LILIOPSIDA	ANTHERICACEAE	<i>Echeandia</i> spp.
	AMARYLLIDACEAE	<i>Nothoscordum bivalve</i> L. Britton.
		<i>Zephyranthes brevipes</i> Standley.
	COMMELINACEAE	<i>Commelina tuberosa</i> L.
	CYPERACEAE	<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl.) Kük. ex Osten.
		<i>Carex marianensis</i> Stacey.
		<i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen ex Kunth.
		<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.
	HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i> L.
	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium aff. angustifolium</i> Mill.
		<i>Sisyrinchium</i> sp.
	POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
		<i>Paspalum botteri</i> (E. Fourn.) Chase. J. Wash
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov		
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen,		
<i>Sporobolus indicus</i> (L.)		

TABLA 2

Flora asociada a *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden. ANGIOSPERMA/LILIOPSIDA.

de diámetro, de color pardo claro, las cuales maduran a finales de agosto y principios de septiembre.

Las observaciones en las zonas de crecimiento de *Tigridia chiapensis* registran índices de riqueza y diversidad de la flora acompañante, tal y como se muestra en las tablas 1 y 2. Siendo las especies *Acmella repens* (Asteraceae) y *Pennisetum clandestinum* (Poaceae) los que sobresalen, cubriendo la base del escapo floral de los ejemplares de *Tigridia chiapensis*.

Las perturbaciones causadas por la actividad humana han disminuido el área de distribución de la *Tigridia chiapensis*, por encontrarse en zonas de crecimiento urbano y peor aún, sin ningún tipo de protección.

Basta mencionar que en el año 2010, desapareció una población importante de *Tigridia chiapensis*, junto a ella una comunidad vegetal diversa. Impacto causado directamente por la actividad humana. Dicha población vegetal se encontraba en la zona norte de San Cristóbal de Las Casas, hoy vemos sobre ella, toneladas de concreto, debido a la construcción del Mercado del Norte.

En aquellas poblaciones donde aun permanecen, existe una presencia constante de pastoreo de ganado vacuno y ovino. Todas estas situaciones y por presentar poblaciones pequeñas representan una gran amenaza para la supervivencia de esta interesante especie.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento, en primer término al Dr. Mario Ishiki, Jefe del Herbario del ECOSUR San Cristóbal de Las Casas, por todas las facilidades brindadas para consultar el material allí depositado, al igual que al Sr. Miguel Martínez Icó, técnico de dicho herbario, por todas sus atenciones.

LITERATURA CITADA

- BREEDLOVE, D.E., 1986.** *Listados Florísticos de México IV. Flora de Chiapas*. Instituto de Biología, UNAM. 245 pp.
- DAVIDSE, G., M. SOUSA SÁNCHEZ & A. O. CHATER 1994.** Alismataceae a Cyperaceae *Fl. Mesoamer. 6: I-XVI, 1-543*.
- ESPEJO-SERNA, A. y A.R. LÓPEZ-FERRARI, 1996a.** *Las Monocotiledoneas mexicanas, una sinopsis florística 1. Lista de referencia*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., UAM, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F., 116 pp.
- ESPEJO-SERNA, A. y A.R. LÓPEZ-FERRARI, 1996b.** Comentarios florístico-ecológicos sobre las iridáceas mexicanas. *Acta Botánica Mexicana 38: 25-47*.
- HENRICH, J.E. & P. GOLBLATT, 1994.** 253. Iridaceae. *In Flora Mesoamer. 6: 71-81*.
- MOLSEED, E., 1970.** The genus *Tigridia* (Iridaceae) of Mexico and Central America. *Univ. Calif. Publ. Bot. 54: 1-113*.
- RODRÍGUEZ A., y L. ORTIZ-CATEDRAL, 2001.** La Tribu Tigridieae (Iridaceae) en México. *Scientia Cueba 3: 123-136*.



Tigridia chiapensis Molseed ex Cruden, hábitat en San Cristóbal de Las Casas.



Tigridia chiapensis Molseed ex Cruden, forma normal de la flor, flores con tépalos supernumerarios y cápsulas con semillas.



Flora acompañante de *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden. *Anagallis arvensis* L., *Bidens aurea* (Aiton) Sherff.,



Flora acompañante de *Tigridia chiapensis* Molseed ex Cruden. *Cuphea aequipetala* Cav, planta, flor.

Dalea leporina (Aiton) Bullock.



Cirsium horridulum Michx., *Helenium scorzonerifolium* (DC.) A. Gray, *Commelina tuberosa* L., *Ranunculus petiolaris* Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.,



Macroptilium gibbosifolium (Ortega) A. Delgado,

Eryngium carlinae F. Delaroch.,

Sisyrinchium angustifolium Mill.

Las epífitas vasculares del cerro Mozotal, Motozintla-Siltepec, Chiapas, México

Oscar Farrera Sarmiento^{1,2}, Juan Manuel Jonapá Solís², Francisco Hernández Najarro², Carlos R. Beutelspacher¹

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas. Libramiento Norte pte. 1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chis. | ²Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Jardín Botánico F. Miranda. Calz. Hombres Ilustres s/n, Col. Centro Tuxtla Gutiérrez, Chis. Correo ofarreras@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió la flora epífita vascular del cerro Mozotal localizado 12 km al SO de la ciudad de Motozintla de Mendoza, Chiapas. Con 3,058 msnm constituye el segundo cerro de mayor altura en el estado. Se registró un total de 141 especies, divididas en 62 géneros y 22 familias, las familias mejor representadas fueron Orchidaceae con 47 especies seguido por Bromeliaceae con 13 especies; se encontró un total de 102 especies consideradas como epífitas obligadas, 37 epífitas facultativas, 4 hemiepífitas secundarias y un ejemplar como epífita accidental. La mayor parte de las recolecciones se hicieron en el bosque mesófilo de montaña en este tipo de vegetación se encontraron 62 especies clasificadas en 17 familias, en el bosque de *Quercus* se encontraron 48 especies ubicadas en 12 familias y con menor proporción el bosque de coníferas con 24 especies de 9 familias. Se encontraron 6 especies catalogadas según la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010 como amenazadas.

Palabras Clave: Epífitas, cerro Mozotal, Motozintla-Siltepec, Chiapas, México.

ABSTRACT

We studied vascular epiphyte flora of cerro Mozotal located 12 km SW of the city of Motozintla de Mendoza, Chiapas. With 3,058 meters above sea level and is the second tallest mountain in the state. We recorded a total of 141 species, divided into 62 genera and 22 families, represented families were Orchidaceae with 47 species followed by Bromeliaceae with 13 species, found a total of 102 species considered forced epiphytes, 37 facultative epiphytes, 4 hemiepiphytes a copy as secondary and accidental epiphyte. Most of the collections were made in the cloud forest in this type of vegetation is found 62 species classified into 17 families, in the forest of *Quercus* found 48 species placed in 12 families with the lowest proportion of coniferous forest with 24 species of 9 families. Found 6 species cataloged by NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010 as threatened.

Key words: Epiphytes, cerro Mozotal, Motozintla-Siltepec, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales centros de biodiversidad en el mundo. La diversidad biológica de nuestro país es resultado de las variaciones topográficas y climáticas, lo cual genera un rico mosaico de hábitats. La cubierta vegetal de México es una de las más variadas de la tierra, pues en su territorio están representados prácticamente todos los grandes biomas que se han descrito de la superficie de nuestro planeta (Castillo y Toledo, 2000)

En Chiapas, Breedlove (1981) reconoce 19 tipos de vegetación, entre ellos destaca el bosque de niebla siempre verde, bosque lluvioso de montaña, también denominado por Rzedowski (1978), bosque mesófilo de montaña (BMM). El BMM es un ecosistema diverso, con tasas elevadas de endemismos así como alta riqueza de especies (Gentry y Dodson, 1987). El BMM, posee como

características generalizadas, la abundancia y diversidad de epífitas, de trepadoras leñosas y pteridofitas en general (Rzedowski, 1996).

Un hábito de crecimiento particularmente vulnerable es el de las plantas epífitas. Sus poblaciones, esparcidas naturalmente, pueden reducirse rápidamente a tamaños poblacionales muy bajos en los fragmentos remanentes (Turner *et al*, 1994). Aún cuando una especie no esté completamente eliminada por la sobreexplotación o degradación de su hábitat, el tamaño poblacional puede reducirse hasta un punto en el que la especie no sea capaz de recuperarse (Norton, 1986).

Las epífitas son plantas que, sin raíces en el suelo, crecen sobre plantas hospederas, por lo general árboles. Al contrario de los muérdagos hemiparásitos (Lorantháceas

y Viscáceas) no tienen contacto directo con los haces vasculares de su hospedero y no extraen agua ni nutrientes. Por eso, en general, las epífitas no son dañinas para su anfitrión. Aunque sean falsamente llamadas parásitas. La mayor ventaja del hábito epifítico es escapar de la sombra del sotobosque de los bosques húmedos y muy densos y evitar la competencia con las raíces de árboles, arbustos e hierbas. En cuanto más alto crecen las epífitas en el bosque, más luz reciben. Por otra parte, sin raíces en el suelo, el agua disponible es muy limitada y llega a ser el factor crítico para su crecimiento. Muchas especies tienen adaptaciones encontramos: plantas con rosetas de hojas anchas formando un tipo de tanque (bromelias); órganos especiales (por ejemplo pseudobulbos de las orquídeas y los tricomas o pelos especializados de bromelias. Otra adaptación fisiológica muy importante es el metabolismo ácido de crasuláceas (CAM), una modalidad de fotosíntesis que reduce el uso de agua y es acompañado por succulencia de hojas o tallos (frecuentemente en bromelias, orquídeas, cactáceas, crasuláceas y peperomias). Algunos helechos toleran la desecación manteniéndose en un estado inactivo hasta que repongan agua y resuman su actividad fisiológica normal. La gran mayoría de las aproximadamente 30,000 especies de epífitas vasculares viven en bosques tropicales húmedos de tierras bajas y de montaña. En México las familias más importantes son orquídeas, bromelias, piperáceas, cactáceas, aráceas y moráceas (Hietz & Hietz, 1994).

Entre los servicios ecológicos más importantes que ofrece este grupo de plantas, es el de captación y recarga de mantos acuíferos (Benzing, 1987), que proveen el flujo constante de agua dulce a todo el estado, los humedales de la Sierra Madre y específicamente las regiones Soconusco y Frailesca son los lugares donde se puede apreciar con mayor facilidad la gran acumulación de agua. Estos mismos afluentes mantienen de agua constantemente a las importantes presas hidroeléctricas La Angostura y Chicoasén (Martínez-Meléndez, 2009).

En el país al igual que en el resto del planeta, se están realizando cambios en el ambiente que ponen en peligro la continuidad de los sistemas biológicos y por tanto a todos los elementos que lo conforman. La sustitución de las comunidades naturales por sistemas generalmente más simples, trae por consecuencia una reducción en el tamaño de las poblaciones de las plantas y animales (Soto y Hágsater, 1996)

Además de esta disminución en las comunidades de plantas debido a la deforestación y destrucción del hábitat algunas especies tienen otras presiones que contribuyen al decremento de las poblaciones en forma significativa,

especialmente los taxa sometidos a extracción y colecta en sus ambientes naturales. En esta situación, se encuentran grupos económicamente importantes, como los árboles maderables, plantas medicinales, o plantas con importancia hortícola: bromelias, cactáceas y orquídeas (Rubluo *et al.*, 1989, Soto y Hágsater, 1996)

En el estado de Chiapas, desde la década de los 70, alrededor del 70% de los bosques templados han sido talados o transformados a una tasa estimada de 35,414 hectáreas por año. Como resultado, el paisaje actual es un mosaico de fragmentos de bosque en diferente estado de degradación (March-Misfút y Flamenco, 1996). En muchas partes del mundo, las áreas que antes eran boscosas, ahora se están utilizando para tierras de cultivo y en este proceso los árboles son talados junto con su flora epífita (Rao, 1977)

Según Gates y Gysel, 1978, conforme se incrementa en grado de alteración de los hábitats de muchas especies de plantas, sus poblaciones son más susceptibles de extinguirse localmente. Esto hace cada vez más urgente acelerar el estudio de los recursos con que contamos, así como promover su divulgación entre el público y ampliar de esta manera el número de aficionados y profesionales que puedan reforzar el conocimiento de nuestros recursos naturales (Hartmann, 1992)

El inventario de la diversidad biológica es información básica y primaria, que debe desarrollarse paralelamente a los programas de manejo sustentable de los recursos naturales. Por lo que se debe precisar el conocimiento actual de su distribución geográfica, a partir de inventarios actualizados de la flora presente en las regiones (Flores-Villela y Gerez, 1989)

Rubluo (1992), resalta el fuerte impacto que tiene la extinción de las especies sobre el equilibrio ecológico, debido a que una especie extinta puede poner en peligro la extinción de 10 a 30 especies; esto se debe a las complejas redes tróficas que mantienen el equilibrio ecológico del ecosistema.

Las epífitas desempeñan un papel muy importante en la dinámica de las comunidades debido a que al estratificarse verticalmente, desde los troncos de los árboles hasta las copas del dosel, ofrecen una amplia variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos de animales tales como: artrópodos, anfibios, aves y reptiles. Contribuyendo al incremento de la biodiversidad de las comunidades donde se encuentran (Madison, 1977).

Las plantas epífitas, principalmente las de tipo roseta, acumulan grandes cantidades de agua entre sus hojas, proporcionando una vía alterna en la dinámica de este recurso dentro del bosque, además, la biomasa de las

epífitas establecida en las ramas interiores de los árboles, alberga un alto contenido de nutrimentos esenciales como fósforo y nitrógeno los cuales posteriormente son reciclados, brindando rutas alternas al ciclo de nutrimentos y a la dinámica del agua en las comunidades (Dickson, *et al.*, 1993).

El tráfico de plantas silvestres es una de las mayores amenazas a la diversidad biológica, y las epífitas son un grupo especialmente susceptible a esta actividad debido a que proveen al mercado hortícola de una mayor cantidad de especies, principalmente bromelias y orquídeas, las cuales son extraídas sin ningún tipo de control de las zonas donde habitan, generando desequilibrio en los ecosistemas e incluso la desaparición de algunas especies. Debido a esto es importante promover estrategias que permitan el uso racional de este recurso, apoyando la economía de las comunidades rurales de las que se obtengan las plantas, sin menoscabo de las poblaciones, evitando con ello la alteración del ecosistema en su conjunto (Nadkarni, *et al.*, 2001).

El mecanismo de reproducción de las epífitas aparentemente es muy complejo, y poco conocido. Entre las complejas correspondencias que establecen con otros organismos destacan la necesidad de la presencia de un hongo específico para su germinación, por lo que menos del 5% de estas semillas llegan a germinar en su medio ambiente natural. Otro factor que también influye en la poca reproducción de estas especies es el vínculo limitado de polinizadores u en el caso de las epífitas la preferencia por determinados tipos de soporte y esto lo hace muy vulnerable a los cambios climáticos (Dejean *et al.*, 1995).

Conforme se incrementa en grado de alteración de los hábitats de muchas especies de plantas, sus poblaciones son más susceptibles de extinguirse localmente (Gates y Gysel, 1978).

Los trabajos realizados sobre plantas epífitas en el estado son muy pocos debido a esto la poca información contribuye a que día a día un mayor número de especies sean consideradas por la NOM-ECOL-059-2010-SEMARNAT en algún grado de amenaza, y el saqueo descontrolado provocará la extinción de estas plantas en el territorio.

La riqueza florística de la vegetación original de nuestro país no es aún conocida en su totalidad, la acelerada destrucción de sus hábitats naturales impide su conocimiento y, por lo tanto, su potencial aprovechamiento. Es por ello que debe ser prioritaria la elaboración de inventarios florísticos, ya que estos son la base fundamental para la realización de estudios más precisos sobre ecología y biogeografía, así como también son indispensables para

la creación de políticas para la conservación y el manejo de los recursos.

La composición florística de las epífitas y la contribución a la flora boscosa total es conocida solamente para algunos bosques. La flora epífitas es difícil de conocer debido a la dificultad que implica la colecta de estas plantas. Por tanto, la documentación de la flora epífita de estos bosques ampliará el conocimiento acerca de estas comunidades y funcionará como preámbulo para el entendimiento de las condiciones bióticas y abióticas que afectan la diversidad.

De todas las plantas vasculares tropicales y subtropicales aproximadamente el 10% son epífitas, y en bosques tropicales húmedos pueden representar más del 60% del total de individuos de plantas vasculares y más del 35% de todas las especies vasculares presentes. El presente trabajo aporta una lista de las epífitas del cerro Mozotal en el municipio de Motozintla de Mendoza, Chiapas. Con lo cual se da a conocer en forma particular la diversidad florística de epífitas en la región.

MÉTODOS

El presente inventario se realizó en el cerro Mozotal que se localiza a 12 km al SO de la ciudad de Motozintla de Mendoza el cual se localiza entre las coordenadas geográficas 15°21'58" latitud N y 92°20'55" longitud W y con una altitud de 3,058 msnm, convirtiéndolo así en la segunda elevación más alta de Chiapas después del volcán Tacaná; la vegetación de este lugar está constituida por árboles altos y uniformes dominados por el género *Pinus* en las partes más elevadas y *Quercus* en las regiones bajas, albergando un sinnúmero de familias botánicas: tales como bromeliáceas, orquidáceas, cactáceas, pteridáceas, piperáceas, lorantáceas, lauráceas y apiáceas entre otras.

Para la realización del trabajo se dividió en dos partes, en el trabajo de campo que se realizó en el cerro Mozotal y el trabajo de gabinete el cual se realizó en el Herbario CHIP en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Se recolectaron especímenes de herbario en el lapso de un año (2010), se realizaron caminatas al azar tratando de abarcar el mayor espacio posible del área de estudio alejándose de los senderos cañadas y arroyos; se siguieron las técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos para herbario propuestas por Lot y Chiang (1986). Se revisó la colección del herbario del área de estudio y se identificaron los ejemplares recolectados, utilizando claves taxonómicas de las floras conocidas de las regiones más cercanas (Guatemala, Chiapas, Veracruz, de la isla de Barro Colorado, la flora de Baja California), así

como también la flora del bajo, flora Novogaliciana y diversas monografías, como el Catálogo de Orquídeas de Chiapas (Beutelspacher, 2008), y la Guía de orquídeas de Chiapas, del mismo autor (2011), además de usar el método de comparación en la colección del herbario CHIP en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y aquellas colectas que presentaron mayores complicaciones para su identificación fueron trasladadas al Herbario Nacional de la Ciudad de México (MEXU) donde se consultaron a los especialistas en diversas familias botánicas. Se analizó la información obtenida; se elaboró una relación de endemismos y las especies que se encuentren catalogadas como amenazadas o en peligro de extinción por la NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2010. Los datos obtenidos de los ejemplares recolectados se trabajaron en una base de datos. Por otra parte, se consultaron las bases de datos de orquídeas de la zona, del MEXU y AMO, principalmente.

RESULTADOS

Se elaboró un inventario florístico encontrándose 141 especies de flora epífita vascular, 62 géneros y 22 familias. Los ejemplares corresponden a fragmentos de vegetación que va desde el bosque de *Quercus* en las faldas del cerro, pasando por un bosque de coníferas hasta llegar a la cima del mismo con un Bosque Mesófilo de Montaña. Este inventario fue dividido en tres grupos: Dicotiledóneas, Monocotiledóneas y Pteridofitas. El mayor número de

especies registradas estuvo entre las Monocotiledóneas, las cuales representan el 40.3%, con 22 géneros, este grupo fue el más representativo debido a que las familias con mayor abundancia fueron las orquídeas, seguido por la bromelias con 13 especies; el segundo grupo corresponde a las Pteridofitas en donde se engloban también las plantas afines a helechos; este grupo representa el 35.5 % contando con 22 géneros de los cuales la familia Polypodiaceae está representada por 12 especies y Pteridaceae con 9 especies; por último el que menor representatividad tuvo, fue el grupo de las Dicotiledóneas con un del 12%.

Las familias epífitas mejores representadas son: Orchidaceae con 47 especies; Bromeliaceae con 13 especies; Polypodiaceae con 12 especies; Piperaceae con 8 especies; Pteridaceae con 7 especies. Los géneros con mayor número de especies son *Tillandsia* y *Epidendrum* con 9.22 % y *Peperomia* con 5.67%.

El cerro Mozotal se dividió en tres tipos de vegetación de los 1,346 a los 1,880 msnm encontramos 12 familias con 48 especies lo cual representa el 35.56% bosque de *Quercus*, de los 1,880 a 2,300 msnm el bosque de coníferas con 9 familias y 24 especies, lo que representa 17.78%, el bosque mesófilo de montaña de los 2,300 a los 3,058 msnm se recolectaron 17 familias con 72 especies lo que corresponde al 51 %. 102 especies son epífitas obligadas 72.3%.

	DISTRIBUCION	CATEGORIA	TIPO DE VEGETACION
BROMELIACEAE			
<i>Tillandsia lampropoda</i> L.B. Smith	No endémica	Amenazada	Bosque Mesófilo de Montaña
<i>Tillandsia ponderosa</i> L.B. Smith	No endémica	Amenazada	Bosque Mesófilo de Montaña
ORCHIDACEAE			
<i>Coelia macrostachya</i> Lindley	No endémica	Amenazada	Bosque de <i>Quercus</i>
<i>Rhyncho스테le cordata</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar	No endémica	Amenazada	Bosque de <i>Quercus</i>
<i>Rhyncho스테le majalis</i> (Rchb. F.) Soto Arenas & Salazar	No endémica	En Peligro	Bosque Coníferas
<i>Rhyncho스테le pygmaea</i> (Lindl.) Rchb.f	No endémica	Protección especial	Bosque Coníferas

CUADRO 1

Especies en riesgo dentro de la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010.

LISTADO FLORÍSTICO

Las especies que a continuación se mencionan se encuentran depositadas en las colecciones del Herbario CHIP y el herbario nacional MEXU, se enlistan los nombres científicos y en letras negritas se presentan los nombres de los colectores y su respectivo número de colecta: Eizi Matuda (**MATUDA**), K. Nakamura (**NAKAMURA**), E. Palacios E. (**E.P.E.**), M. A. Soto (**M.A. Soto**), **P. J. Stafford (Stafford)**, T.G. Cabrera Cachón (**TG. Cabrera**), Oscar Farrera Sarmiento (**OFS**), Francisco Hernández Najarro (**FHN**), Juan Manuel Jonapá Solís (**JMJS**) y Carlos R. Beutelspacher **CRB**.

AFINES A HELECHOS

LYCOPODIACEAE

- Huperzia* aff. *myrsinites* (Lam.) Trevis., **FHN 2863**
Huperzia cuernavacensis (Underw. & F.E. Lloyd) Holub, **FHN 2680**
Huperzia hippuridea (Christ) Holub, **FHN 2804**
Huperzia pringlei (Underw. & F.E. Lloyd) Holub, **E.P.E. 592, FHN 2800**
Huperzia skutchii Maxon, **OFS 1976**

PTERIDOPHYTA

ASPLENIACEAE

- Asplenium breedlovei* A.R. Sm., **JMJS 133, FHN 2647**
Asplenium delitescens (Maxon) L.D. Gómez, **FHN 2726**
Asplenium fragrans Sw., **FHN 2827a**
Asplenium monanthes L., **FHN 2674, 2642, 2674, 2788**
Asplenium praemorsum Sw., **FHN 2856**

DENNSTAEDTIACEAE

- Pteridium aquilinum* var. *feei* (W. Schaffn. ex Fée) Maxon, **FHN 2731**

DRYOPTERIDACEAE

- Arachniodes denticulata* (Sw.) Ching, **FHN 2669, 2701**
Cystopteris fragilis (L.) Bernh., **FHN 2970**
Dryopteris cinnamomea (Cav.) C. Chr. **FHN 2723**
Elaphoglossum acutissimum Christ, **FHN 2650, 2651**
Elaphoglossum glaucum T. Moore, **FHN 2661, 2789**
Elaphoglossum obscurum (E. Fourn.) C. Chr., **FHN 2646**
Elaphoglossum paleaceum (Hook. & Grev.) Sledge, **FHN 2794**
Elaphoglossum muscosum (Sw.) T. Moore, **FHN 2660**
Polystichum distans E. Fourn., **FHN 2970**
Polystichum erythrorum A.R. Sm., **FHN 2633**

GRAMMITIDACEAE

- Lellingeria prionodes* (Mickel & Beitel) A.R. Sm. & R.C. Moran, **FHN 2634, 2661**
Melpomene xiphopteroides (Liebm.) A.R. Sm. & R.C. Moran, **FHN 2702**
Terpsichore cultrata (Willd.) A.R. Sm., **FHN 2716**

HYMENOPHYLLACEAE

- Hymenophyllum fendlerianum* J.W. Sturm **FHN 2690**
Hymenophyllum polyanthos C. Presl., **FHN 2629**

Hymenophyllum tunbridgense (L.) Sm., FHN 2717
Trichomanes radicans Sw., E.P.E. 528, FHN 2718

POLYPODIACEAE

Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fée, FHN 2792
Campyloneurum aff. *amphostenon* (Kunze ex Klotzsch) Fée, FHN 2716
Pecluma alfredii var. *occidentalis* A.R. Sm., FHN 2803
Phlebodium areolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Sm., FHN 2705
Pleopeltis angusta var. *stenoloma* (Fée) Farw., FHN 2648
Pleopeltis mexicana (Fée) Mickel & Beitel, FHN 2812
Polypodium aff. *plesiosorum* Kunze, FHN 2713
Polypodium furfuraceum Schltdl. & Cham., FHN 2671
Polypodium lindenianum Kunze, FHN 2945
Polypodium loriceum L., FHN 2787
Polypodium munchii Christ, FHN 2820
Polypodium remotum Desv., FHN 2630

PTERIDACEAE

Cheilanthes aff. *spiculata* Mickel, FHN 2694
Cheilanthes angustifolia Kunth, FHN 2636
Cheilanthes bonariensis (Willd.) Proctor, FHN 2829
Cheilanthes complanata A.R. Sm., FHN 2810
Cheilanthes farinosa (Forssk.) Kaulf., FHN 2778
Cheilanthes spiculata Mickel, FHN 2809
Pellaea sagittata (Cav.) Link, FHN 2824
Pteris orizabae M. Martens & Galeotti, FHN 2672
Vittaria lineata (L.) Sm., FHN 2636, 2698

ANGIOSPERMAS

DICOTILEDONEAS

ARALIACEAE

Oreopanax arcanus A.C. Sm., JMJS2, 26, FHN 2663

ASTERACEAE

Neomirandea araliifolia (Less.) R.M. King & H. Rob., JMJS 170
Salmea scandens (L.) DC., JMJS 64

BEGONIACEAE

Begonia faustinoi Burt-Utley & Utley, JMJS 77

CACTACEAE

Heliocereus cinnabarinus (Eichlam ex Weing.) Britton & Rose, JMJS 224, FHN 2646
Disocactus speciosus subsp. *aurantiacus* (Kimmach) Ralf Bauer, FHN 2729
Disocactus speciosus subsp. *cinnabarinus* (Eichlam ex Weing.) Ralf Bauer, FHN 2640

CLUSIACEAE

Clusia flava Jacq., JMJS 295

CRASSULACEAE

Sedum bourgaei Hemsl., JMJS 27, FHN 2785

ERICACEAE

Cavendishia crassifolia (Benth.) Hemsl., FHN 2721

GESNERIACEAE

Columnea aff. *purpusii* Standl., JMJS 73, 232

PIPERACEAE

Peperomia aggravescens Trel., JMJS 42, 186, 248

Peperomia alata Ruiz & Pav., JMJS 19, 178

Peperomia collocata Trel., P.J. Stafford 297, JMJS 238, 296

Peperomia galioides Kunth, P.J. Stafford 293, JMJS 74, 148

Peperomia granulosa Trel. JMJS 67

Peperomia hoffmannii C. DC., JMJS 72

Peperomia humilis A. Dietr., JMJS 61

Peperomia peltata (L.) A. Dietr., JMJS 112

SOLANACEAE

Juanulloa mexicana (Schltdl.) Miers, JMJS 90

Schultesianthus uniflorus (Lundell) S. Knapp., FHN 2724

Solandra grandiflora Sw., FHN 2995, OFS 4098

MONOCOTILEDONEAS**ARACEAE**

Anthurium chamulense Matuda, FHN 2728

Anthurium sp. JMJS 52

Anthurium lucens Standl., FHN 2697

Anthurium nokamurae Matuda, Matuda 18668

Anthurium scandens (Aubl.) Engl. FHN 2888

Anthurium xanthosomifolium Matuda, Matuda 18644

Monstera siltepecana Matuda, Matuda 18792, JMJS 293

BROMELIACEAE

Tillandsia eizii L.B. Sm., JMJS 310

Tillandsia filifolia Schltdl. & Cham., JMJS 180, FHN 2739

Tillandsia guatemalensis L.B. Sm., Matuda 5502, JMJS 29

Tillandsia lampropoda L.B. Sm., FHN 2848

Tillandsia lautneri Ehlers, JMJS 17, FHN 2655

Tillandsia matudae L.B. Sm., FHN 2641

Tillandsia polystachia (L.) L., JMJS 4

Tillandsia ponderosa L.B. Sm., Matuda 5421, JMJS 55, 56, OFS 1874

Tillandsia punctulata Schltdl. & Cham., JMJS 280

Tillandsia recurvata (L.) L. JMJS 175

Tillandsia schideana Steudel Matuda 5535

Tillandsia seleriana Mez Matuda 4376

Tillandsia usneoides (L.) L. Matuda 4604, JMJS 183

Tillandsia violaceae Baker, Nakamura 2. R. Grant JMJS 1012

Werauhia werckleana (Mez) J.R. Grant, 31, FHN 2695

ASPARRAGACEAE

Maianthemum amoenum (H.L. Wendl.) La Frankie, JMJS 8, 124

ORCHIDACEAE

- Arpophyllum alpinum* Lindl., **JMJS 169**
Arpophyllum giganteum Hartw. ex Lindl., **JMJS 68**
Brassavola cucullata (L.) R. Br., **JMJS 196**
Coelia macrostachya Lindl., **JMJS 229**
Dichaea glauca (Sw.) Lindl., **JMJS 115**
Dichaea squarrosa Lindl., **JMJS 75, 240, FHN 3252**
Domingoa purpurea (Lindl.) Van den Berg & Soto Arenas, **JMJS 94, 185, 211, 216**
Elleanthus cynarocephalus (Rchb. f.) Rchb. f., **JMJS 249**
Encyclia selligera (Bateman ex Lindl.) Schltr., **JMJS 188**
Epidendrum chlorocorymbos Schltr., **JMJS 257**
Epidendrum ciliare L., **JMJS 181, 189**
Epidendrum dixorum Hágsater **M.A. Soto 5955**
Epidendrum laucheanum Rolfe ex Bonhof **JMJS 251**
Epidendrum microcharis Rchb.f., **CRB (AMO, MEXU)**
Epidendrum mixtum Schltr., **JMJS 253**
Epidendrum nelsonii Hágsater, **CRB (AMO, MEXU)**
Epidendrum parkinsonianum Hook, **JMJS 230**
Epidendrum polyanthum Lindl., **JMJS 79**
Epidendrum pseudoramosum Schltr., **CRB (AMO, MEXU)**
Epidendrum aff. *polycromum* Hágsater, **JMJS 127**
Epidendrum ramosum Jacq., **JMJS 250, 258**
Epidendrum repens Cogn., **CRB (AMO, MEXU)**
Isochilus chiriquensis Schlechter, **JMJS 228**
Lepanthes acuminata Schltr., **JMJS 49**
Lepanthes almolongae Luer, **JMJS 134CRB (AMO, MEXU)**
Lepanthes oreocharis Schltr., **CRB (AMO, MEXU)**
Lepanthes williamsii Salazar & Soto Arenas, **JMJS 135**
Maxillaria cucullata Lindl., **TG. Cabrera 99, JMJS 86**
Maxillaria hagsateriana Soto Arenas, **TG. Cabrera 98, JMJS 241, JMJS 247**
Nemaconia sp. **JMJS 225**
Nemaconia striata (Lindl.) van der Berg. Salazar & Soto Arenas, **JMJS 226**
Oncidium sp., **JMJS 231**
Oncidium laeve (Lindl.) Beer, **CRB (AMO, MEXU)**
Pachyphyllum mexicanum Dressler & Hágsater, **CRB (2008)**
Pleurothallis matudana Schweinf. **JMJS 227**
Prosthechea sp., **JMJS 37**
Prosthechea ochracea (Lindl.) W.E. Higgins, **TG. Cabrera 102, JMJS 188**
Prosthechea varicosa (Lindl.) W.E. Higgins, **JMJS 101**
Rhynchostele cordata (Lindl.) Soto Arenas & Salazar, **OFS 197, JMJS 97**
Rhynchostele majalis (Rchb.f.) Soto Arenas & Salazar, **CRB (AMO, MEXU)**
Rhynchostele pygmaea (Lindl.) Rchb.f., **CRB (AMO, MEXU)**
Rhynchostele stellata (Lindl.) Soto Arenas & Salazar **JMJS 60, 111, 161**
Scaphyglottis lindeniana (A. Rich. & Galeotti) L.O. Williams, **CRB (AMO, MEXU)**
Stelis emarginata (Lindl.) Soto Arenas & Solano, **JMJS 69**
Stelis hymenantha Schltr., **JMJS 253**
Stelis purpurascens A. Rich & Galeotti, **JMJS 255**
Trichosalpinx ciliaris (Lindl.) Luer, **JMJS 256**

DISCUSIÓN

En el método empleado en este trabajo se realizaron caminatas al azar, si bien este tipo de método no puede ser objeto de grandes discusiones debido a que el éxito del mismo depende en gran parte del esfuerzo realizado por el investigador. Las caminatas fueron hechas dividiendo el Cerro en cuatro regiones colectando todo espécimen que se encontrara en floración o fructificación, si bien las caminatas fueron realizadas de manera constante y recorriendo grandes distancias es posible encontrar nuevos taxones en futuros trabajos que sean realizados en el área ya que según Campbell (1989) nunca una región es inventariada completamente. Otros factores que influyen para completar un inventario en su totalidad comprenden aquellos en los que el factor humano recursos económicos, el acceso a zonas con pendientes pronunciadas dificulta el llegar a zonas como cañadas la colecta de las plantas epífitas que se encuentran a distancias considerables del suelo habitando las copas de los árboles más altos.

La cifra de especies colectadas es considerable si se compara que el 10% del total de la flora es epífita según Johanson (1974) y Benzin, (1990), con lo cual tendríamos en el cerro Mozotal un total de 1,410 especies aproximadamente. Entonces podemos deducir que en esta área de estudio se encuentra 17 % del total de la flora de Chiapas según Breedlove, 1981 mismo que registra para el estado 8,248 especies. Se colectaron seis especies catalogadas según la NOM-059-ECOL-2010 como amenazadas lo que equivalen al 2.6 % de la flora amenazada de Chiapas Semarnat, 2010, Farrera (2008).

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE-LEON, E. 1992. Vascular epiphytes of México: A preliminary inventory. *Selbyana* 13:72-76.
- BEAMAN, J.H. 1965. The present status and operational aspects of university herbaria. *Taxon* 14:127-133.
- BENZING, D.H., 1987. *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 690 p.
- BENZING, D.H., 1990. Vascular epiphytes: a survey with special reference to their interactions with other organisms. Sutton, S.L., T.C. Whitmore, and A.C. Chadwick, editors. *Tropical rain forest: ecology and management*. 1984. Blackwell Scient. Pub. Oxford, UK. 11- 24 p.
- BEUTELSPACHER B., C.R., 1999. *Bromeliáceas como ecosistemas, con especial referencia a Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb. Editorial Plaza & Valdés. 123 p.

CONCLUSIONES

Se registraron 141 especies de epífitas vasculares agrupadas en 62 géneros y 22 familias, lo que representa 11.17% del total de epífitas a nivel nacional. Las epífitas verdaderas fueron predominantes en la región lo cual se representa con 102 especies, seguido de las epífitas facultativas con 37 especies y la hemiepífitas secundarias con 4 especies.

Los géneros mejor representados en los tres estratos arbóreos del Cerro Mozotal fueron *Tillandsia*, *Epidendrum* y *Peperomia*, las cuales pertenecen a las familias BROMELIACEAE, ORCHIDACEAE Y PIPERACEAE respectivamente. *Tillandsia* fue el género mejor representado dentro de familia Bromeliaceae la segunda familia más abundante en el muestreo. La familia Orchidaceae es la más diversa, representada por 20 géneros, 47 especies, lo cual corresponde 33.3% del total de las muestras en el presente estudio. Y 6.17% del total nacional según Wolf, (1997). Se recolectaron seis especies catalogadas según la NOM-059-ECOL-2010. El BMM fue tipo de vegetación que más representatividad de flora epífita presentó, con un total de 17 familias, 72 especies lo que indica el 51% del total de las colectas realizadas en el área de estudio. El estudio de las epífitas es sumamente importante por ser captadoras de agua y microhábitat de diversos organismos muchos de ellas considerados endémicos y especies en riesgo de extinción.

- BEUTELSPACHER B., C.R. Y O. FARRERA S., 2007.** Tradición vs. Conservación: la topada de la flor. *Lacandonia, rev. Ciencias, UNICACH 1(1): 109-115.*
- BEUTELSPACHER B., C.R., 2008.** Catálogo de las orquídeas de Chiapas. *Lacandonia, rev. Ciencias, UNICACH 2 (2): 23-122.*
- BEUTELSPACHER B., C.R., 2011.** *Guía de Orquídeas de Chiapas.* UNICACH y COCYTECH, 182 p.
- BREEDLOVE, D.E. 1981.** *Introduction to the flora of Chiapas. Part 1.* California Academy of Sciences. 35 p.
- BREEDLOVE, D.E., 1986.** *Flora de Chiapas, listados florísticos de México. IV.* Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 246 p.
- CABRERA C., T. 1999.** *Orquídeas de Chiapas.* CONECULTA- Gobierno del Estado. Chiapas, México. 194 p.
- CASTILLO, A. Y V.M. TOLEDO, 2000.** Applying ecology in the tirad world: the case of México. *BioScience 50: 66-76.*
- CHALLENGER A., 1998.** *Utilización de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro.* UNAM, Instituto de Biología. México. 847 p.
- CONZATTI C., 1947.** *Flora Taxonómica Mexicana (Plantas Vasculares) II.* Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, D.F. 200 p.
- COXSON D.S. & N. NADKARNI, 1995.** *Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems.* Forest Canopies. Edit. British Columbia, Canada. 60 p.
- CAMPBELL D.G., 1989.** The importance of Floristic inventory in the tropics. In CAMPBELL D. G. & H. DAVID HAMMOND, 1989. *Floristic inventory of tropical countries.* Editors. The New York Botanical Garden. 6-15 p. <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>
- DEJEAN, A., I. OLMSTEAD & R. SNELLING, 1995.** Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Biotropica 27: 57-70.*
- DICKSON, K.J.M., A.F. MARK & B. DARWINS, 1993.** Ecology of lianoid / epiphytic communities in coastal podocarp rain forest, haast Ecological District, New Zealand. *Journal of Biogeography, 20: 687 – 706.*
- FARRERA S., O. Y N.F. HERNÁNDEZ, 2005.** Herbario. In. Morales P.J. E; Hernández G. ER; Vidal L. R. *Colecciones científicas del Instituto de Historia Natural y Ecología.* Gob. Edo. Chiapas. P.20. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Mex.
- FARRERA S., O., 2008.** *Las plantas vasculares de Chiapas protegidas por la ley.* In Seminario Interno de Investigación. Instituto de Historia Natural y Ecología. Gob. Edo. Chiapas. P.11. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Mex.
- FLORES-VILLELA D. Y M. GEREZ, 1989.** *Patrimonio vivo de México: un diagnostico de la diversidad biológica.* Conservation internacional e Instituto Nacional de Recursos Bióticos, A. C. México, D.F. 51 p.
- GALICIA MIRANDA, V., 1992.** *Listado florístico del estado de México y regiones circundantes (de los estados de Hidalgo, Querétaro y Distrito Federal) basado en las colecciones de EiziMatuda.* Tesis facultad de ciencias, UNAM, México, D.F. 207 p.
- GALLEGOS. R., R.E., 2009.** *Inventario Florístico de la cañada La Chacona y parte occidente del Parque Nacional Cañon del Sumidero.* Tesis de licenciatura. UNICACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 3-31 p.

- GATES, J.E. & L.W. GYSEL, 1978. Avian nest dispersion and fielding succes in field forest ecotones. *Ecology* 59:871 – 883.
- GENTRY, A.H., 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between central and south America, Pleistocene climatic fluctuacions, or an accident of the Andean orogeny *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69: 557 – 593.
- GENTRY, A.H. & C.H. DODSON 1988. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19: 149-156.
- GENTRY, A.H. & C.H. DODSON, 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 74:205-233.
- GOLDMAN, E.A., 1951. Biological investigations in México. *Smithsonian Misc. collect* 115: 1 – 476.
- GONZÁLEZ, X., C. SOUTO Y M.J. REIGOSA, 1992. Efectos alelopáticos producidos por la especie *Pinus radiata* D. Don durante el proceso de descomposición en cuatro suelos naturales en Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 3:93-100.
- HARTMANN W., 1992. *Orquídeas de Chiapas*. Talleres gráficos del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- HIETZ P. & U. HIETZ-SEIFERT, 1994. *Epiphytes of Veracruz an illustrated guide for the regions of Xalapa and los Tuxtlas, Veracruz, Xalapa, Veracruz, México* 1-9.
- INGRAM S.W. & M.D. LOWMAN, 1995. *The collection and preservation of plant material from the tropical forest canopy*. San Diego, California, U.S.A. 5-15 p.
- ISIDRO V.M. A., O. FARRERA S. Y N.F. HERNÁNDEZ, 2006. *¿Cómo conservar nuestras tradiciones y recursos florísticos? El caso de la festividad del niño florero en el Centro de Chiapas*. Publicación especial del Instituto de Historia Natural Y Ecología. Gob. Edo. Chiapas. P.20. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Mex.
- JOHANSSON, D., 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest, *Acta Phytogeografica Suec.*59: 1 – 129.
- LÓPEZ C.A., 2009. *Inventario florístico y estructura de la vegetación en fragmentos de bosque del municipio de Acacoyagua*, Tesis de licenciatura. UNICACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 21 pp.
- LOT, A. & F. CHIANG. 1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México. 11-33 p.
- MARTÍNEZ M., N., 2003. *Composición y distribución vertical de epífitas vasculares en un Bosque Mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Polígono III, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura. UNICACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1-12 p.
- MARTÍNEZ-MELÉNDEZ, N., M.A. PÉREZ-FARRERA Y R. MARTÍNEZ-CAMILO. 2009. The vascular epiphyte flora of El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, México. *Rhodora* 111: 503-535.
- MARTÍNEZ-MELÉNDEZ, N., R. MARTÍNEZ.CAMILO, M.A. PÉREZ-FARRERA Y J. MARTÍNEZ MELÉNDEZ, 2011. *Las epífitas de la Reserva El Triunfo, Chiapas. Guía ilustrada de las especies más notables*. UNICACH, COCYTECH y Fondo de Conservación El Triunfo, 208 pp.
- MADISON, M., 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana*, 2:1– 13.

- MARCH-MIFSUT, I.J. Y A. FLAMENCO S., 1996.** *Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970–1993)*. El colegio de la Frontera Sur, SCLC, Chiapas, México. (reporte interno).
- MERRILL, E.D., 1948.** *On the control of destructive insects in herbarium*. J. Arnold Arb. McMillan, New York. 29 p.
- MC VAUGH, R., 1969.** Introduction to Bentham's plantae Hartwegianae. In: *G. Bentham, plantae Hartwegianae*. Verlag von J. Cramer, lehre. 1–102 p.
- MIRANDA, F., 1952.** La botánica de México en el último cuarto de siglo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 22:1961, 85-116.
- MIRANDA, F., 1998.** *La vegetación de Chiapas*. Ediciones del gobierno del estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- MONTANA, C., & R. DIRZO, 1989.** Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid system. *Biotropica* 29: 517-521 p.
- NADKARNI, N.M., M., C. MENWIN & J. NIEDER, 2001.** Forest canopies, plant Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity* 3: 60-79.
- NORTON, B.G., 1986.** *The preservation of species. The value of Biological Diversity*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, U.S.A. 297 p.
- PENNINGTON, T.D. y J. SARUKHÁN K., 1968.** *Manual para la identificación de los principales árboles Tropicales de México*. INIF, FAO, México. 5-12.p.
- PORTER, C.L., 1967.** *Taxonomy of Flowering plants*. 2ª Ed. W.H. Freeman, San Francisco. 332 p.
- RAO N.A., 1977.** *Tissue cultura in the orchids industry plant cell, tissue and organ culture*. New York. 45-68 p.
- REYES G., A. y M. SOUSA S., 1997.** *Listados florísticos de México. XVII Depresión Central de Chiapas, La Selva Baja Caducifolia*. Instituto de Biología de la UNAM, 1ª edición. México, pp. 7-9.
- RICKETT, H.W., 1947.** The Royal Botanical Expeditions to new Spain. *Chron. Bot* 11 (1): 1 – 86.
- ROVIROSA, J.N., 1889.** Vida y obras del naturalista belga Augusto B. Ghiesbreght, explorador de México. *Naturaleza (México city)* 2 (1): 211 -217.
- RUBLUO, A., V.M. CHÁVEZ, & A. MARTÍNEZ, 1989.** In vitro seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana* 4: 68-73.
- RUBLUO, A., 1992.** In vitro morphogenetic responses of the endangered cactus *Aztekium ritteri* (Boedeker). *Cact. Succ. J. (US)* 64 (3): 116-119.
- RZEDOWSKI, J., 1966.** Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta científica Potosina* 5:5-291.
- RZEDOWSKI, J., 1978.** *Vegetación de México*. D.F. Limusa, México. 432 p.
- RZEDOWSKI, J., 1993.** *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Mexico. Instituto de Biología, UNAM. 129-148 p.

- RZEDOWSKI, J., 1996.** Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México. *Acta botánica Mexicana* 35: 25 – 44.
- SEMARNAT, 2010.** NOM-059-SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre 2010.
- SOTO, M.A., Y E. HÁGSATER, 1996.** *Algunas ideas acerca de la conservación de las orquídeas mexicanas y un listado preliminar de los taxa amenazados.* Herbario de la asociación mexicana de la orquideología. México, D.F. 155,156 y 162 p.
- SOUSA S., M., 1969.** *Las colecciones botánicas de C.A. Purpus en México.* Univ. Calif. Publ. Bot. 51: 1-36.
- TURNER, I. M., H.T. W. TAL, Y.C. WEE, A.B. IBRAHIM, P.T. CHEW & R.T. CORLETT, 1994.** A study of plant species extinction in Singapore: Lesson for the conservation of tropical Biodiversity. *Conservation Biology*, 8: 705 – 712.
- WINKLER, S. 1986.** Diferenzierung der Ursachen innerhalb der bromeliaceen. *Beitr. Bid. Pflanzen* 61:283-314.
- WOLF J., H.D., 1997.** Distribución y riqueza de epífitas de Chiapas
- <http://www.conabio.gob.mx/proyectos/datos.cgi?Letras=H&Numero=297>
- <http://www.motozintla.chiapas.gob.mx/moto.html>
- <http://www.elsoldechiapas.com.mx>
- <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>

APÉNDICE



LYCOPODIACEAE
Huperzia hippuridea (Christ) Holub



LYCOPODIACEAE
Huperzia cuernavacensis (Underw. & F.E. Lloyd) Holub



BROMELIACEAE
Werauhia werckleana (Mez)



BROMELIACEAE
Tillandsia ponderosa L.B.Sm.





HYMENOPHYLLACEAE
Hymenophyllum fendlerianum J.W. Sturm



LOMARIOPSIDACEAE
Elaphoglossum sumglaucum T. Moore



CACTACEAE
Heliocereus cinnabarinus (Eichlam ex Weing.) Britton & Rose



CACTACEAE
Disocactus speciosus subsp. *aurantiacus* (Kimmach) Ralf Bauer



BROMELIACEAE
Tillandsia lautneri Ehlers



ERICACEAE
Cavendishia crassifolia (Benth.) Hemsl.



SOLANACEAE
Schultesianthus uniflorus (Lundell) S. Knapp



ORCHIDACEAE
Lepanthes oreocharis Schltr.



ORCHIDACEAE
Arpophyllum alpinum Lindl.

Plantas de uso frecuente en la alimentación y salud en dos localidades de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

**Adriana Caballero Roque¹, Laura Hernández Hernández¹, Patricia Meza Gordillo¹,
Avelino Gómez Talaguari¹, Carolina Orantes García², Daisy Escobar Castillejos³**

¹ Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, UNICACH, Libr. Nte. Pte 1150. Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

² Facultad de Ciencias Biológicas. UNICACH.

³ Facultad de Ingeniería. UNACH, adriana.caballero@unicach.mx

RESUMEN

Las poblaciones generalmente aprovechan la vegetación que hay en cada región y utilizan las plantas para diversos usos, elaboración de alimentos o como remedios para el cuidado de la salud. La identificación del conocimiento nutricional y medicinal que poseen las personas sobre las plantas, permite un mejor aprovechamiento y conservación de las especies vegetales en cada localidad.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a pobladores de la etnia Zoque de las localidades, Copoya y El Jobo, del municipio de Tuxtla Gutiérrez. Se identificaron un total de 23 especies de plantas, con función alimentaria o medicinal. Se encontraron diferencias en el uso de las plantas en las dos localidades.

Palabras clave: Plantas comestibles, Alimentación, Medicina natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

ABSTRACT

Populations usually exploit the vegetation in each region and use the plants for various uses, such as food processing or remedies for health care. The identification of nutritional and medicinal knowledge that people have about plants, makes better use, and conservation of plant species in each locality. Semi-structured interviews were conducted with residents of the Zoque ethnic localities, Copoya and El Jobo, municipality of Tuxtla Gutierrez. We identified a total of 23 species of plants, food or medicinal function. There were differences in the use of plants in the two localities.

Key words: Edible plants, Food, Natural medicine, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Desde épocas muy antiguas, se tienen datos de que el hombre descubrió, aprendió y transmitió el conocimiento del uso de las plantas que lo rodeaban, para satisfacer sus diversas actividades entre las que destacan las de alimentación y salud (Toledo 1988; Bye, 1998). De acuerdo a Alacom (2001) siempre ha existido una mutua dependencia entre las plantas y los humanos, las sociedades, etnias y culturas mantienen una relación estrecha con su flora en todos los ámbitos durante su vida.

En la actualidad se ha observado que el deterioro de la salud es cada vez mayor en la población, también se conoce que la alimentación es determinante para la prevención de enfermedades y tener una mejor calidad de vida, un individuo que lleve hábitos apropiados en lo

que respecta a una alimentación nutritiva lo más probable es que goce de buena salud (Ruiz, 2010).

Para fines de este trabajo se presentan las características de las plantas que se utilizan para alimentación y las que son usadas para el cuidado de la salud o con función medicinal

Las plantas alimenticias esenciales o primarias suelen ser herbáceas, que producen órganos que van más allá de su floración, por varias temporadas, como por ejemplo rizomas o tubérculos, que poseen sustancias de reserva, la parte más utilizado de estas plantas es la semilla, por lo que se clasifican en dos grupos de angiospermas: leguminosas y gramíneas.

El primero de los dos grupos de plantas alimenticias para la nutrición son las leguminosas, que son plantas que

poseen una gran capacidad de captación de nitrógeno y producen semillas con grandes cantidades de elementos proteicos.

Existen leguminosas características de cada región, y casi siempre son de importancia en la dieta local. Los frijoles, habas, cacahuates, soja, lentejas, porotos alubias, chícharos, garbanzos, etc. Son muy usadas en lugares que no tienen acceso a grandes cantidades de carnes, tanto rojas como blancas, o a productos lácteos, y sirven para sustituir la falta de proteínas. También se presentan en las dietas para suplantar la carne, pero esto tampoco es recomendable, porque la carne contiene nutrientes que pueden no estar sintetizadas en las plantas (Caruci, 2005; Chizmar, 2009).

La familia de las gramíneas, comprende a un grupo muy variado de plantas, las principales especies cultivadas son el arroz, trigo y maíz, entre otras. Estas plantas alimenticias producen una semilla rica en carbohidratos, aceites y proteínas, y esto proporciona calorías al organismo consumidor. El alimento típico que se fabrica con estas plantas, es el pan, éste puede ser de trigo, maíz, centeno, cebada, mijo, arroz, u otros, que en los diferentes lugares son aprovechados para una gran variedad de recetas. Son importantes también los tallos y los tubérculos subterráneos, que ricos en almidón, son elementos básicos en la dieta de los pueblos: yuca, papa, batata, camote.

Las plantas alimenticias complementarias para la nutrición comprenden un número considerable de especies usadas como alimento estacional, incluyen a las verduras y hortalizas, que contribuyen sustancialmente a la alimentación (Caruci, 2005, Barrie, 2007).

Por otro lado las plantas que son utilizadas para el cuidado de la salud, son llamadas frecuentemente plantas medicinales ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial, sobre el organismo vivo. Su utilidad primordial es servir como droga o medicamento que alivie la enfermedad o restablezca la salud perdida, que tienda a disminuir o neutralizar la enfermedad. Las hierbas medicinales tienen un enorme valor preventivo, por eso deberían emplearse habitualmente como parte del estilo de vida, sin pensar en ellos como medicina (Muñoz, 1987; Bruneton, 2001).

Las formas más comunes del uso medicinal tanto de uso externo como interno son las cápsulas, compresas, cremas, elixir, decocción, infusión, jarabe, pomada, cataplasma, tintura, y ungüento.

Tanto las plantas con función nutricional o medicinal son vegetales que elaboran sus propios principios activos, estas sustancias se encuentran en las distintas partes u órganos de las plantas y alteran o modifican el

funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano y animal, además que le dan características especiales a cada planta, cada uno de los órganos tiene una función específica, la raíz actúa como bomba que absorbe los nutrimentos del suelo, el tallo los lleva junto con la savia a las hojas que son el laboratorio de la planta, pues ahí se realiza la mayor parte de los procesos de metabolismo donde se sintetizan compuestos de diferentes clases (Olaya y Méndez, 2003; Fonnegra, 2007).

Según Linares (1996) el intercambio cultural que se lleva a cabo en la actualidad enriquece el conocimiento y trae como consecuencia el empleo de una gran variedad de plantas de diferentes regiones que permiten enriquecer tanto la cocina como la herbolaria mexicanas.

El objetivo de esta investigación es identificar a las plantas con función nutricional y medicinal que utiliza la población zoque que habita en las localidades de Copoya y El Jobo, municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para conocer el aprovechamiento y promover la conservación de estos recursos vegetales.

METODOLOGÍA

Área de estudio

En la presente investigación se estudiaron dos poblaciones:

Copoya

Localizada en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México y se encuentra entre las coordenadas 93°07'10"O, Oeste y 16°42'50" Norte, a una altura de 860 metros sobre el nivel del mar, a 4 km de distancia de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

La población total de Copoya es de 6,655 habitantes, de los cuales 3,264 son hombres y 3,391 mujeres (INEGI, 2011).

El Jobo

El Jobo se localiza en el Municipio Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México y se encuentra entre las coordenadas 93°06'24"Oeste, y 16°42'11" Norte, a una altura de 880 metros sobre el nivel del mar, a 5 km de distancia de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

La población total de El Jobo es de 3,921 personas, de cuales 1,968 son hombres y 1,953 mujeres (INEGI, 2011).

Obtención de la información

El presente estudio fue realizado durante los meses de julio y agosto 2011.

En las localidades aludidas viven pobladores de la etnia zoque de Chiapas, quienes conservan el conocimiento tradicional sobre el uso de plantas.

Para la recolección de datos se utilizó metodología etnobotánica (Alexiades, 1996, Cotton, 1998). Se realizaron entrevistas semi estructuradas a hombres y mujeres entre 18 y 65 años de edad. Se seleccionaron a los participantes al azar. Se dividió cada localidad en 4 cuadrantes y se eligieron a 20 personas por cuadrante. Se entrevistaron a 80 personas de la localidad de Copoya y 80 de El Jobo, haciendo un total de 160 participantes para las dos localidades. El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestra la identificación de un total de 18 familias y 23 especies de plantas de uso alimentario y medicinal de las cuales el 82% (n=19) son de uso exclusivo para alimentación, el 95% (n=22) de uso medicinal y el 78% (n=18) comparten las dos funciones tanto alimentario como medicinal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Uso alimenticio	Uso medicinal
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	Introducida	*	*
	<i>Annona reticulata</i>	Anona	Nativa		*
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i>	Chincuya	Nativa		*
	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Introducida	*	*
	<i>Annona diversifolia</i>	Papausa	Nativa	*	*
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro	Introducida	*	*
	<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	Nativa		*
Cactaceae	<i>Nopalea karwinskiana</i>	Nopal	Nativa	*	*
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Nativa	*	*
Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	Nativa	*	*
Eleocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Nativa	*	*
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Nativa	*	*
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	Nativa	*	*
	<i>Mentha viridis</i>	Hierbabuena	Introducida	*	*
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Nativa	*	*
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Nativa	*	*
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	Introducida	*	*
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Nativa	*	*
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierbasanta	Nativa	*	*
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	Nativa	*	
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	Introducida		*
Rutaceae	<i>Citrus limonia</i>	Limón	Introducida	*	*
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Yerbamora	Nativa	*	*
Total	18	23			

CUADRO 1 Tipos de plantas y uso más común.

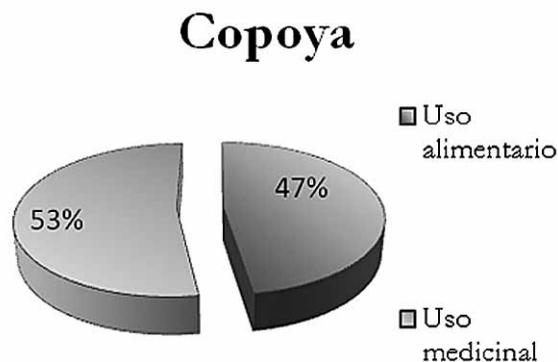


FIGURA 1 Plantas según uso en Copoya.

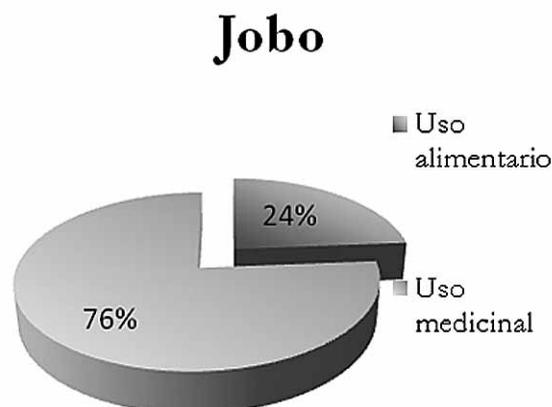


FIGURA 2 Plantas según uso en El Jobo.

Usos	Nombres comunes
1. Dolor de estómago, diarrea y cólicos, estreñimiento, inflamación	Albahaca, Anona, Guanábana, Hinojo, Noni, Papaya, Plátano, Verdolaga, Papausa
2. Cicatrizantes	Nanche , Chipilín
3. Dolor de muela	Mango, Guayaba, Yerbamora
4. Desparasitar	Epazote, Hierbasanta
5. Bajar colesterol o triglicéridos	Aguacate, Cilantro, Nopal
6. Fiebre, tos, gripe	Capulín, Chincuya, Hierbabuena, Limón

CUADRO 2 Plantas utilizadas para cada tratamiento.

Del total de plantas identificadas se determinó el porcentaje que corresponde al uso alimentario y medicinal en cada localidad estudiada.

En las figuras 1 y 2 se observa que tanto en Copoya como en El Jobo se utilizan en mayor cantidad las plantas para uso medicinal y en menor proporción como alimento, aunque entre las dos poblaciones en El Jobo es mayor el uso medicinal.

En la localidad de Copoya el grupo de edad que tiene más conocimientos y que utiliza las plantas como medicina son las personas del grupo de edad de 18 – 59 años (81%), en comparación a la población del grupo de edad de mayores de 60 años que manifestó tener menor conocimiento del uso de las plantas.

En comparación en la localidad de El Jobo el grupo de edad que tiene más conocimientos y que utiliza las plantas como medicina son las personas del grupo de mayores de 60 años de edad (64%), por lo que se observa una diferencia en los conocimientos entre grupos de edad de estas dos poblaciones.

En el cuadro 2 se muestra los usos medicinales que las poblaciones estudiadas atribuyen a las plantas, de las 23 especies encontradas, nueve son usadas para el tratamiento de dolor de estómago, diarrea y cólicos, en dos, se utilizan las hojas para ponerlas en las heridas o con alguna pomada para los dolores o para cicatrizar, tres son usadas como agua de tiempo, para los dolores de muela, dos son utilizadas para desparasitar, tres son preparadas como licuados y en ayuno para bajar el colesterol o triglicéridos y cuatro son usadas para tratamientos para la tos, gripe o fiebre, según las creencias de los habitantes de las localidades en estudio.

En el cuadro 3, se observa que de las 23 especies identificadas, en el 70 % de las plantas, la parte más utilizada como alimento y medicina es la hoja, 20% el fruto, 5% la cáscara y 5% el tallo.

En la figura 3, se muestra una comparación de las plantas que tienen función medicinal entre las dos poblaciones, aunque coinciden en el uso, destacan en proporción mayor al 50% en El Jobo, albahaca, hinojo,

Nombre común	Partes utilizadas	Nombre común	Partes utilizadas
Aguacate	Hoja, Fruto y Semilla	Hinojo	Hoja, Tallo y Semilla
Albahaca	Hoja y Tallo	Limón	Fruto, Cáscara
Anona	Hoja, Fruto y Cascara	Mango	Hoja y Fruto
Capulín	Hoja y Fruto	Nanche	Hoja, Cáscara y Fruto
Chincuya	Fruto y Corteza o Cáscara	Noni	Fruta y Cáscara
Chipilín	Hoja	Nopal	La pulpa de los cladodios
Cilantro	Hoja	Papausa	Fruta, Cáscara y Tallo
Epazote	Hoja y Tallo	Papaya	Fruto y Semilla
Guanábana	Fruta, Hojas, Semillas y Flores	Plátano	Fruta y Cáscara
Guayaba	Hoja, Fruto y Corteza	Verdolaga	Hoja
Hierbabuena	Hoja y Tallo	Yerbamora	Hoja o Raíz y Flor
Hierbasanta	Hoja		

CUADRO 3 Identificación de las partes utilizadas de cada tipo de planta.

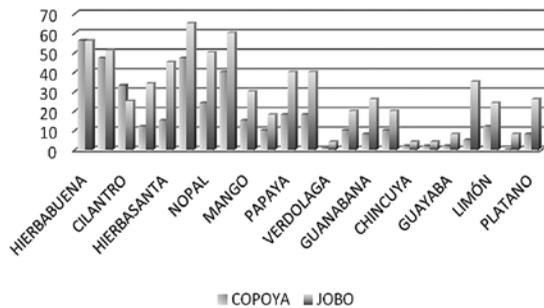


FIGURA 3 Frecuencia del uso medicinal de cada planta, de las localidades: Copoya y El Jobo.

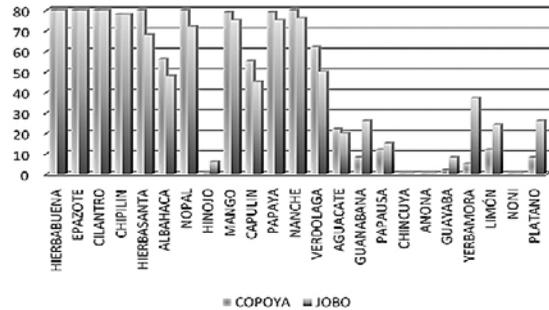


FIGURA 4 Frecuencia del uso alimenticio de cada planta, de las localidades: Copoya y El Jobo.

hierbabuena y epazote, estas plantas son sembradas por los habitantes en los patios y huertos de sus casas.

En la figura 4, se muestra la comparación de las plantas con función alimentaria en las dos poblaciones, la especies de mayor consumo en ambas localidades son las hojas de hierbabuena, epazote, cilantro y chipilín, estas son utilizadas para los caldos de pollo o pescado, para las salsas de tomates, guacamoles y tamales, así como las frutas mango, papaya y nanche que se consumen crudas, se encontró que solo en El Jobo las personas usan el hinojo como condimento, los resultados muestran que en ninguna de las dos localidades se consumen como alimento los frutos de chincuya, anona y noni.

En un estudio etnobotánico realizado por Magaña *et al.* (2010), con población maya-chontal en la zona de

Nacajuca, Tabasco que colinda con Chiapas con la zona sur de México se encontraron diferencias en los datos obtenidos, ya que el número de especies utilizadas es mayor a los de este estudio; se reportaron 43 familias y 94 especies de las cuales el 39 % de las plantas utilizadas tiene función alimentaria y el 36% función medicinal, además la parte más utilizadas son las hojas con 52% y 16% a los frutos principalmente. Los datos obtenidos en este estudio muestran mayores porcentajes en cuanto a las funciones y a las partes de las plantas usadas, como se puede observar en los resultados mostrados anteriormente.

CONCLUSIONES

A pesar de que existen diversos trabajos etnobotánicos sobre el conocimiento del uso de plantas medicinales de Chiapas, no hay estudios sobre la doble función alimentaria y nutricional de las plantas que utiliza la población zoque que vive en las localidades de Copoya y El Jobo, municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Los resultados de esta investigación muestran que sí existen plantas que son utilizadas tanto para la alimentación como para el cuidado de la salud.

Se encontró que las especies con función alimentaria de mayor consumo por los pobladores de ambas loca-

lidades son las hojas de hierbabuena, epazote, cilantro y chipilín. Por otro lado en relación a las plantas con función medicinal las más usadas son albahaca, hinojo, hierbabuena y epazote, observándose un mayor uso entre los pobladores de El Jobo.

En cuanto al objetivo planteado se logró identificar a las especies vegetales con función alimentaria y nutricional utilizadas por las poblaciones estudiadas, se observó que hay disponibilidad de las plantas ya que los pobladores cuentan con patios o huertos para su cultivo lo que permite la conservación para que siempre estén disponibles para ser utilizadas para la alimentación o el cuidado de la salud.

LITERATURA CITADA

- ALACOM, J. 2001.** *Ámbito y objetivo de la Etnobotánica en un mundo en desarrollo.* Universidad Autónoma de Chapingo.
- ALEXIADES, M., 1996.** *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field Manual.* New York Botanical Garden. Publication. New York. U.S.A. 306 pp.
- BARRIE, F.R., 2007.** *Manual de plantas.* Vol. VI. Ediciones Herrera. Haloragaceae – Phytolacceae. 728 – 784 p.
- BYE, R. 1998.** *La intervención del hombre en la diversificación de las plantas en México.* En: Ramamoorthy T.P; R. BYE, A. LOT y J. FA. Diversidad Biológica de México, Orígenes y distribución, Instituto de Biología, UNAM, México. D.F.
- BRUNETON, J., 2001.** *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales.* 2ª Ed. Zaragoza: Acribia S.A.
- CARUCI, J., 2005.** *Nutrición y salud.* Editorial Caribe – Betania. Editor Thomas Nelson Inc. 2005. 176 p.
- CHÍZMAR FERNANDEZ, C., 2009.** *Plantas comestibles.* 1ª edición. Instituto Nacional de Biodiversidad, editorial INBio. 2009. 360p.
- COTTON, M.C. 1998.** *Ethnobotany. Principles and applications.* Wiley, New York.
- INEGI, 2011.** *Dirección general adjunta de planeación microrregional. Catálogo General de Localidades.* [En línea]. Diciembre 2011.
 Disponible en: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx>
<http://www.nuestro-mexico.com/Chiapas/Tuxtla-Gutierrez/Copoya/>
<http://www.nuestro-mexico.com/Chiapas/Tuxtla-Gutierrez/El-Jobo/>
- FONNEGRA G., 2007.** *Plantas medicinales.* Edición 2, ilustrada. Editor Universidad de Antioquia. 368 pp.
- LINARES. M. 1996.** *Selección de plantas medicinales de México.* Noriega Editores, Limusa. México. D.F
- MAGAÑA, A, L. GAMA L. R. MARIACA. 2010.** *Plantas medicinales utilizadas por los maya-Chontales de tecolutla, Nacajuca, Tabasco, México.* En: Sistemas Biocognitivos tradicionales. Asociación Etnobiologica Mexicana. México.

- MUÑOZ, F., 1987.** *Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado*. Edición reimpresa. Editor Mundi-Prensa Libros. 365 pp.
- OLAYA FLOREZ, J. y J. MÉNDEZ ALZAMORA, 2003.** *Guía de plantas y productos medicinales*. Convenio de Andrés bello, 2003, 32 p.
- RUIZ, O. R. 2010.** *Salud y bienestar social*. Edición Madrid. [En línea]. Disponible en: <http://fundacionruizobregon.org.mx/secciones/salud-y-bienestar-social>
- TOLEDO, V.M. 1988.** *La diversidad biológica de México*. CONACYT, México. D.F.

Diferencias en crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz) en condiciones de vivero

Sergio Pérez-de la Cruz*, Carolina Orantes-García**, Eduardo R. Garrido-Ramírez***, Jorge A. Cruz-López*

*Comisión Nacional Forestal, prolongación de la 11 oriente Norte s/n, col centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel y fax: 9616132148 | **Facultad de Ciencias Biológicas UNICACH, Libramiento Norte Poniente No. 1155 Colonia Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | ***INIFAP Campo Experimental Centro de Chiapas, Km 3.0 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla, Chiapas. tel. y fax: 9686880915, egarrido_ramirez@hotmail.com Autor de correspondencia

RESUMEN

Brosimum alicastrum es una especie arbórea multipropósito, provee medicina, forraje, alimento para humanos, madera para construcción y numerosos servicios al ecosistema. El principal problema de esta especie es la sobrevivencia de plántulas, debido a que crecen bajo los árboles padres, y aun cuando germinan en gran cantidad, debido a la competencia intraespecífica extrema, normalmente se pierde hasta el 96% de las plántulas. Se evaluaron seis sustratos de bajo costo (polvillo de coco, arena, peat-moss, caña de maíz, humus y suelo del hábitat natural como testigo) para determinar el más apropiado para el crecimiento y desarrollo de plántulas de *B. alicastrum*. Las variables evaluadas fueron área foliar, número de hojas, longitud del tallo, diámetro del tallo, longitud de la planta y longitud de la raíz durante 3 meses, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos para las variables área foliar, número de hojas, longitud y diámetro del tallo. Para las variables longitud de planta y longitud de raíz no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mejor sustrato para el crecimiento del área foliar fue el humus y para longitud de tallo, número de hojas y diámetro del tallo fue el polvillo de coco.

Palabras claves: *Brosimum alicastrum*, Moraceae, Sustrato, Área foliar, Longitud, Diámetro, Sobrevivencia.

ABSTRACT

Brosimum alicastrum is an outstanding multipurpose species tree, providing medicine, forage, food, wood and fuel as well as numerous services to the ecosystem. The principal problem of *B. alicastrum* on natural conditions is seedling survival because they growth beneath parent trees and although seed germinate on a great number, shady conditions and extreme intraspecific competition normally cause losses of up to 96% of seedlings. The effect of 6 available low-cost substrates (coconut fiber, sand, peat moss, corn stalks, humus and soil from natural habitat as control) on 6 variables of plant growth (leaf area, number of leaves, length of stem, stem diameter, plant height and root length) was measured over three months. Significant differences among treatments ($p < 0.05$) were observed for leaf area, number of leaves, length of stem and stem diameter. The results indicated that humus was the best substrate for increasing leaf area, whereas coconut fiber was the best substrate for length of stem, number of leaves and stem diameter.

Key words: *Brosimum alicastrum*, Moraceae, Substrate, Leaf area, Length, Diameter, Survival.

INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren aproximadamente una tercera parte de la superficie terrestre y los árboles desempeñan una función primordial en todos los ecosistemas, controlan la temperatura ambiental debido a que su follaje intercepta, absorbe y refleja la radiación solar (Niembro, 1986; Grijpma *et al.*, 1990). El desconocimiento del hombre acerca de la importancia de los árboles ha propiciado la destrucción de extensas zonas de vegetación en diversas partes del mundo, en particular en países en desarrollo con recursos forestales, debido a la tala inmoderada, la ganadería extensiva, pérdida del suelo, los incendios y el uso constante de agroquímicos (Acero, 2000).

Al hacer uso de los recursos naturales, a menudo se simplifica y modifica la estructura y función de los ecosistemas afectando en consecuencia al sistema global (Puig, 1993). La tarea de conciliar el uso de los recursos naturales, debe convertirse en una prioridad, enfocado en el manejo de comunidades forestales (Miller y Jastrow, 1992).

Debido a esta situación es necesario reconsiderar la utilización de algunos recursos que en la antigüedad fueron muy apreciados, tal es el caso del “mojú” (*Brosimum alicastrum* Swartz), conocido así en Chiapas y “ramón” para los estados de Oaxaca, Campeche, Yucatán (Pardo y Sánchez, 1979).

El mojú es uno de los pocos árboles tropicales del que se pueden usar todas sus partes (Pardo y Sánchez, 1979). El follaje y las semillas son utilizadas para alimentar el ganado porcino, caprino, bovino y equino, especialmente en la época de sequía (Miranda, 1998). El látex que produce el árbol es empleado como calmante del asma, como sustituto de la leche (Benítez *et al.*, 2004). La corteza en infusión se usa como tónico (Burns y Mosquera, 1988). La madera se puede utilizar como combustible, para fabricar mangos de herramientas, cajas de empaque, muebles baratos (Benítez *et al.*, 2004).

Esta especie está adaptada a crecer y regenerarse en situaciones de bosque cerrado, las plántulas presentan tolerancia a niveles medios de sombra (Ayala y Sandoval, 1995; Sánchez *et al.*, 2004). La semilla germina en el fruto a los pocos días de su madurez (Benítez *et al.*, 2004). Entre el 84% y 88% de las semillas emergen, alcanzando al mes una altura de 11 a 17 cm y un promedio de dos hojas (Pardo y Sánchez, 1979). Se adapta a suelos muy arcillosos, profundos e inundables durante la época de lluvia, así como suelos someros y altamente pedregosos, con un pH de 6.8 hasta más de 8.2 y en regiones con 600 a 4000 mm de precipitación anual (Ayala y Sandoval, 1995).

Puede integrarse sin problemas a sistemas silvopastoriles debido a sus características agronómicas, como adaptación en áreas muy húmedas del trópico y subtropical, desarrollo en suelos alcalinos, follaje verde y denso que casi nunca se deshoja (Chavelas y Devall, 1988; Ayala, 1993). Es considerada una especie sucesional avanzada (Kammesheidt, 2000), lo cual hace necesario a los proyectos de reintroducción con objetivos productivos y el vivero se utiliza como un mecanismo para la reintroducción de importantes grupos de plantas a los ecosistemas (Sánchez *et al.*, 2004).

Es necesario establecer un método para el crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum*) en condiciones de vivero, con sustratos de bajo costo económico, por lo que el objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto de seis sustratos sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *B. alicastrum*.

METODOLOGÍA

La recolección de plántulas de *B. alicastrum*, se realizó en la colonia agrícola General Cárdenas del municipio de Cintalapa de Figueroa, Chiapas, México, con una altitud media de 700 msnm, latitud norte de 16° 53' 40" y longitud oeste de 93° 43' 45.8" (SEMARNAT, 2000).

Recolección de material vegetativo. Se llevaron a cabo las recolecciones de las plántulas mayores a 15 cm

de altura, de aproximadamente cinco meses de edad y se tomaron datos morfométricos como son: área foliar, número de hojas, altura de la planta, longitud de tallo, diámetro del tallo y longitud de raíz, se etiquetaron, se enrollaron con plástico adhesivo para trasladarlas en cubetas con suficiente agua para mantenerlas en buen estado.

Traspaso de plántulas de *B. alicastrum*. Las plántulas de 15 cm de altura se limpiaron con agua, para quitar el exceso de tierra, se colocaron en bolsas de polietileno con los diferentes sustratos evaluados. Se colocaron bajo los árboles para evitar el exceso de luz, de agua y depredadores, con riego controlado diariamente en el vivero de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, evaluándose seis tratamientos (polvillo de coco, caña de maíz, peat-moss, arena, humus y suelo del hábitat natural de las plantas como testigo), con cuatro repeticiones; cada unidad experimental se formó de un grupo de cinco plántulas en bolsas de polietileno color negra de 28 x 9 cm.

Variables evaluadas. Las plántulas en estudio se desarrollaron bajo la sombra de árboles de *Tabebuia rosea* (matilishuate), de acuerdo a lo recomendado por Sánchez *et al.* (2004). Se tomaron datos en todas las plantas de cada unidad experimental cada cuatro días, durante tres meses; las variables de respuesta tomadas fueron: número de hojas por plántula, longitud del tallo (cm), diámetro del tallo (cm), longitud de la plántula (cm) y longitud de la raíz primaria (cm). El área foliar, se determinó mediante la fórmula propuesta por Montgomery (1911), largo x ancho máximo de la hoja x 0.75. Con los datos colectados se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey ($p=0.05$) con el Programa Estadístico SAS versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan resultados de los análisis realizados a las variables evaluadas, observándose diferencias significativas entre los tratamientos utilizados.

El análisis de varianza para el área foliar, indica que existió diferencias significativas entre los tratamientos. De acuerdo a la prueba de Tukey ($p=0.05$), el humus fue el que presentó mayor crecimiento (15.19 cm) en el área foliar y la caña de maíz aportó menor crecimiento (11.34 cm).

Debido al alto contenido de materia orgánica mencionada por Fernández (2003), además de la alta capacidad de intercambio catiónico, el contenido de nitrógeno (5%) y carbono (60%), señalada por Donahue *et al.* (1987) pre-

Tratamiento	Área foliar (cm)	Número de hojas	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)
Polvillo de coco	13.30 b	2.86 a	18.23 a	0.33 a
Arena	14.83 a	2.85 a	17.37 b	0.32 a
peat-moss	14.54 ab	2.30 c	17.99 a	0.27 d
Caña de maíz	11.34 d	2.51 bc	17.17 c	0.28 d
Humus	15.19 a	2.72 ab	17.84 a	0.30 c
Testigo	13.05 c	2.83 a	16.28 d	0.31 b
Promedio	13.71	2.68	17.48	0.30
C.V. (%)	24.65	17.68	7.66	12.33

Columna con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p=0.05$)

CUADRO 1 Efecto de sustratos en el desarrollo de plántulas de *B. alicastrum*.

sente en el humus, favorece el crecimiento de las hojas; además Guerrero (2000) indica que con las partículas reunidas por éste en agregados de tamaño medio, permite la buena circulación del agua, del aire, aumenta la capacidad de retención de agua, la actividad biológica, ya que es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales que las plántulas absorben con mayor facilidad, llegando hasta las hojas para realizar actividades vitales como la fotosíntesis.

Al respecto Méndez (1993), considera la evaluación del área foliar un parámetro muy importante, puesto que refleja el crecimiento de las plantas, como respuesta al sustrato en que se desarrolla. En este mismo sentido, Meza y Bautista (1999) señalan que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos, la capacidad de fotosíntesis está directamente relacionada con la superficie, la cual según Chirinos *et al.* (1997) guarda relaciones bastante consistentes con sus medidas lineales, tales como el largo y el ancho, mismos que responden al sustrato en que se desarrollan. La caña de maíz fue donde se obtuvo menor crecimiento del área foliar (11.34 cm). De acuerdo a Hartmann y Kester (1988), se debe a que este sustrato no posee las mejores características, puesto que los espacios vacíos son muy grandes y es menor la retención del agua, dificultando la asimilación de los nutrientes por la planta.

Las plántulas producen el mayor número de hojas en las primeras etapas de adaptación al ambiente después de la germinación, para producir su propio alimento a través de la fotosíntesis (Bidwell, 2004). Por tratarse de plántulas extraídas del hábitat natural es difícil observar formación

de nuevas hojas. La prueba de análisis de varianza indica la diferencia que existe entre los tratamientos, en los cuales los sustrato de polvillo de coco, arena y testigo fueron los que presentaron mayor respuesta, mientras que el peat-moss fue el que presentó el valor más bajo.

Respecto al número de hojas, existió diferencias significativas entre los tratamientos. El polvillo de coco fue el que promovió el mayor valor (2.86 hojas) y fue estadísticamente similar a la arena, testigo y Humus (con 2.85, 2.83 y 2.72 hojas, respectivamente). Se considera que el polvillo de coco posee características importantes, tal y como señalan Will y Faust (2002), como la cantidad de residuos de fibra, del tamaño de las partículas (desde 0.5 hasta 2 mm), espacio poroso (mayor al 80%), capacidad de tener espacios llenos de aire (9 a 13%), lo que permite una alta capacidad de retención de agua, dándole a la plántula los nutrientes requeridos para el mantenimiento de las hojas. En este mismo sentido, Arenas *et al.* (2002) refieren sobre el gran potencial del polvillo de coco como sustituto del peat-moss.

La arena brinda a las hojas buenas condiciones para no desprenderse de la plántulas. De acuerdo a Resh (2001), la arena, al ser fina, permite un movimiento lateral del agua motivado por la acción capilar, que alimenta a toda la plántula para realizar las funciones metabólicas, contribuyendo con ello a mantener las hojas.

El sustrato usado como testigo, del tipo migaron-arenoso con un 6% de materia orgánica, satisface los requerimientos de las plántulas, evitando la caída de las hojas por falta de nutrientes.

El valor obtenido (2.5 hojas) para el sustrato peat-moss es bajo y se considera que este sustrato no propor-

ciona las condiciones necesarias para que las plántulas de mojú puedan mantener sus hojas, ya que, según Abad *et al.* (1999) presenta bajo contenido de nutrimentos asimilables, además de la poca capacidad de retención de humedad señalada por Borges (1998). Bajo este sustrato la plántula tiende a tirar las hojas para ahorrar energía y nutrientes, evitando así la muerte de todo el individuo. Así también, Quesada y Méndez (2005), encontraron que el peat-moss presenta problemas de estabilidad y acidez, produciendo daños en el sistema radical; en tanto, que la porosidad total del sustrato, afecta la capacidad de intercambio gaseoso del medio, disminuyendo el contenido de oxígeno necesario para la respiración de las plántulas.

Respecto a la longitud del tallo, el análisis de varianza reflejó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1). Según la prueba de Tukey ($p=0.05$), los tratamientos que presentaron mejor respuesta son polvillo de coco y peat-moss, a diferencia del testigo, en el cual se observó el menor crecimiento de tallo.

El polvillo de coco, estimuló un mayor desarrollo en el tallo (18.23 cm), tal respuesta se debe a que presenta muchas propiedades, entre las que Noguera (1999) señala un espacio poroso total muy elevado ($> 93\%$ en volumen), para la alta retención de agua comentada por Will y Faust (2002), la cual es llevada por toda la planta por medio del xilema, proporcionando así un aumento en la longitud del tallo, mientras Petit (2000), añade que este sustrato presenta niveles satisfactorios de materia orgánica y la relación carbono/nitrógeno es muy elevada, lo que se hace presente en el crecimiento del tallo.

El peat-moss fue un mal sustrato para las hojas, pero fue apropiado para la longitud del tallo, ya que los requerimientos de éste son distintos a las hojas, pero el aumento fue poco durante el tiempo de medición, la causa principal de que en hojas y diámetro del tallo el peat-moss fue un mal sustrato y para la longitud de tallo fue sea bueno es que se tomaron tallos iniciales de diferentes tamaños, porque se trabajaron con plántulas extraídas del hábitat natural con tamaños parecidos pero no iguales y no de semillas germinadas en viveros ya que el peat-moss posee alto contenido de materia orgánica, espacio poroso elevado en donde retienen suficiente agua y aire disponibles para las plántulas, indicado por Abad *et al.* 1999, además de señalar la baja densidad aparente, elevada capacidad de intercambio catiónico, a pesar de las desventajas mencionadas en el apartado de las hojas, no se pudo reflejar directamente en el aumento de tamaño del tallo por lo anteriormente comentado.

El sustrato testigo, del tipo migaron-arenoso, fue poco favorable para el aumento de la longitud del tallo (16.28

cm), debido a su consistencia, ya que con el agua se endureció, reduciendo con ello el espacio poroso, haciendo que las plántulas no recibieran los nutrientes necesarios, por lo tanto, no se reflejó en el aumento de tamaño del tallo.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para el diámetro del tallo, existieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. La prueba de Tukey ($p=0.05$), indicó que el polvillo de coco fue el que dio mayor aumento al diámetro (0.33 cm) y los de menor crecimiento fueron peat-moss con 0.27 cm y 0.28 cm para caña de maíz. Quesada y Méndez (2005), mencionan que el grosor del tallo es un indicador del estado vigoroso de una planta, es por ello un parámetro necesario para conocer el aumento de tamaño de la planta en general.

Como en el caso anterior el polvillo de coco proporcionó buenas condiciones a las plántulas para aumentar la longitud del tallo y el grosor del mismo con un valor de 18.23 y 0.33 cm, respectivamente.

El peat-moss y la caña de maíz, fueron los que aportaron menor crecimiento en el grosor del tallo. El peat-moss con un valor de 0.27 cm, como se ha comentado anteriormente por Borges (1998) y Abad *et al.* (1999), a causa de sus características, no permite un buen crecimiento del diámetro del tallo, comparado con los demás sustratos. Por su parte el tratamiento de caña de maíz, a pesar de ser muy rica en nitrógeno según Bogulaswki y Debruck (1977), contiene fósforo, magnesio, calcio y sodio en cantidades muy insignificantes, prácticamente valores despreciables, que no influyen sobre su diámetro.

Para longitud de la planta y de la raíz, de acuerdo al análisis de varianza no existen diferencias significativas entre tratamientos, ya que estas dos variables se encuentran íntimamente ligadas. En la medición de la planta se realiza la medición de la raíz, Vohman y Andino (2005) señalan al respecto que es el mismo crecimiento de hojas y tallo que perjudica el desarrollo de la raíz, ya que ocupa la energía para el crecimiento de las hojas y el tallo.

CONCLUSIONES

El crecimiento y desarrollo de *B. alicastrum* depende del sustrato que se utilice para la producción de plántulas, observándose diferencias entre sustratos para el área foliar, número de hojas, longitud y diámetro del tallo.

El mejor sustrato para el crecimiento del área foliar fue el humus y para longitud de tallo, número de hojas y diámetro del tallo fue el polvillo de coco.

LITERATURA CITADA

- ABAD, B.M., P. NOGUERA, V. NOGUERA, Y M.L. SEGURA, 1999. *Los sustratos para el semillero hortícola*. Ediciones de Horticultura S. L. Terranoga. Pp 56-58.
- ACERO, A.T., 2000. *Flora medicinal empleada en el tratamiento de enfermedades respiratorias y gastrointestinales en dos comunidades zoques de Chiapas*. Tesis de licenciatura. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 94 p.
- ARENAS, M., C.S. VAVRINA, J.A. CORNELL, E.A. HANLON, & G.J. HOCHMUTH, 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience*. 37(2): 309-312.
- AYALA, S. A., 1993. *Brosimum alicastrum Sw. Una alternativa agroforestal para los sistemas de producción autosostenibles de la región de la península de Yucatán*. Ponencia presentada en el "Taller Regional de Aportes de Investigación sobre el sistema milpa y priorización de la investigación agroforestal. UADY-INIFAP- ICRAF. Mérida, Yuc, México. 22 p.
- AYALA, A, y S.M. SANDOVAL, 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum Swartz*) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. *Agroforestería de las Américas*. 2 (7): 10-16.
- BENÍTEZ, G., M.T.P. PULIDO Y M. EQUIHUA, 2004. *Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones*. Instituto de Ecología, A.C, SIGOLFO, CONAFOR, Xalapa, Veracruz, México. 288 p.
- BIDWELL, R. G., 2004. *Fisiología vegetal*. Editorial AGT. México. pp. 179-203.
- BOGULAWSKI, E. V. & J. DEBRUCK, 1977. *La paja y la fertilidad de los suelos*. Editorial. CECOSA. México. 90 p.
- BORGES, G. L., 1998. Uso de sustratos regionales en la agricultura yucateca. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*. 49(1): 21-26.
- BURNS, R. M. Y M. MOSQUERA, 1988. *Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte*. Comisión Forestal de América del Norte. Publicación 3. Washington DC. EE-UU.
- CHAVELAS, P.J. Y S.M. DEVAL, 1988. *Brosimum alicastrum Sw. Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte*. Ed. Por M.R. Burns; M. Mosquera. Comisión Forestal de América del Norte. Publicación No. 3.
- CHIRINOS, T.D., T.L. CHIRINOS, P.F. GERAUD, O. CASTEJÓN, R. HERNANDEZ, J. VERGARA, L. MÁRMOL, y T.D. CHIRINOS, 1997. Modelos para estimar el área foliar de melón híbrido 'Durango'. *Rev. Fac. Agron (LUZ)*. 14: 163-171.
- DONAHUE, L., R. MILLER, y J. SHICKLUNA, 1987. *Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas*. Editorial. Prentice Hispanoamericana. México. 624 p.
- FERNÁNDEZ, Z. M., 2003. *Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas del humus de la lombriz*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. pp. 7.
- GRIJPMAN P., F.R. KIRCHNER S., y J.D. BERLIJN, 1990. *Producción Forestal*. 2ª edición. Editorial Trillas. México. pp. 134.
- GUERRERO, G. A., 2000. *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Editorial Mundi-Prensa. España. pp. 32-40.

- HARTMAN, H.T y D.E. KESTER, 1988.** *Propagación de plantas: Principios y prácticas*. 2a. edición. Editorial CECSA; México, D.F. pp. 549.
- KAMMESHEIDT, L., 2000.** Some autoecological characteristics of early to late successional. Tree species in Venezuela. *Acta Oecol.* 21. 37-48.
- MÉNDEZ, F., 1993.** Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar variedad C. *Caña de azúcar.* 11 (2): 323-368.
- MEZA, N y D. BAUTISTA, 1999.** Estimación del área foliar en plantas jóvenes de níspero (*Manilkara achras* Miller Fosberg) sometidas a dos ambientes de luz. *Bioagro* 11(1): 24-28.
- MILLER, R. M., & J.D. JASTROW, 1992.** *The role of micorrizal fungi in soil conservation*. American Society of Agronomy, crop science society of America. USA. pp 29.
- MIRANDA, F., 1998.** *La vegetación de Chiapas*. 3ª edición. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas. México. pp. 378-380.
- MONTGOMERY, E. G., 1911.** Correlation studies in corn. *Nebraska Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 24: 108-159.
- NIEMBRO, R.A., 1986.** *Árboles y arbustos útiles de México naturales e introducidos*. Editorial LIMUSA - Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 43.
- NOGUERA, M.P., 1999.** *Caracterización y evaluación agronómica del residuo de fibra de coco: un nuevo material para sustrato*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 228 p.
- SEMARNAT, 2000.** *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote*. México, INE-SEMARNAT. Editorial impresos, México. 220 p.
- PARDO, T.E. y M.C. SÁNCHEZ, 1979.** *Ramón, capomo, ojite, ojoche, Brosimum alicastrum: Recurso silvestre tropical desaprovechado*. Instituto Nacional de Recursos bióticos. Xalapa, Veracruz. Tomo 3. pp. 5-27.
- PETIT, E.T., 2000.** *Cultivo en fibra de coco. Parte 1: en manual de cultivo sin suelo*. 2ª ed. Editorial Mundi-Prensa. España. pp. 517-530.
- PUIG, H., 1993.** *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Editorial Cosmo. México. pp. 38.
- QUESADA, R. G. y S.C. MÉNDEZ, 2005.** Evaluación de sustratos para almácigos de de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana.* 16(2): 171-183.

- RESH, H.M., 2001.** *Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción*. 5ª ed. Editorial Mundi-Prensa. España. 558 p.
- SÁNCHEZ, L.R., G.S. QUINTERO, C.F. ARAGÓN, & L.M. PINEDA, 2004.** Nurses for *Brosimum alicastrum* reintroduction in secondary tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*. 198 (2004): 401-404.
- VOHMAN E.C. Y M. ANDINO, 2005.** Procesamiento, consumo y venta de semillas de Mojú por mujeres rurales de Nicaragua y Guatemala: *Memorias Congreso Internacional de casos sostenibles exitosos del Trópico 2005, Veracruz, México, Universidad Veracruzana, Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO)*. pp. 103.
- WILL, E. & J.E. FAUST, 2002.** *Growing media for greenhouse production*. Agricultura Extensión Service. The University Tennessee. 11 p.

Aplicación de métodos de conservación para alargar la vida útil de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L. Asteraceae) y su posterior uso gastronómico

Adela Zavala Vidal, Rosa Márquez Montes*

*Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Licenciatura en Gastronomía, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente No. 1150, Colonia Lajas Maciel, CP. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, ade-zav10@hotmail.com, rosa.marquez@unicach.mx

RESUMEN

Presentes en la vida y evolución de muchos pueblos, las flores fueron adoradas y admiradas por todas las culturas del México antiguo. Lo atestiguan los nombres de sus dioses, reinas y mujeres (Verti, 2006). La flor de cempasúchil es una flor que se encuentra disponible en el estado de Chiapas a finales del mes de septiembre o principios de octubre hasta el mes de diciembre, es decir tres meses, por lo tanto su vida ornamental y culinaria se ve reducida a esta temporalidad. En la presente investigación la flor de cempasúchil fue sometida a diferentes técnicas de conservación con la finalidad de alargar su vida útil; se evaluaron indicadores de calidad, los resultados muestran que los métodos aplicados aumentan el periodo de vida útil de la flor, sin que se vea afectado uno de los componentes con propiedades nutricionales reconocidos como son los β -carotenos, también conocido en la flor de cempasúchil como luteína. Los tratamientos no afectaron la viabilidad de su uso en el área gastronómica, ya que los platillos elaborados fueron aceptados de acuerdo a los atributos sensoriales evaluados.

Palabras clave: Flor de cempasúchil, Florifagia, Conservación, Vida útil, Uso gastronómico.

ABSTRACT

Present in the life and evolution of many peoples, the flowers were worshiped and admired by all cultures of ancient Mexico. Attested by the names of their gods, queens and women (Verti, 2006). The marigold flower is a flower that is available in the state of Chiapas in late September or early October to December, is three months, so ornamental and culinary life is reduced to this temporality. In the present investigation the marigold flower was subjected to different preservation techniques in order to extend life; quality indicators were assessed, the results show that the applied methods, extending the life of the flower, without one affected with nutritional components known as β -carotene are also known as the lutein marigold flower. Treatments did not affect the viability of its use in the dining area, as the dishes prepared were accepted according to the sensory attributes evaluated.

Key words: Marigold flower, Florifagia, Conservation, Life, Culinary use.

INTRODUCCIÓN

Las flores de *cempasúchil* se distinguen por su color que va desde tonos amarillos hasta naranja, y de formas de cálices oblongos; las flores femeninas nacen aisladas en la misma axila vértice de la hoja que la masculina, con la diferencia que éstas nacen en grupo. Las flores desde siempre han tenido influencia en la vida cotidiana del hombre; ha sido empleadas en la alimentación, medicina y ornato; además, se emplean en ofrendas y altares en rituales religiosos. Su uso culinario en México data de la época prehispánica donde no sólo se comían como legumbre las hojas y tallos, sino también las flores (Franco *et al.*, 1998).

Hace ya un lustro que irrumpió como moda en la cocina española, los escépticos auguraban a las flores

unos cuantos días de gloria; sin embargo, gracias a su espectacular cromatismo, aroma, textura y sabor se han establecido como un ingrediente protagonista más en la cocina de vanguardia. Los más arriesgados chefs españoles han ido trabajando con ellas y logrando elaboraciones sorprendentes (Sueiro, 2008).

El ejemplo más llamativo es México, su culinaria no se entendería sin la relación con el mundo floral comestible, su magia, y quizá, sus poderes afrodisíacos han quedado plasmados en las provocativas y sensuales recetas, como esas mágicas codornices con pétalos de rosa que desataron auténticas pasiones. Mucho tiempo atrás la rosa ya se utilizaba entre los latinos como ingrediente de preferencia. Siguiendo la cuenca mediterránea, también



FIGURA 1

Inflorescencias flor de *Tagetes erecta* fresca, para su posterior secado.

los países árabes sucumbieron al encanto de cocinar con flores (Pérez, 2009).

Respecto a las flores usadas en los platillos salados, los indígenas comían principalmente: la flor de calabaza o ayoxóchitl, la flor de iczote o yuca; la flor del maguey llamada gualungo; la flor de la biznaga que al fructificar es llamada borrachita; flor del nopal nopalxochitll opocha; la flor del tule o espadaña, flor del frijol y la de colorín o pichoco; el cacaoxochitl o flor del cacao usada en la bebida llamada pozonqui o espuma de cacao. Finalmente hay dos plantas utilizadas en las bebidas: la flor de jamaica (*Hibiscus sabdarifus*) cuyo uso se extendió con la colonización española; y la vainilla (*Vanilla planifolia* Orchidaceae) o tlixochil (flor negra), llamada así por el color que adquiere el fruto o vaina cuando se seca, pero es sólo su vaina la parte útil en bebidas, postres y repostería. La llegada de los europeos influyó en el uso de otros géneros de flores como las rosas, la buganbilia, el crisantemo, el azahar, entre otras (Velázquez, 2001).

Existen flores que pueden prepararse en infusión y beberse y otras que se comen. Hay vino con flores, té de flores y por supuesto bebidas refrescantes con flores. Se utilizan en entradas y postres. Hay quien utiliza los pétalos de rosa para las ensaladas, las tartas y las salsas; las flores de calabacín rellenas y rebozadas; las flores de hierbas aromáticas en multitud de platos (Pérez, 2009).

A todo aquel que haya tenido el placer de degustar las creaciones con flores, afirman que estos ingredientes aportan a los platos un agradable sabor y aroma, además de matices de frescura y sabores inusuales que sorprenden al comensal; sus llamativos colores y los atractivos olores que desprenden, estimulan de manera especial los sentidos, incluso si tan solo se utiliza de forma decorativa. Entre otras flores, son comestibles: las rosas, que tienen un sabor dulce y son muy fragantes; se usan para hacer dulces, pasteles, helados, mermeladas, etc., las caléndulas; que tienen un ligero sabor amargo, la flor de azahar; de sa-



FIGURA 2

Conserva en salmuera de la flor de compasúchil (*Tagetes erecta* L.)

bor dulce, con notas cítricas, ideal para postres y helados, las begonias; son excelente para comer con macedonia de frutas, en guarnición o solas, los gladiolos; tienen un sabor dulce y se sirven en ensaladas o como guarnición, el jazmín; posee una fragancia única y envolvente que resulta embriagadora en salsas para carne de aves, las violetas; solo se utilizan las especies más fragantes; como en repostería, pastelería, sopas y ensaladas (Misrahi, 2008).

La diversidad de las flores para cocina que se ofrecen en el mercado es tan grande, quizá haya más de 80 especies de flores comestibles a disposición de profesionales y gourmets (Ferrer, 2007).

MATERIAL Y MÉTODOS

Instrumentos de medición. Investigación experimental, analítica y cuantitativa porque se manipularon de forma intencional una o más variables que fueron analizadas y

cuantificadas. Se elaboró una serie de productos a partir de pétalos de cempasúchil, posteriormente se aplicó un análisis sensorial para evaluar la aceptación de los platos hechos a base de las conservas.

Instrumentos de medición. Los análisis de humedad, sólidos secos, β -caroteno y el secado de la flor de *Cempasúchil*, se realizaron en el laboratorio de Análisis y Tecnología de Alimentos. La elaboración del alimento, el tratamiento de refrigeración, congelación y salmuera, se realizaron en el laboratorio de Dietética y el análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de Bioquímica y Microbiología de los alimentos, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

Materias primas: Flor de *cempasúchil* (pétalos de la flor *Tagetes erecta* L.), sal de grano marca comercial (la fina®), agua, envolturas plásticas (bolsas ziploc) y bolsas para sellado al vacío.

Descripción de los procesos

Preparación de la materia prima. Las inflorescencias de la flor de *cempasúchil* fueron proporcionadas por un ama de casa de un cultivo de traspatio, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México. Las flores comestibles se encuentran en las extremidades de los tallos de la flor de cempasúchil. Estas fueron separadas de los tallos y hojas, para posteriormente quitar la parte a utilizar, se seleccionaron los mejores pétalos que cumplían con la apariencia física adecuada para la elaboración del producto (libres de oscurecimiento y en buen estado).

Secado de la flor. Se separó cada una de las flores que compone la inflorescencia de manera manual, se pesó y se colocó en una solución al 2.5% de ácido ascórbico para mantener el color; Se dejan escurrir y se deshidratan en un secador de charola a una temperatura de 60 ± 1 °C por 24 horas, hasta alcanzar una humedad del 5% aproximadamente. Las determinaciones al alimento deshidratado fueron las siguientes: humedad, sólidos secos y β -caroteno.

Refrigeración de la flor. Se realizó identificación y selección de la flor, posteriormente se limpió y desinfectó el producto en una solución yodada (Microdyn®). Se pesó y se colocó en una solución al 2.5% de ácido ascórbico, para mantener el color; posteriormente se empaquetó las muestras, en cajas de cartón y bolsas ziploc, cada uno de los empaques se trabajaron por duplicado. Las muestras se colocaron en un refrigerador marca Mabe a una temperatura de -2°C; el monitoreo se realizó a los 30 días de almacenamiento del alimento, las determinaciones que se realizaron para evaluar la estabilidad



FIGURA 3

Papa rellena de crema de flor de *cempasúchil*.

FIGURA 4

Camarón con costra de coco y flor de *cempasúchil*.

del alimento fueron las siguientes: humedad, peso seco, análisis microbiológico y β -caroteno.

Congelación de la flor. Se realizó identificación y selección de la flor, se limpió y desinfectó en una solución yodada (Microdyn®). Se colocó en una solución al 2.5% de ácido ascórbico, para mantener el color; se empaquetó las muestras, en bolsas ziploc y bolsas selladas al vacío, cada uno de los empaques se trabajaron por duplicado. Las muestras se colocaron en un congelador marca Mabe a una temperatura de -23.3°C, hasta alcanzar la congelación del alimento. Se hizo un monitoreo de las muestras después de 30 días de almacenamiento, al término se realizaron las siguientes determinaciones: humedad, β -caroteno, sólidos secos y análisis microbiológico.

Salmuera de la flor. Se realizó la identificación y selección de la flor, posteriormente se limpió y desinfectó la flor en una solución yodada (Microdyn®). Se eliminó la humedad superficial con servilletas de papel. Se realizó un escaldado colocando las flores en una solución de ácido ascórbico al 2.5% durante 10 minutos, con el fin de



FIGURA 5 Sorbete de cítricos y flor de *cepasúchil*.

inhibir el oscurecimiento enzimático de la flor y conservar el β -caroteno (luteína) presente en las flores; se escaldó en agua en ebullición durante dos minutos. Se dejó escurrir las flores escaldadas y se realizó un lavado con agua a temperatura ambiente para minimizar el efecto del calor sobre las flores y mantener la turgencia de las mismas. Antes de envasar las flores se depositaron en frascos de vidrio al cual se le agregó una solución de salmuera elaborada con un 10, 15 y 20 % de la mezcla sal-agua y 2% de azúcar. Los frascos que contenían las flores y el líquido de cobertura se pasteurizaron a 80°C durante 15 minutos, al cabo de este tiempo se aplicó choque térmico colocando los frascos en agua con hielo.

Determinación de humedad y peso seco. Se realizaron según las técnicas analíticas de la AOAC (1984).

Determinación de β -caroteno (Santos, 1995). Al volumen obtenido se determinó la absorbancia a 454 nm en un espectrofotómetro (Perkin-Elmer, U.S.A), usando éter de petróleo como blanco para calibración del equipo. El β -caroteno se evaluó por duplicado.

Aplicando la siguiente fórmula se calculó la cantidad de β -carotenos totales:

$$\mu\text{g} \div 100\text{g} = (\text{Do} \times 3.857 \times V * 100) \div m$$

Do= Densidad óptica

V= Volumen

m= Cantidad de muestra

Análisis microbiológico. El análisis microbiológico se realizó teniendo como referencia la NOM-130-SSA1-1995

TRATAMIENTO	HUMEDAD	PESO SECO
Flor fresca	67.57 \pm 0.74	32.42 \pm 1.76
Refrigerado	43.89 \pm 2.67	56.10 \pm 18.41
Congelado	90.73 \pm 0.87	9.23 \pm 0.87
Secado	7.62 \pm 0.17	92.37 \pm 0.17
Salmuera 10%	80.44 \pm 0.32	19.56 \pm 0.32
Salmuera 15%	78.68 \pm 0.28	21.32 \pm 0.28
Salmuera 20%	69.48 \pm 0.45	30.51 \pm 0.45

TABLA 1

Determinación de peso seco y humedad, de flor de *cepasúchil*

Para la determinación de mesofílicos aerobios, hongos y levaduras en hongos en escabeche.

Formulación de platillos. De acuerdo a los resultados obtenidos en cada uno de los procesos aplicados para la conservación de los alimentos, se elaboró un menú de tres tiempos. El menú está integrado de una entrada, plato fuerte y postre.

- Platillo 1: Papa rellena de crema (figura 3)
- Platillo 2: Camarón con costra de coco y flor de *cepasúchil* (figura 4)
- Platillo 3: Sorbete de cítricos y flor de *cepasúchil* (figura 5)

Diseño de estudio para la evaluación sensorial. Participaron hombre y mujeres, licenciados en gastronomía que laboran en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, que tuvieron la disposición de participar como jueces no entrenados. Se aplicó una prueba de preferencia por el método de ordenamiento; a los jueces se les dio a degustar cada platillo; de acuerdo a las indicaciones deben ordenar mayor a menor grado de aceptación con respecto a los atributos evaluados los cuales fueron: sabor, olor, color y textura. Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico Minitab versión 12.0, las pruebas realizadas fueron por comparación de medias y por prueba de Tukey con un grado de confianza del 95%.

RESULTADOS

En los últimos tiempos se ha desarrollado una gran diversidad de métodos de conservación de alimentos, incluso algunos con aplicación industrial. Los métodos convencionales no son suficientes, dado los efectos indeseables en los productos. Por ejemplo, causan deterioro de los atributos sensoriales, tales como color, olor, textura,

TRATAMIENTO	$\mu\text{CG}/100\text{G.}$
Refrigeración	
a: ziploc	85029.49 \pm 11502.16
b: papel	115,344.35 \pm 31477.53
Congelación	
a: ziploc	38775.86 \pm 1163.87
b:vacio	50006.67 \pm 11655.57
Secado	122,754.13 \pm 40,307.88
Salmuera	
a: 10%	33,197.65 \pm 12744.57
b:15%	44,239.93 \pm 17442.83
c: 20%	63,448.13 \pm 5,249.39

TABLA 2

Determinación de β -caroteno en los tratamientos aplicados a la flor de *cempasúchil*.

sabor, etc., y también una importante degradación de las propiedades nutricionales. La presencia de humedad depende del tipo de tratamiento usado para la conservación de la flor de *Cempasúchil*, es decir, para la flor conservada mediante el proceso de secado fue la que presenta el menor porcentaje de humedad retenida, seguida del tratamiento de refrigeración en bolsas de papel. Esto indica que durante la etapa de almacenamiento es de esperarse sea más estable ya que la poca cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano impedirá su reproducción.

En los tratamientos de congelación y salmuera al 10% se retuvo el mayor porcentaje de humedad; esto pone en riesgo a la flor debido a que se puede presentar crecimiento microbiano; aunque hay que considerar que el tratamiento por congelación inhabilita la movilidad del agua y la baja temperatura hace más estable la flor durante su almacenamiento (tabla 1).

El mercado actual de los pigmentos de *cempasúchil* no sólo demanda productos orientados a la alimentación de animales (aves, peces y crustáceos) y para el consumo humano, sino que se ha determinado la importancia tanto nutricional como funcional para la salud humana, debido a su efecto como anticancerígeno y antioxidante. La gama de colores que se pueden encontrar de la flor van desde un amarillo débil hasta anaranjado intenso; esta tonalidad se debe principalmente al pigmento principal llamado luteína.

En las tabla 2 se puede observar que existe una gran cantidad de β -carotenos presentes en la flor de *cempasúchil*, las determinaciones se realizaron después de 30 días de almacenamiento; los resultados indican que la flor conservada bajo el proceso de secado es la que más retiene el pigmento, seguida de la flor conservada en refrigeración en bolsas de papel. La conservación de la flor de *cempasúchil* con estos dos métodos parece ser el más adecuado ya que se obtiene baja humedad que asegura la conservación de la flor, así como un alto contenido del pigmento.

La calidad microbiológica de los alimentos procesados depende fundamentalmente de la contaminación inicial proveniente del material fresco, del método de conservación y condiciones operativas empleadas y de los tratamientos especiales efectuados en el producto antes y después de la técnica. Si bien durante el proceso de conservación se puede producir una reducción considerable del número de células viables de muchas especies microbiológicas, existen otras que son altamente resistentes y son capaces de sobrevivir, aportando un importante grado de contaminación al producto final. Se determinó que los tratamientos aplicados a la flor de *cempasúchil* son los adecuados para alargar la vida útil de esta, pues no se presentó ningún cambio que altere la estabilidad durante el almacenamiento por presencia de microorganismos durante el mes de prueba y vida de anaquel en este tiempo (tabla 3).

TRATAMIENTOS	HONGOS	LEVADURAS	MESOFILOS AEROBIOS
Secado	Negativo	Negativo	Negativo
Refrigeración	Negativo	Negativo	Negativo
Congelación	Negativo	Negativo	Negativo
Salmuera 10%	Negativo	Negativo	Negativo
Salmuera 15%	Negativo	Negativo	Negativo
Salmuera 20%	Negativo	Negativo	Negativo

TABLA 3

Determinación de (hongos, levaduras y aerobios mesófilos).

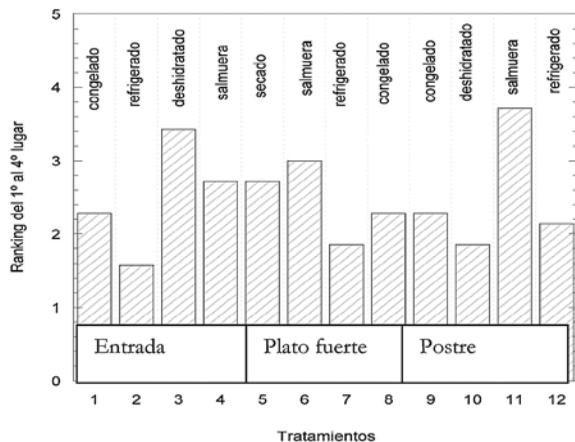


FIGURA 6

Resultados de la evaluación por prueba de preferencia de los platillos elaborados con la flor de *campasúchil* procesada: Atributo sabor.

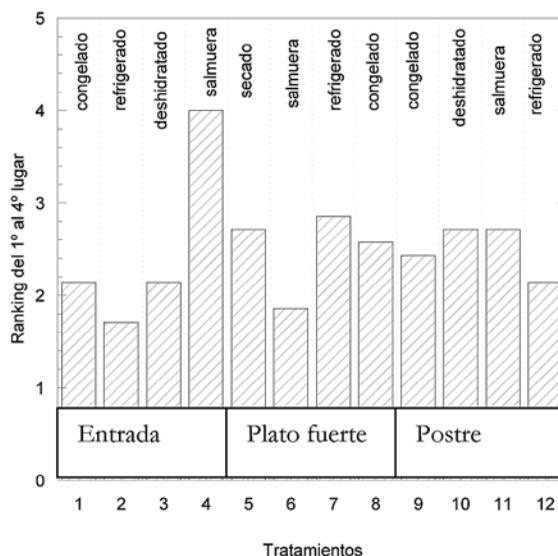


FIGURA 8

Resultados de la evaluación por prueba de preferencia de los platillos elaborados con la flor de *campasúchil* procesada: Atributo color

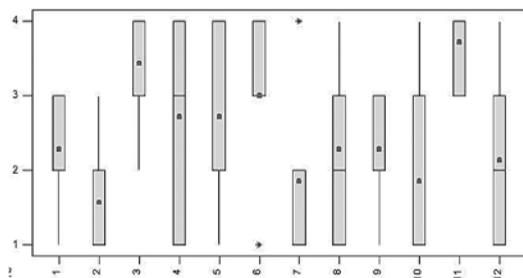


FIGURA 7

Error estadístico $p \leq 5\%$

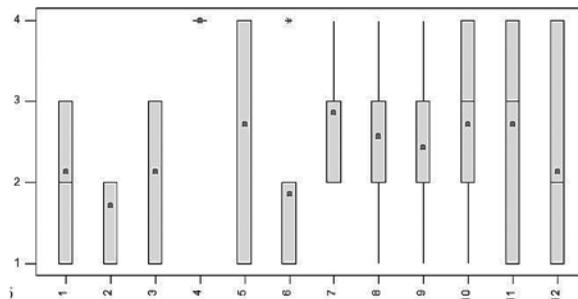


FIGURA 9

Error estadístico $p \leq 5\%$

La evaluación sensorial de los alimentos, constituye hoy en día un pilar fundamental para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios. Sin duda, el poder medir en el laboratorio el grado de satisfacción que brindará un determinado producto, nos permite anticipar la aceptabilidad que éste tendrá. El ser humano cuenta con el sentido del gusto, que se caracteriza principalmente en distinguir y disfrutar de 5 sabores, que son el salado, dulce, amargo, ácido y el umami. El sabor en un alimento es la clave para que un comensal regrese a degustar los alimentos; la flor de *campasúchil* se caracteriza por tener un sabor amargo, sin embargo, con el pretratamiento utilizado durante los procesos de conservación de la flor, ésta va perdiendo la amargura, existen métodos de conservación como el secado y salmuera que enfatizan otras características de la flor. Por lo anterior se evaluó y comparó sensorialmente las cuatro conservas, con el fin de observar la preferencia de los comensales por alguna de ellas en específico.

Como se puede observar en la figura 6, se evaluaron tres características principales del producto: sabor, color y textura, teniendo como resultados lo siguiente: de acuerdo a la figura 1, indica que la entrada; que consistió en una papa rellenas de crema de flor de *campasúchil*, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, tomando en cuenta los datos obtenidos de la evaluación y los cuatro tratamientos fueron igualmente aceptados. Respecto al plato fuerte que fue camarones con costra de coco y flor de *campasúchil*; no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 5, 7 y 8 respectivamente, pero en los tratamientos 6 y 7 sí se puede observar una diferencia significativa, teniendo mayor preferencia el tratamiento 6 y en menor escala el tratamiento 7. Con referencia al postre que fue un sorbete

de cítricos y flor de *campasúchil*; se observan diferencias estadísticas significativas en la preferencia entre los tratamientos 9 (flor congelada) y 11 (flor en salmuera), siendo la de mayor preferencia el tratamiento 11 (flor en salmuera); en relación a los otros tratamientos (9, 10 y 12) todos tuvieron el mismo grado de preferencia (figura 7).

En el atributo de color (figura 8), se observa que para la entrada existen diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento 4 (flor en salmuera) en comparación con el resto (1, 2, 3) que tuvieron el mismo grado de aceptación, siendo la más aceptada la crema hecho con flor tratada en salmuera. Para el plato fuerte se observó una diferencia con respecto al grado de aceptación en el tratamiento 6 (flor en salmuera) este fue menor en relación al tratamiento 5, 7 y 8 que presentaron el mismo grado de aceptación. Sin embargo para el platillo final (postre) no existen diferencias estadísticas significativas todos son igualmente aceptados (figura 9).

Con respecto a la textura (figura 10), en la entrada existen diferencias entre los tratamientos 1 y 4, 2 y 4 siendo el tratamiento 4 (flor en salmuera) el de mayor preferencia, no existen deferencias entre 3 y 4 son igualmente aceptados.

En el plato fuerte existen diferencias estadísticas entre los tratamientos de conservación 5 (flor deshidratada) y 7 (flor refrigerada) siendo el 7 (flor refrigerada) más aceptado, en relación a los otros tratamientos (6, 7 y 8) todos son igualmente aceptados.

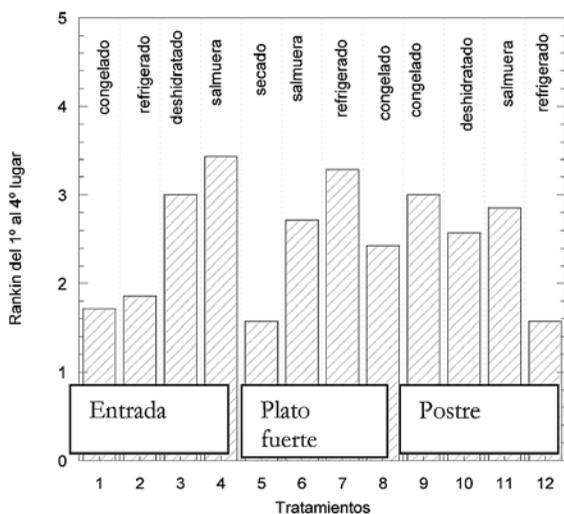


FIGURA 10

Resultados de la evaluación por prueba de preferencia de los platillos elaborados con la flor de *campasúchil* procesada: Atributo textura.

En relación al postre y el atributo textura sólo existen diferencias entre los tratamientos 9 (flor congelada) y 12 (flor refrigerada) siendo el más aceptado el 9 (flor congelada), en relación los demás tratamientos (10, 11 y 12) son igualmente aceptados (figura 11).

CONCLUSIONES

Las conservas en general mantuvieron una buena calidad de vida de anaquel durante los procesos de conservación, teniendo un cambio mínimo de pigmentación; además de retener los $\mu\text{g} \div 100\text{g} = (\text{Do} \times 3.857 \times V^*100) \div m$ -carotenos, y poca probabilidad de crecimiento bacteriano, gracias a las técnicas de conservación, así como buenos inhibidores de la actividad del agua como la congelación, o otros agentes externos como la sal, que permitieron la subsistencia del producto en buen estado, reflejando la buena técnica y aceptación de la flor en referencia a los conservas.

Con respecto al grado de aceptación, se puede concluir que la flor en sus diversas presentaciones se califica con diferencias mínima entre cada una de ellas.

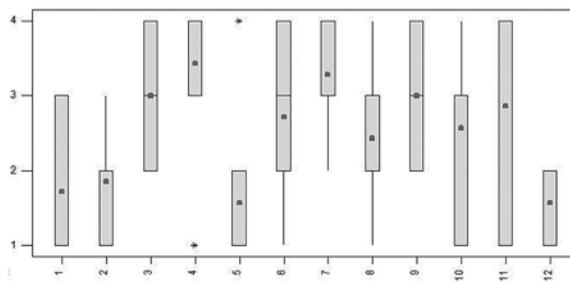


FIGURA 9

Error estadístico $p \leq 5\%$

LITERATURA CITADA

- AOAC, 1984.** *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Maryland, USA.
- FERRER, C., 2007.** *Cocina para inútiles*. Carena editors. Segunda edición. Valencia España. 101- 104 pp.
- FRANCO-M, A.L., D. MARRIESCURRENA-B., A. PÉREZ-H., L. MENDOZA-C., & A. MISRAHI, 2008.** *En la cocina de Afrodita*. Robinbook. Primera edición Barcelona. 97-98 pp.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995,** Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- PÉREZ, M.** Issuu. 20 de julio de 2009 <http://issuu.com/mperezp_06/docs/flores-1>.
- SANTOS, A. & F. ESPARZA, 1995.** Manual de prácticas de química y bioquímica de alimentos. 1ª ed. México. Universidad Autónoma de Chapingo. 49-50 p.
- SUEIRO, E.** 13 de agosto 2008 <http://www.abc.es/hemeroteca/historico-13-08-2008/abc/TvyRadio/gastronomia-las-flores-tambien-se-comen_803767707219.html#>.
- VALDEZ-G., Y., G. VELÁSQUEZ-G., Y N. BÁRCENAS-O., 1998.** *Delicias culinarias de la Floricultura*. Facultad de Ciencias Agrícolas. UAEM. México.
- VERTI, S. 2006.** *Cocinando con flores*. Panorama editorial. Primera edición. México:. 9- 17 pp.
- VELÁZQUEZ S., I., 2001.** Entomología. Net. 10 de enero de 2001 <<http://entomologia.net/idolina.htm>>.

Rentabilidad del cultivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* L., (Piscis, Cichlidae), en Chiapas, México

Francisco Javier Toledo-Solis¹, Arkady Uscanga-Martínez^{2*}, Gustavo Rivera-Velázquez¹,
Zulma Janet Ramos-Zavala, Lesvia Lucero Solis-Velasco², Dimas Cruz-Hernández³

¹Laboratorio de Acuicultura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Pte. No. 1150 Col. Lajas Maciel C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. | ²Laboratorio de Nutrición y Producción Acuícola, Campus del Mar, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Juan José Calzada esq. Calzada de Guadalupe C.P. 30500, Col. Evolución, Tonalá, Chiapas, México. Autor de Correspondencia, E-mail: *arkady.uscanga@unicach.mx | ³Comite Estatal de Sanidad Acuicola de Chiapas A.C., Av. 2da. Sur Pte. No. 568 altos, Col. Centro C.P. 2900, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

RESUMEN

En Chiapas el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en los embalses artificiales ha sido exitoso. Sin embargo, el programa de cultivo de tilapia en las comunidades rurales es aún deficiente. En este artículo, se describe el esquema de producción que promueve la Secretaría de Pesca y Acuicultura del estado de Chiapas en comunidades rurales. El tiempo de cultivo fue de 181 días, en él se registró un peso promedio final de 260.5 ± 72.9 g en el estanque I y de 237.2 ± 63 g estanque II alimentados con pienso comercial. Se evaluó la rentabilidad económica a tres años, mediante indicadores financieros como el estado flujo de efectivo, balance general, estado de resultado, diagrama de flujo neto de efectivo y las pruebas de rentabilidad del valor actual neto (VAN), relación beneficio/costo (B/C), tasa interna de rendimiento (TIR) y el punto de equilibrio (Q). Como resultado se obtuvo que este tipo de proyecto en su esquema de producción no es rentable, porque no genera utilidades y no se recupera la inversión inicial. Únicamente puede generar un aporte extra al ingreso familiar al final de cada ciclo de cultivo, pero no es la actividad principal para la captación de recursos económicos del grupo o socios beneficiados.

Palabras clave: Tilapia, Rentabilidad económica, *Oreochromis niloticus*, Chiapas.

ABSTRACT

In Chiapas tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in artificial reservoirs has been successful. However, tilapia breeding program in rural communities is still deficient. In this paper, we describe the production scheme that promotes the Secretary of State Fisheries and Aquaculture in rural communities. The culture time was 181 days, which was recorded an average weight 260.5 ± 72.9 final g in the pool I and 237.2 ± 63 g pond II fed commercial feed. Economic viability was assessed three years by financial indicators such as the state cash flow, balance sheet, income statement, diagram of net cash flow and profitability tests net present value (NPV), benefit / cost ratio (B/C), internal rate of return (IRR) and the equilibrium point (Q). The result was that this type of project as a production scheme is not profitable, because they do not generate profits and recover the initial investment. Could only generate an extra contribution to family income at the end each crop cycle, but not main income of the group or partners benefit.

Key words: Tilapia, Profitability economic, *Oreochromis niloticus*, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

La tilapia (*Oreochromis niloticus* L., Piscis, Cichlidae), fue introducida en México durante el año de 1964 (Morales, 1974; Arredondo et al., 1994) con el fin de establecer programas de repoblamiento en los embalses artificiales y promover el cultivo piscícola en las comunidades rurales (Arredondo y Guzmán, 1986). Sin duda, el programa de repoblamiento ha sido exitoso, creando una de las pesquerías de agua dulce más importantes de país (Arredondo y Lozano, 1996). En Chiapas el embalse de mayor producción de tilapia es la presa La Angostura, con una producción de 819.59 toneladas en 2011 (Conapesca,

2012); donde se ha generando beneficios sociales y económicos. Sin embargo, el programa de fomento piscícola para las comunidades rurales, no ha tenido los mismos resultados a pesar de los más de 40 años de operación.

La Secretaría de Pesca y Acuicultura es una institución oficial del gobierno del estado de Chiapas, que provee el financiamiento y asesoría a las comunidades rurales para establecer el cultivo de la tilapia (*O. niloticus*). Asimismo, ha mantenido estas actividades como programas continuos con la finalidad de contribuir en el ingreso familiar y fomentar el desarrollo económico

rural. Este sistema de producción de tilapia está dirigido a grupos que se encuentran realizando actividades como agricultura y ganadería. Por tanto, al momento de dirigir su esfuerzo para realizar el cultivo de peces se encuentran con problemas que van desde la programación de siembra de alevines, hasta el seguimiento en el proceso de producción y comercialización; además de la insuficiencia de personal técnico capacitado que dirija o asesore estos proyectos. El problema es aún mayor cuanto el cultivo se intenta llevar a escala comercial, por los elevados precios de los insumos de producción. Uno de los más caros es el alimento, el cual llega a representar entre el 40 y 60% de los costos totales de producción (De la Higuera, 1987; Herpher, 1993; Cruz- Suárez *et al.*, 2002; El-Sayed, 2006). Por tanto, se considera que el programa de fomento piscícola con el cultivo de tilapia para comunidades rurales en el estado, no contribuye en la generación de ingresos al grupo o familia que cuenta con una unidad de producción y la inversión realizada no es recuperada.

En el presente estudio se describe el proceso de producción de un ciclo de cultivo de tilapia (*O. niloticus*) del ámbito rural en la costa de Chiapas; siguiendo el procedimiento de los extensionistas de la Secretaría de Pesca y Acuicultura, en donde se evaluó la rentabilidad económica de la producción de tilapia a tres años.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rancho Los Laureles ubicado en la ranchería Santa Cruz, municipio de Tonalá, Chiapas, México (figura 1). En la unidad de producción se tiene un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de 29.2°C y una precipitación media anual de 1,664.6 mm (CONAGUA, 2009).

El cultivo se realizó en julio de 2009 a enero de 2010 en dos estanques rectangulares de 7x25x1.1 m impermeabilizados con geomembrana de 1 mm de espesor, con capacidad de 175 m³, en donde se sembraron 10 org/

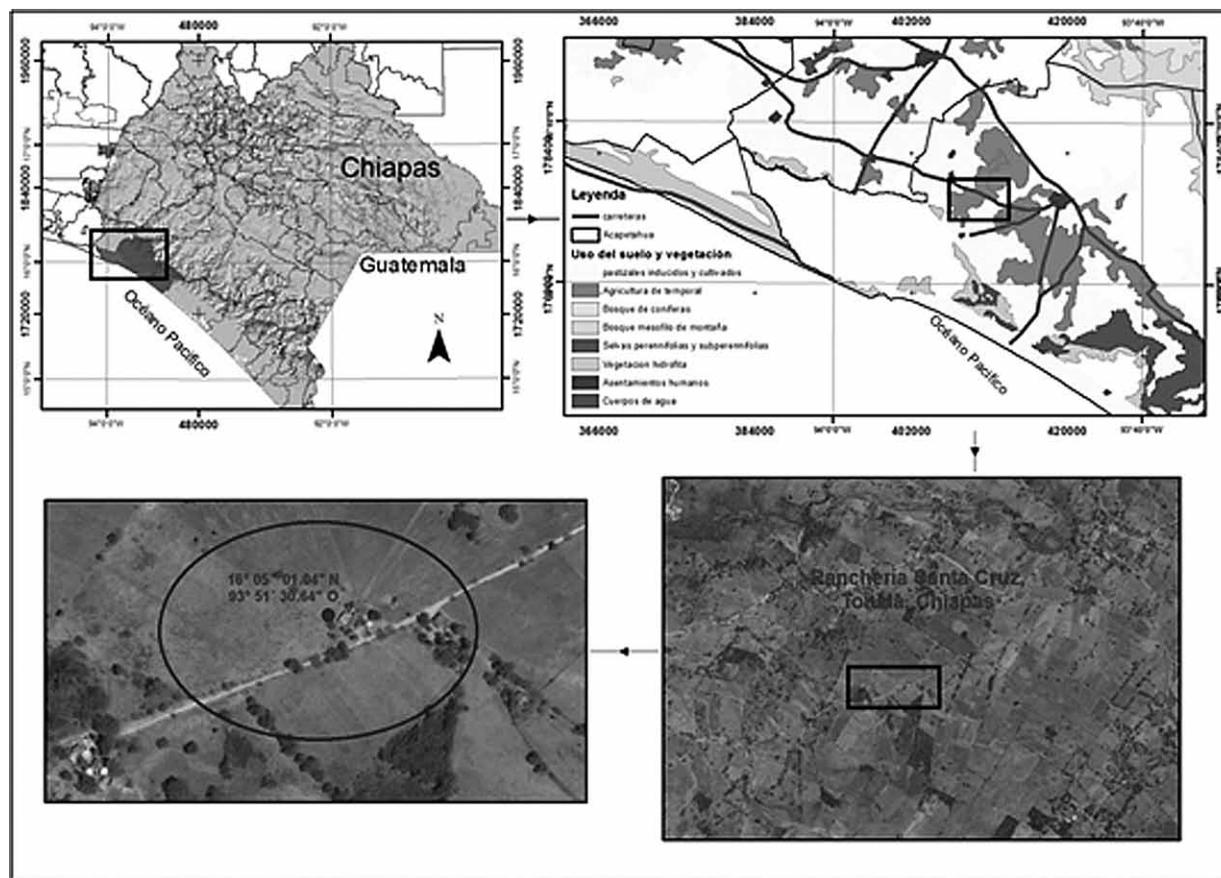


FIGURA 1

Ubicación geográfica de la unidad de producción con coordenadas 16° 05' 01.04" N y 93° 51' 30.64" O.

Etapa	I	II	III
Semanas	1 a 6	7 a 17	18 a 26
Alimento Purina®	Nutripec 4310 C	Nutripec 3508 E	Nutripec 2505 F

TABLA 1

Etapas de alimentación para tilapia con alimento comercial Nutripec.

m3 con peso inicial de 0.13 ± 0.08 g y una longitud total de 2.2 ± 0.3 cm. Todos los días por las mañanas (06:30-07:30 hrs) se realizó un recambio de agua del 1.90%. El suministro del agua se realizó con una bomba eléctrica marca Siemens modelo Hc2H5 de 1hp. El drene del agua de los estanques se realizó mediante un tubo de PVC de 4" de diámetro adaptado en el fondo de los estanques.

Los alevines masculinizados se obtuvieron del Centro Acuícola Florencio Jiménez, municipio de Tuxtla Chico, Chiapas. Los alevines fueron transportados en bolsas de plástico, las cuales se colocaron dentro de los estanques a cultivar. Después de 15 minutos se abrieron para agregarles agua del estanque, en la misma proporción a la cantidad de agua que contenían. Se esperó un minuto y se colocó una porción similar a la anterior, para después de otro minuto liberar las crías al estanque. En este caso, las larvas fueron liberadas en tinas de 90 L que contenían agua de los estanques y oxigenación continua. Se efectuó el conteo de larvas de manera directa y se tomó una muestra aleatoria para conocer los promedios iniciales de peso (g) y longitud total (cm).

Se alimentaron en tres etapas con alimento comercial Nutripec (Purina®). La ración de alimento varió del 7.5 al 1.5% del total de la biomasa, suministrándose en tres porciones al día en intervalos de 5 hrs, iniciando a las 08:00 hrs y finalizando a las 18:00 hrs (Tabla 1).

Durante el cultivo cada 14 días a las 8:00 hrs, se midió el oxígeno disuelto (OD) con un oxímetro YSI 85® en (mg/L) y el pH con un potenciómetro pHTestr 2®. La temperatura del agua se midió todos los días con un termómetro de mínima-máxima HAN KOOK HT-088® (°C) a la misma hora. Las biometrías (peso y longitud total) se realizaron al inicio del cultivo, un mes después y posteriormente cada 14 días hasta finalizar el experimento. La longitud total (cm) se midió con un ictiómetro graduado en mm y el peso (g) con una balanza digital OHAUS® con precisión de ± 0.1 g. Se evaluó la sobrevivencia en porcentaje y el factor de conversión de

INSUMOS	INCREMENTO ANUAL
Alimento (Nutripec)	20%
Luz (Tarifa 02)	10%
Gasolina (Magna)	7%
Salarios	6%
Larvas	5%

TABLA 2

Porcentaje de incremento anual en los insumos de producción para el cultivo de tilapia en la ranchería Santa Cruz, Tonalá, Chiapas.

alimento (FCA) por el método descrito por Cortés *et al.*, (2003) y Kuri-Nivon (1980) respectivamente.

Análisis financiero

La evaluación financiera se proyectó para tres años utilizando los estados financieros de estado flujo de efectivo, balance general, estado de resultado y diagrama de flujo neto de efectivo. Se aplicaron las pruebas de rentabilidad del valor actual neto (VAN), relación beneficio/costo (B/C), tasa interna de rendimiento (TIR) y punto de equilibrio (Q) descritas por Guardado, (1996); Gallardo, (1998) y Baca (2007). La tasa mínima atractiva (TREMA) fue de 4.91, según lo establecido para este tipo de proyectos por el Banco de México el día 20 de marzo de 2010 (Banxico, 2010). Para el punto de equilibrio (Q) los costos fijos son originados por los gastos de administración, amortizaciones y depreciaciones.

El precio de venta del producto se incrementó en un 5% sobre el costo unitario de producción para los próximos años. El incremento de precios en los insumos de producción como el alimento y larvas fueron incrementados de acuerdo al promedio anual de años anteriores. Para energía eléctrica, gasolina y salarios se realizó de acuerdo a los incrementos que reportó la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI) en el 2010. El salario mínimo de un jornalero en la zona de estudio es de \$100.00 pesos al día, para estar a cargo de la unidad de producción. Por lo tanto, se generó un gasto de administración para el primer semestre de \$18,000.00 pesos, incrementándose para los próximos ciclos de cultivos (tabla 2).

En el análisis financiero se considero el 30% como pago de impuesto sobre la renta (I.S.R.) y el 10% de participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa (P.T.U.). Según lo establecido por la Ley de Impuesto Sobre la Renta y la Ley Federal del Trabajo respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

El peso promedio y longitud total de *O. niloticus* al finalizar el ciclo de cultivo en los dos estanques resultó similar. En el estanque I se registró un peso y longitud total de 260.5 ± 72.9 g y 22.6 ± 2.1 cm, y en el estanque II de 237.2 ± 63 g y 22.1 ± 1.9 cm respectivamente. El comportamiento del crecimiento en peso durante el ciclo de cultivo para los dos estanques se muestra en la figura 2, se observa que a partir del día 174 los peces del estanque I siguen ganando peso; mientras que en el estanque II se observa una ligera disminución del crecimiento.

El crecimiento en peso obtenido en el cultivo de seis meses es similar a lo reportado por Muñoz y Garduño (1994), quienes alcanzaron un peso promedio de 239.60 ± 27.94 g para la misma especie en estanques rústicos, en seis meses de cultivo durante la estación fría del año; también a lo reportado por Escalera (2006), con pesos promedios de 250.23 a 323.35 g en diferentes tratamientos con una dieta formulada en la zona en un periodo de cultivo de seis meses en estanques rústicos rectangulares; menor a lo descrito por Navarro (2002), quien obtuvo un peso promedio de 250 g en policultivos con estanques rústicos en 151 días de cultivo. Y mayor a lo obtenido por Teco (2007), quien reportó pesos promedios de 114.3 a

150 g para los diferentes tratamiento en jaulas flotantes en un periodo de cultivo de 150 días.

Factor de conversión de alimento (FCA)

El FCA obtenido con el alimento comercial Nutripec se encuentra dentro del rango establecido para *O. niloticus*. El estanque I se obtuvo un FCA de 1.11 y en el estanque II de 1.55. El valor obtenido en el estanque I es similar a lo reportado por Navarro (2002); Teco (2007) y Poot *et al.*, (2009), quienes obtuvieron un FCA que fluctuó de 1.16 a 1.3 con diferentes piensos comerciales. Sin embargo, en el estanque II se registró un FCA más elevado, pero dentro del rango recomendado por el fabricante del alimento (Purina, 2010). Estas variaciones del FCA entre los estanques, dependen principalmente de las diferencias entre los peces mostrando mayor o menor capacidad de asimilación proteica, selección genética, talla, sexo, edad, peso inicial de los peces y del manejo técnico durante el cultivo (Vega, 1990; Jones y Ruscoe 1996; Jussila, 1997; Jones y De Silva, 1997; Cruz-Suárez *et al.*, 2002; Catacutan, 2002).

Sobrevivencia

Se registró una sobrevivencia del 75% en el estanque I y del 58.1% en el estanque II. La mortalidad se atribuye principalmente a la depredación por aves, coincidiendo

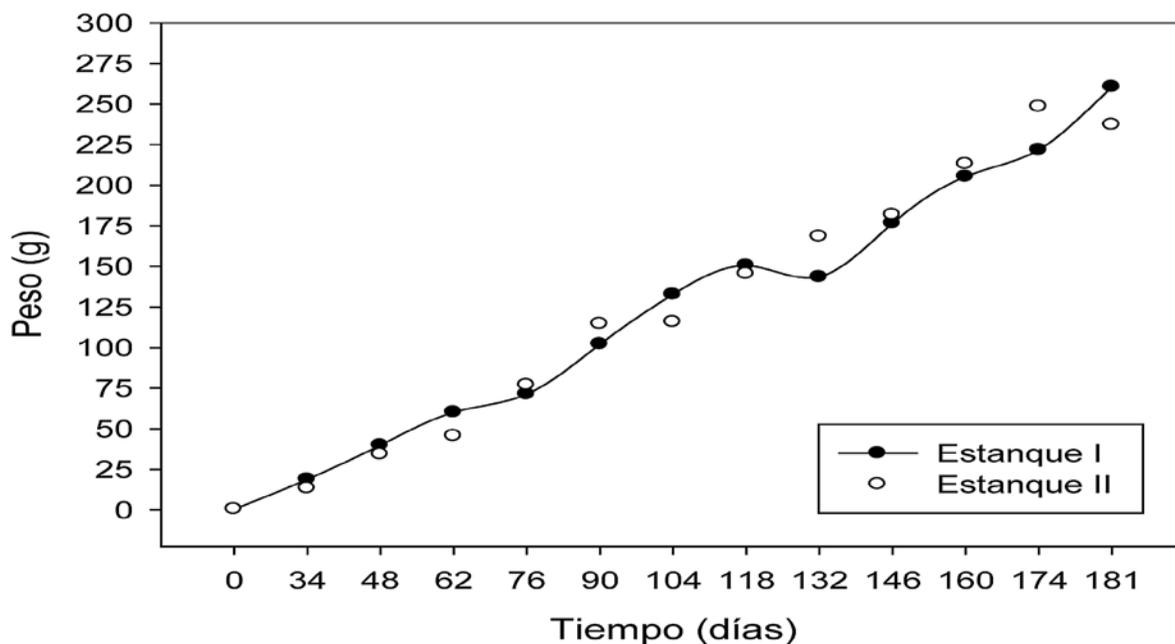


FIGURA 1

Ubicación geográfica de la unidad de producción con coordenadas $16^{\circ} 05' 01.04''$ N y $93^{\circ} 51' 30.64''$ O.

con lo reportado por Muñoz y Garduño (1994); Escalera (2006) y Teco (2007) quienes en sus experimentos adjudican la mortalidad a la depredación por aves. Aunado a lo anterior, los estanques no contaron con malla antipájaro las primeras cinco semanas del ciclo de cultivo. Las aves de mayor incidencia en los estanques fueron el pato buzo (*Phalacrocorax brasilianum*) y el garzón blanco (*Ardea alba*), cuya alimentación se basa en peces (Elizondo, 2001).

Producción

Se obtuvo una producción total de 558.04 kg, en donde la producción del estanque I fue de 335.18 kg y de 222.86 kg en el estanque II. La menor producción obtenida en este estanque se adjudica principalmente a la alta mortalidad (41.9%) y al menor peso alcanzado por los organismos.

Parámetros de calidad del agua (oxígeno, temperatura y pH)

Los parámetros de calidad del agua como la temperatura y pH se mantuvieron dentro de lo recomendado para el cultivo de la especie, a excepción del oxígeno disuelto. El promedio de este último parámetro para el estanque I

resultó de 3.6 ± 3.1 mg/L y en el estanque II de 3.5 ± 3.0 mg/L. La concentración mínima de oxígeno disuelto registrada fue de 0.6 mg/L en el estanque II y la concentración máxima de 9.8 mg/L en el estanque I. Este parámetro se comportó igual en los dos estanques pero se mantuvo por debajo del rango óptimo (4 a 6 mg/L) para cultivo de la especie según lo reportado por SEPESCA (1988); Cabañas (1995) y Boyd (1981); esto se adjudica a que no se contó con un sistema de oxigenación en los estanques de producción.

La temperatura media del agua registrada en los estanques resultó de 28.4 ± 3.8 °C, la mínima de 16 °C y la máxima de 39 °C. La temperatura durante el ensayo fue en descenso, porque el ciclo de cultivo inició en verano y finalizó en invierno. Se registró un pH promedio de 8.0 ± 0.6 y 7.9 ± 0.7 en el estanque I y II respectivamente. La temperatura y pH estuvieron dentro de los niveles recomendados por Balarin-Hatton (1979); SEPESCA (1988); Cabañas (1995); Bocek (1996); Arredondo-Ponce (1998); Iturra (2008) y Poot *et al.* (2009). El mantener una buena calidad de agua generará un buen desarrollo en los organismos, logrando el éxito del cultivo y por lo consiguiente buenos rendimientos económicos (D'Abramo y Castell, 1996).

ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	2009	2010		2011		2012
	1 cultivo	2 cultivo	3 cultivo	4 cultivo	5 cultivo	6 cultivo
SALDO INICIAL		17,299.5	19134.1	20,968.8	23,006.1	25,043.3
ENTRADAS						
Inversión inicial	130,372.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Precio de venta por Kg	31.0	37.0	37.0	41.1	41.1	45.8
Producción en Kg	558.0	1041	1041	1041	1041	1041
Ventas	17,299.5	38,527.2	38,527.2	42,769.4	42,769.4	47,648.8
TOTAL DE ENTRADAS	147,671.5	55,826.7	57,661.4	63,738.2	65,775.4	72,692.1
SALIDAS						
Materia prima	9,063.0	14,677.5	14,677.5	17,337.4	17,337.4	20,515.4
Gastos de instalación	58,833.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Terreno	11,869.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Equipos de producción	26,200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herramientas de producción	3,689.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Costos de producción	2,718.0	2,935.1	2,935.1	3,169.9	3,169.9	3,426.1
Gastos de administración	18,000.0	19,080.0	19,080.0	20,224.8	20,224.8	21,438.3
TOTAL DE SALIDAS	130,372.0	36,692.6	36,692.6	40,732.1	40,732.1	45,379.8
SALDO FINAL	17,299.5	19,134.1	20,968.8	23,006.1	25,043.3	27,312.3

TABLA 4

Estado flujo de efectivo de la unidad de producción para seis ciclos de cultivo.

BALANCE GENERAL	2009		2010		2011		2012	
	1 cultivo	2 cultivo	3 cultivo	4 cultivo	5 cultivo	6 cultivo		
ACTIVO CIRCULANTE								
Caja	17299.5	19,134.1	20,968.8	23,006.1	25,043.3	27,312.3		
Total	17299.5	19,134.1	20,968.8	23,006.1	25,043.3	27,312.3		
ACTIVO FIJO								
Gastos de instalación	58,833.0	58,833.0	58,833.0	58,833.0	58,833.0	58,833.0		
Amortización de gastos de instalación	-1,470.8	-2,941.7	-4,412.5	-5,883.3	-7,354.1	-8,825.0		
Terreno	11,869.0	11,869.0	11,869.0	11,869.0	11,869.0	11,869.0		
Equipo de producción	26,200.0	26,200.0	26,200.0	26,200.0	26,200.0	26,200.0		
Depreciación de equipo de producción	-3,275.0	-6,550.0	-9,825.0	-13,100.0	-16,375.0	-19,650.0		
Herramientas de producción	3,689.0	3,689.0	3,689.0	3,689.0	3,689.0	3,689.0		
Depreciación de herramientas de producción	-461.1	-922.3	-1,383.4	-1,844.5	-2,305.6	-2,766.8		
Total	95,384.1	90,177.1	84,970.2	79,763.2	74,556.3	69,349.3		
TOTAL DE ACTIVO	112,683.6	109,311.2	10,5938.9	10,2769.3	99,599.6	96,661.6		
PASIVO								
Impuesto de I.S.R. 30%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
P.T.U. por pagar 10%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
CAPITAL								
Capital social	130,372.0	130,372.0	130,372.0	130,372.0	130,372.0	130,372.0		
Utilidad del periodo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Pérdida del periodo	-17,688.4	-3,372.3	-3,372.3	-3,169.7	-3,169.7	-2,938.0		
Utilidades acumuladas anteriores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Pérdidas acumuladas anteriores	0.0	-17,688.4	-21,060.8	-24,433.1	-24,433.1	-30,772.4		
Total	112,683.6	109,311.2	105,938.9	102,769.3	99,599.6	96,661.6		
TOTAL PASIVO+CAPITAL	112,683.6	109,311.2	105,938.9	102,769.3	99,599.6	96,661.6		

TABLA 5

Cálculo del balance general de la unidad de producción para seis ciclos de cultivo.

ESTADO DE RESULTADO	2009	2010		2011		2012
	1 cultivo	2 cultivo	3 cultivo	4 cultivo	5 cultivo	6 cultivo
(+) INGRESOS	17,299.5	38,527.2	38,527.2	42,769.4	42,769.4	47,648.8
(-) Materia prima	9,063.0	14,677.5	14,677.5	17,337.4	17,337.4	20,515.4
(-) Costo de producción	2,718.0	2,935.1	2,935.1	3,169.9	3,169.9	3,426.1
(-) Gastos de administración	18,000.0	19,080.0	19,080.0	20,224.8	20,224.8	21,438.3
(-) Amortizaciones y depreciaciones	5,207.0	5,207.0	5,207.0	5,207.0	5,207.0	5,207.0
(-) TOTAL DE EGRESOS	34,988.0	41,899.6	41,899.6	45,939.1	45,939.1	50,586.8
(=) UTILIDAD BRUTA	-17,688.4	-3,372.3	-3,372.3	-3,169.7	-3,169.7	-2,938.0
(-) Impuesto de I.S.R. 30%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(-) P.T.U. por pagar 10%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UTILIDAD NETA	-17,688.4	-3,372.3	-3,372.3	-3,169.7	-3,169.7	-2,938.0

TABLA 6

Cálculo del estado de resultado de la unidad de producción para seis ciclos de cultivo.

Inversión	1 cultivo	2 cultivo	3 cultivo	4 cultivo	5 cultivo	6 cultivo
-130,372.0	-17,688.4	-3,372.3	-3,372.3	-3,169.7	-3,169.7	-2,938.0

TABLA 7

Diagrama flujo neto de efectivo de la unidad de producción seis ciclos de cultivo.

CULTIVOS	FLUJO NETO DE EFECTIVO	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN 4.91	FLUJO NETO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	FLUJO NETO DE EFECTIVO ACUMULADO
0	-130,372.0	1.00	-130,372.0	-130,372.0
1	-17,688.4	0.67	-11,863.5	-142,235.5
2	-3,372.3	0.91	-3,064.0	-145,299.5
3	-3,372.3	0.87	-2,920.6	-148,220.2
4	-3,169.7	0.83	-2,616.7	-150,836.8
5	-3,169.7	0.79	-2,494.2	-153,331.0
6	-2,938.0	0.75	-2,203.7	-155,534.7
			VAB(+)	-25,162.7
			VAP(-)	130,372.0
			VAN	-155,534.7

TABLA 8

Análisis del valor actual neto de la unidad de producción para seis ciclos de cultivo.

Análisis financiero

El establecimiento de la unidad de producción requirió de una inversión de \$130,372.00 pesos, el 62% del capital invertido (\$80,372.00 pesos) lo subsidiaron los programas de fomento acuícola de la Secretaría de Pesca y Acuicultura del estado de Chiapas y el resto el grupo

de trabajo. En la inversión se incluyeron los conceptos de materia prima, gastos de instalación, terreno, equipos de producción, herramientas de producción, costos de producción y gastos de administración.

Los cuatro estados financieros aplicados en el análisis de rentabilidad indican que se generarán pérdidas para

	VAN	/	VAP	=	
B/C	-155,534.70	/	130,372.00	=	-1.19

TABLA 9

Calculo de análisis beneficio-costo de la unidad de producción.

los próximos tres años de cultivo. El análisis del estado flujo de efectivo muestra que el proyecto dispondrá de un saldo de \$17,299.00 al finalizar el primer ciclo de cultivo, el cual se incrementará a \$27,312.30 para el sexto ciclo de producción (tabla 4). El flujo de efectivo generado por las ventas, se incrementaría para los próximos años por un mejor precio y una mayor producción. Pero este aún sigue siendo poco atractivo, como ingreso para los seis meses de cada ciclo de producción.

El balance general de la unidad de producción indica que el capital disminuirá a \$96,661.60 para el sexto ciclo de cultivo. También los activos de la unidad de producción y el capital del grupo disminuyen en lugar de incrementar para los próximos años. Esto es debido a que no se generaron utilidades por los bajos ingresos de la venta directa del producto. Además, de la disminución generada por la depreciación y amortización en los activos de la empresa (tabla 5).

El estado de resultados refleja que los egresos de la unidad de producción son mayores a los ingresos generados por la venta del producto, incurriendo en pérdida en los seis ciclos de producción. Por lo tanto, no se generan utilidades brutas positivas mucho menos utilidades netas para la unidad de producción (tabla 6).

Los flujos netos de efectivos de la unidad de producción son negativos para los seis ciclos de producción, van desde -17,688.40 a -2,938.00 pesos. Además de la inversión inicial requerida para el establecimiento de la unidad de producción (tabla 7). Por lo consiguiente, no se generan los flujos netos de efectivos positivos, siendo todos negativos en los seis ciclos de cultivos.

Las pruebas aplicadas para la evaluación de la rentabilidad económica de la unidad de producción determi-

naron que no es rentable y la inversión realizada no es recuperada. El análisis del valor actual neto (VAN) resultó negativo de -155,534.70 pesos, porque no se generaron flujos netos positivos; sumándose deudas a la inversión inicial (tabla 8).

El análisis de beneficio-costo (B/C) resultó negativo, indicando que se pierde la inversión inicial y además se generará una deuda de 0.19¢ por cada peso invertido en la unidad de producción (tabla 9). El análisis de tasa interna de rendimiento (TIR) no se determinó, debido a que no existen flujos netos de efectivos positivos en los ciclos de producción.

El análisis del punto de equilibrio recomienda un nivel mínimo de producción de 1.17 a 2.34 toneladas de tilapia para cada ciclo de producción, para evitar incurrir en pérdidas (tabla 10). Sin embargo, los niveles mínimos de producción determinados están por arriba de la capacidad de producción de las instalaciones establecidas en la unidad de producción. Por tanto, técnicamente no se podrá producir las cantidades recomendadas, porque no se cuenta con el nivel de tecnificación adecuado en la unidad de producción. Si se realizara esta tecnificación tendrá que considerarse para el análisis o incrementar la inversión inicial con los nuevos equipos adquiridos para obtener esta producción. Esto coincide con lo reportado por Zetina *et al.* (2006) para el estado de Veracruz; quien menciona que al aumentar la tipología del productor (inicial, artesanal, intermedia y empresarial) las utilidades generadas para el cultivo de tilapia son mayores.

CONCLUSIÓN

Las condiciones que se mantuvieron en esta investigación el cultivo de tilapia no se presentan las características para realizar una producción de giro comercial, debido a que el costo y gasto de producción son mayores a los ingresos y no generan utilidades. Se podría obtener una mínima utilidad al final de cada ciclo de cultivo y ser un ingreso extra a la economía familiar, si no se toma en cuenta el

PUNTO DE EQUILIBRIO	2009	2010		2011		2012
	1 cultivo	2 cultivo	3 cultivo	4 cultivo	5 cultivo	6 cultivo
F = Costo fijo (\$)	23,207.00	24,287.00	24,287.00	25,431.80	25,431.80	26,645.20
P = Precio unitario (\$)	31.00	37.00	37.00	41.10	41.10	45.80
V = Costo variable unitario (\$)	21.10	16.90	16.90	19.70	19.70	23.00
Q = Punto de Equilibrio (Kg)	2,346.80	1,208.90	1,208.90	1,189.30	1,189.30	1,170.00

TABLA 10

Cálculo del punto de equilibrio de la unidad de producción para seis ciclos de cultivo.

gasto de administración. Pero aun bajo estas condiciones, no se recuperaría la inversión inicial porque las utilidades generadas son mínimas y estas serían el pago de la persona a cargo de la unidad de producción. Sin embargo, con fines de autoconsumo y venta de excedente del pro-

ducto, el programa cumple un objetivo importante para las comunidades rurales del estado de Chiapas; acceder a una proteína de bajo costo y de primera calidad para la alimentación.

LITERATURA CITADA

- ARREDONDO, F., J.L., y A. M. GUZMÁN, 1986.** Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapia (Pisces: Cichlidae) introducción en México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.* 56 (2): 555-572.
- ARREDONDO, F., J.L., R. CAMPOS, M., V. FLORES, T. F. GONZÁLEZ y A. T. GARDUÑO, 1994.** *Desarrollo científico y tecnológico del banco de genoma de tilapia.* sepesca-UAMI. México. 86 pp.
- ARREDONDO, F., J.L. y S. LOZANO, 1996.** *Fundamentos de acuicultura.* México. 1-23 pp.
- ARREDONDO, F., J.L. y P. J. T. PONCE, 1998.** *Calidad del agua en acuicultura: conceptos y aplicaciones,* 3ª ed., Edit. AGT EDITOR S.A., México D.F. 4 pp.
- BACA, U. G., 2007.** *Evaluación de proyectos productivos,* 5ª ed., Edit. McGraw Hill, México D.F. 167-247 pp.
- BALARIN, J. D. & J. P. HATTON, 1979.** *Tilapia a guide to their biology and culture in Africa.* Inst. Of Aquaculture. University of Stirling, Stirling, Great Britain.
- BANXICO, 2010.** Banco de México. Tasas de interés interbancarias. Fondeo bancario. Recuperado en marzo 20, 2010 disponible en <http://www.banxico.org.mx/PortalesEspecializados/tasasInteres/mercadodevalores.html>
- BOCEK, A., 1996.** *Introduction to Aquaculture.* Water harvesting and aquaculture for rural development. Fertilization. html.
- BOYD, E. C., 1981.** *Water quality for ponds fish cultura.* Elsevier. USA. 318 pp.
- CABAÑAS, L. P., 1995.** *Diseño y operación de un sistema intensivo de cultivo de cría de tilapia (Oreochromis spp.)* Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- CATACUTAN, M. R., 2002.** Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. *Aquaculture* 208: 113-123.
- CONAPESCA, 2012.** Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Subdelegación de pesca de Chiapas. *Datos oficiales de producción del 2011,* del oficio No. BMMIC/038/2012. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- CONAGUA, 2009.** Comisión Nacional del Agua, Normales Climatológicas 1971-2000, Servicio Meteorológico Nacional, Estación: 00007201 Tonalá, Chiapas, México. Recuperado en febrero 12, 2009 disponible en <http://smn.cna.gob.mx/>
- CORTÉS, J. E., C. H. VILLARREAL y R. M. RENDÓN, 2003.** Efecto de la frecuencia alimenticia en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de langostas de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Decápoda: Parastacidae). *Hidrobiológica.* 13(2): 151-158.

- CRUZ-SUÁREZ, E., M. D. RICQUE, M. TAPIA-SALAZAR, L. F. MARTÍN-SALDIVAR, B. C. GUAJARDO, M. NIETO-LÓPEZ y A. SALINAS-MILLER, 2002.** *Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México.* Ponencia presenta en el VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola Cancún, Q. R., México.
- D'ABRAMO, L. y D. J. CASTELL, 1996.** Metodología para la investigación nutricional. 103-121 En: Cruz Suárez, L. E., Ricque Marie, D., Mendoza, R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola III.* Memorias del tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 11 al 13 de Noviembre del 1996. Monterrey, Nuevo León, México.
- DE LA HIGUERA, M., 1987.** *Requerimientos de proteínas y aminoácidos en peces en Nutrición en Acuicultura II.* Espinosa y Labarta (Eds). CAICYT. Madrid. 53-98 pp.
- ELIZONDO, C. L. H., 2001.** *Especies de Costa Rica.* Instituto Nacional de Biodiversidad. Recuperado en junio 30, 2001 disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=2890&-Find>
- EL SAYED, A. F. M., 2006.** Tilapia culture. CABI. USA, 275 pp.
- ESCALERA, G. A. I., 2006.** Fertilización orgánica de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) en estanques rústicos bajo un sistema de policultivo con mojarra tahuina (*Cichlasoma trimaculatum*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México. 60 pp.
- GALLARDO, C. J., 1998.** *Formulación y evaluación de proyectos de inversión: un enfoque de sistemas.* Edit. McGraw-Hill, México D.F. 67-101 pp.
- GUARDADO, C. G., 1996.** *Contabilidad Financiera*, 2ª ed., Edit. McGRANW-HILL, México D.F. 73 pp.
- HEPHER, B., 1993.** *Nutrición de peces comerciales en estanques.* Limusa. México. 406 pp.
- ITURRA, J., 2008.** *Manual de crianza tilapia nicovita.* Recuperado febrero 25, 2010 disponible en <http://librosdeciencias.blogspot.com/2008/10/manual-de-crianza-tilapia-nicovita.html>
- JONES, C. & I. RUSCOE, 1996.** *Production technology for redclaw Crayfish (Cherax quadricarinatus).* Final report. Fisheries Research and development Corporation. Freshwater Fisheries & Aquaculture Centre Walkamin, Australia. pp. 155.
- JONES, P. L. & S. S. DE SILVA, 1997.** Apparent nutrient digestibility of formulated diets by the Australian freshwater Crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Parastacidae). *Aquaculture Research* 28: 881-891.
- JUSSILA, J., 1997.** *Physiological responses of astacid and parastacid crayfishes (Crustacea: Decapoda) to conditions of intensive culture.* Kuopio University Publications C. natural and Environmental Sciences. Perth, Western Australia. pp. 136.
- KURI-NIVON, E., 1980.** *Instructivo para la determinación del factor de conversión de alimentos (F.C.A.)* Manuales Técnicos de Acuicultura Año I, No. 1, México. 34 pp.
- MORALES, D. A., 1974.** *El Cultivo de la Tilapia en México.* Datos biológicos, Instituto Nacional de Pesca. INP. 25 pp.

- MUÑOZ, C. G. y L. M. GARDUÑO, 1994.** *Comparación del crecimiento entre O. niloticus, O. mossambicus y su híbrido bajo condiciones de cultivo.* Sección de acuicultura Vol. 25, Núm. 4, Centro de investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- NAVARRO, H. A., 2002.** *Ensayo de dos modelos de policultivo empleando bagre (Ictalurus punctatus) tilapia híbrida (O. niloticus Vs. O. mossambicus) y langostino (Macrobrachium tenellum), en estanques semi-rústicos caso Jocotepec, Jalisco.* Tesis maestría acuicultura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima; Manzanillo, Colima, México.
- POOT, D. C. A., N. R. A. SALAZAR & H. M. F. HERNÁNDEZ, 2009** septiembre. *Evaluación de dietas comerciales sobre el crecimiento de tilapia (Oreochromis niloticus) (Linnaeus), etapa crianza.* Ponencia en el 2° Congreso Internacional de Investigación, Cd. Delicias, Chihuahua, México. Recuperado mayo 25, 2010 disponible en <http://www.itescham.com/Syllabus/Doctos/r1976.PDF>
- PURINA, 2010.** *Plan de alimentación para clima cálido,* Alimentos Purina Agribands Purina México, S.A de C.V. México D.F. <http://www.nutrimentospurina.com/peces/productos/tilapia-clima-calido> (Consultado el 23 de marzo de 2010).
- SEPESCA, 1988.** Secretaría de Pesca y Acuicultura. *Manual técnico para el cultivo de la tilapia en los centros acuícolas de la secretaría de pesca.* SEPESCA. México D.F. 27-28 pp.
- SEPESCA, 2010.** Secretaría de Pesca y Acuicultura, Portal de Pesca y Acuicultura, Gobierno del Estado de Chiapas 2006-2012, Tonalá Chiapas, México. <http://www.pesca.chiapas.gob.mx/pesca/default.php> (Consultado el 08 de febrero de 2010).
- TECO, M. S., 2007.** *Determinación de la tasa de alimentación óptima en tilapia (Oreochromis niloticus) para engorda en jaulas flotantes, centro de producción y fomento piscícola APIC-PAC, Chiapas.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México. 60 pp.
- VEGA, R., 1990.** Alimentación de Salmonídeos. Avances en Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. UACH. 285-315 pp.
- ZETINA, C. P., J. L. RETA M, P. C. OLGUÍN, B. R. ACOSTA y S. G. ESPINOSA, 2006.** El cultivo de tilapia (*Oreochromis* spp) en la rentabilidad de seis agroecosistemas en el estado de Veracruz, <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61344203> (Consultado el 12 de Marzo del 2009) México. 169-179 pp.

Diversidad y abundancia de la avifauna en el rancho Villahermosa, municipio de Ocozocoautla, Chiapas, México

¹Orlando Lam Gordillo, ¹Mario A. López Miceli, ¹Ana K. Chanona Pérez, ¹Jésus A. Díaz Cruz, ¹David Sandoval Gómez

¹Facultad 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: olg_4@hotmail.com | *Fotografías: Orlando Lam Gordillo y Mario Alberto López Miceli.

RESUMEN

Se estudió la diversidad y abundancia de la avifauna en el Rancho Villahermosa, Ocozocoautla, Chiapas, México. Los muestreos se realizaron a partir de cuatro salidas a campo durante la temporada de Agosto a Octubre de 2011. Se obtuvo un total de 39 especies de aves incluidas en 14 órdenes, 23 familias, 35 géneros con un registro total de 423 individuos. El orden mejor representado es el de las Passeriformes, la familia mejor representada fue Trochilidae, el género mejor representado fue *Icterus*. El orden más diverso fue el de las Passeriformes, la familia más diversa fue Cathartidae, el género más diverso fue *Coragyps* y la especie mejor representada fue *Coragyps atratus* que también fue la que presentó mayor abundancia relativa.

Palabras clave: Diversidad, Abundancia, Aves, Avifauna, Ocozocoautla, Chiapas, México.

ABSTRACT

We studied the diversity and abundance of birds in Ocozocoautla, Chiapas, Mexico. The samples were taken from four field trips during the season from August to October 2011. We obtained a total of 39 bird species included in 14 orders, 23 families and 35 genera with a record total of 423 individuals. The best represented order was Passeriformes, best family represented was Trochilidae and the genus best represented was *Icterus*. The most diverse order was the Passeriformes, the most diverse family was Cathartidae, more diverse genus was *Coragyps* and the best species represented was *Coragyps atratus* who also presented the highest relative abundance.

Key word: Diversity, Abundance, Birds, Nest, Farm Villahermosa, Ocozocoautla, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Las aves se encuentran entre los seres más diversos y bellos que existen en la naturaleza. Actualmente se han descrito alrededor de 9,200 especies ampliamente distribuidas en todo el mundo, ocupando todos los ambientes, latitudes y altitudes, desde selvas, bosques, desiertos, pastizales, tundras, páramos, hasta costas, estuarinos, manglares e islas oceánicas (Enríquez *et al.*, 2010).

En conjunto son un importante elemento para entender la ecología y conservación de la diversidad biológica ya que cumplen diversas funciones en los ecosistemas. En México hay registradas 1,060 especies de aves. Las aves de Chiapas son de las más particulares y diversas de México. En el estado se ha registrado alrededor de 659 especies, el 62.16% de las aves del país (Rangel-Salazar *et al.*, 2005). Las especies mejor representadas son las canoras, los playeritos, gaviotas, halcones, águilas, vencejos y

colibríes. Esta diversidad se debe en gran parte a la compleja topografía que le confieren las cadenas montañosas existentes, así como la localización geográfica del estado, donde convergen dos significativas rutas migratorias de América (Centro y Pacífico) (Enríquez *et al.*, 2010).

Sin embargo, a pesar de esta elevada diversidad, existen diversos factores, que han incrementado las probabilidades de extinción de varias especies. Los hábitats originales están siendo rápidamente modificados debido a la tala excesiva, la agricultura y la ganadería. Muchos de los fragmentos de vegetación nativa han sido sustituidos por pastizales, potreros y terrenos dedicados a la agricultura. Esta transformación del hábitat original ha tenido un impacto negativo sobre las comunidades de aves y otros grupos faunísticos, reduciendo la biodiversidad y la cantidad del hábitat original, interrumpiendo proce-

ecos ecológicos y modificando su composición (Dirzo & García, 1992; Daily *et al.*, 2001).

Para el caso particular de las aves, varios estudios han demostrado que la transformación del hábitat original hacia pastizales y/o zonas agrícolas ha afectado negativamente a la comunidad de aves, modificando su riqueza, diversidad, composición y reduciendo el tamaño poblacional de algunas especies (Rappole y Morton, 1985; Kricher & Davis, 1989; Laurance & Bierregaard, 1997; Renjifo, 1999).

La Depresión Central de Chiapas se caracteriza por ser el punto de contacto de varios hábitats, la convergencia biogeográfica de dos rutas migratorias importantes (del Golfo y del Pacífico), y su heterogeneidad fisiográfica, que favorece el desarrollo de microambientes que inciden en la biodiversidad (Arriaga *et al.*, 2000) y en la presencia de un número significativo de endemismos (Escalante *et al.*, 1993). Los principales problemas ambientales que enfrenta esta región son la expansión de la frontera agropecuaria, los incendios forestales, el crecimiento demográfico, la extracción de leña, la contaminación de cuerpos y corrientes de agua y la ganadería, lo que conlleva a la pérdida de la biodiversidad presente en esta área (Reyes y Souza, 1997; Arriaga *et al.*, 2000).

Dentro de esta región, los estudios que se han realizado sobre su avifauna son escasos, pese a que son de suma

importancia para el conocimiento actual del estado en que se encuentra la misma, por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo describir y determinar la diversidad y abundancia de la avifauna presente en el Rancho Villahermosa, Ocozocoautla, Chiapas, México.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Ocozocoautla, a los 16°40'17.9''N y 93°25'13.6'' W, con una altitud máxima de 885 msnm y la más baja de 800 msnm (figura 1).

La vegetación está conformada por selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, con vegetación secundaria. Los suelos son vertisoles y litosoles, las rocas aflorantes del sitio corresponden calizas (López, *et al.*, 2011).

El clima es cálido húmedo con lluvias en verano "Am (f)", en los meses de mayo a octubre la temperatura mínima promedio va de los 15°C a los 22.5°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 24°C y 34.5°C. En el periodo de noviembre a abril, la temperatura mínima promedio va de 9°C a 19.5°C y la máxima promedio fluctúa entre 24°C y 33°C (SEGOB, 1998).

La precipitación mínima promedio durante los meses de mayo a octubre va de los 900 mm a los 2,000 mm, y en

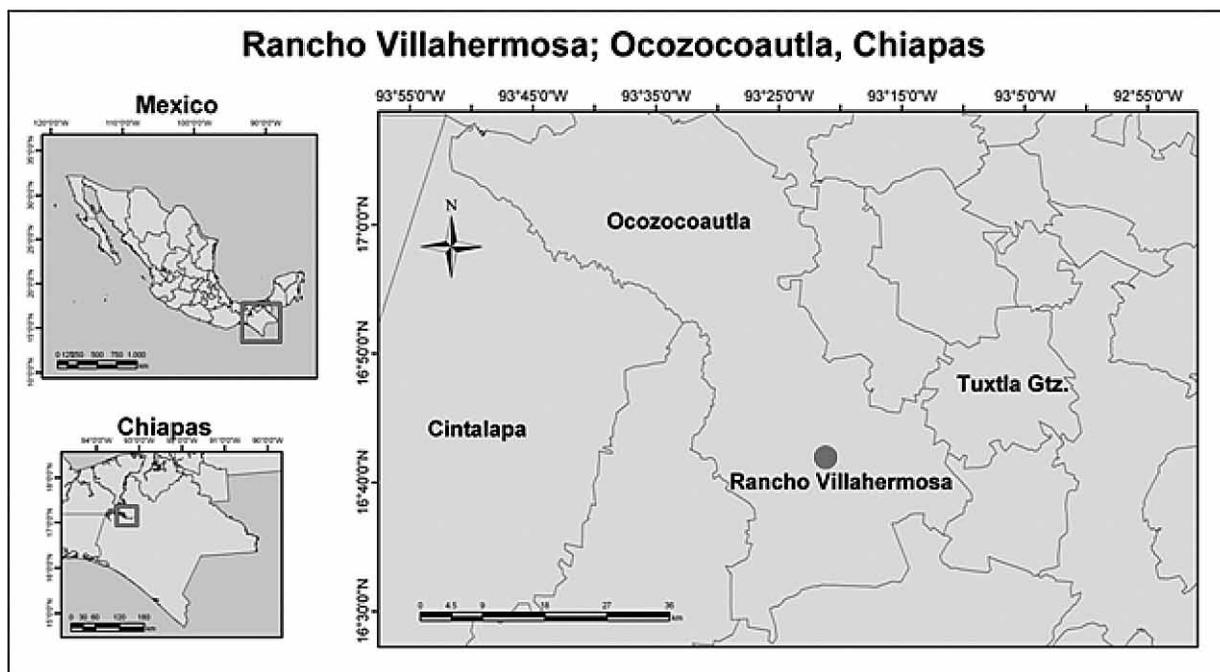


FIGURA 1

Ubicación del rancho Villahermosa, Ocozocoautla, Chiapas.

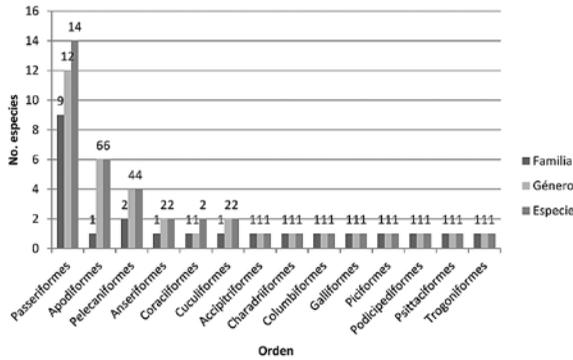


FIGURA 2

Riqueza de familias, géneros y especies por orden.

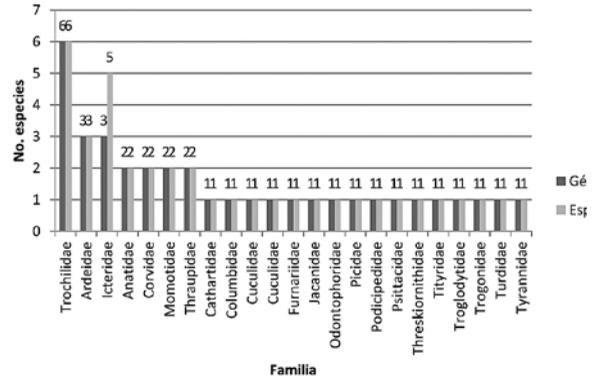


FIGURA 3

Riqueza de géneros y especies por familia.

el periodo de noviembre a abril, la precipitación media va de los 25 mm a los 700 mm (López, *et al.*, 2011).

MÉTODO

Una vez en el área de estudio se recorrió la extensión que ocupa el mismo para reconocer la zona. Los muestreos se efectuaron a través de cuatro salidas a campo distribuidas desde el mes de agosto a octubre de 2011. El muestreo de la avifauna se realizó por medio del método de conteo por parcelas con radio fijo (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1995).

Se seleccionaron al azar tres puntos de conteo intentado ocupar la mayor extensión y los diferentes hábitats del terreno. En estos puntos de conteo se registraron todas las especies de aves observadas durante un periodo de 20 minutos dentro de una circunferencia con radio de 25 m y con una distancia mínima aproximada de 100 m entre cada parcela para evitar el solapamiento (Hutto *et al.*, 1986; Gillespie, 2000).

Cada hábitat fue visitado por lo menos una vez al mes y se realizaron tres conteos (uno cada dos horas) por punto en cada salida a campo. Las especies de aves se determinaron de forma visual usando las guías de campo especializadas, además de ser contadas y registradas en ese mismo punto.

Los datos obtenidos se vaciaron en una hoja de cálculo y el programa estadístico STATISTICA 8.0 donde se determinó y analizó la diversidad y abundancia de las especies en estudio.

La diversidad se midió contando todas las diferentes especies de aves observadas en los puntos de conteo y se realizó un ANOVA para determinar diferencias en la diversidad de especies en los hábitats. La riqueza de especies de aves de cada hábitat se obtuvo sumando las

especies observadas dentro de cada uno y en la periferia de estos.

La abundancia relativa se obtuvo dividiendo el número de individuos de la especie entre el número total de individuos, multiplicado por 100 para obtener el porcentaje. Se empleó el criterio de Pettingil (1969) para indicar los valores de abundancia relativa, el criterio determina la abundancia de las especies en categorías basadas en el porcentaje de cada especie: abundante (90-100%), común (65-89%), moderadamente común (31-64%), no común (10-30%) y rara (1-9%).

RESULTADOS

Riqueza

La avifauna del Rancho Villahermosa, Ocozocoautla, Chiapas, está compuesta por 39 especies de aves incluidas en 14 órdenes, 23 familias, 35 géneros con un registro total de 423 individuos. El orden mejor representado es el de las Passeriformes con 9 familias, 12 géneros y 14 especies (35.89%), seguido por las Apodiformes con una familia, seis géneros y seis especies (15.78%) (figura 2). La familia mejor representada fue Trochilidae con seis géneros y seis especies (15.38%), seguido de Icteridae con tres géneros y cinco especies (12.82%) (figura 3). El género mejor representado fue *Icterus* con tres especies (7.69%), seguido de *Amaxilia* con dos especies (5.12%) (figura 4).

Durante las visitas realizadas al área de estudio se observó que la selva mediana subcaducifolia presentó en promedio 13.25 especies con una desviación estándar de 2.21, mientras que la media y la desviación estándar del popal fue de 4 y 1.82 respectivamente. Con la finalidad de establecer si las diferencias encontradas eran significativas se realizó un ANOVA y una prueba de Hartley. La prueba de Hartley para la riqueza en cada

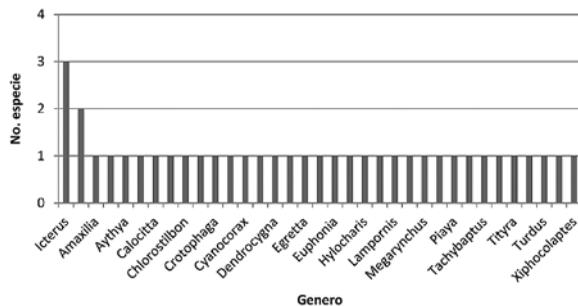


FIGURA 4 Riqueza de géneros y especies por familia.

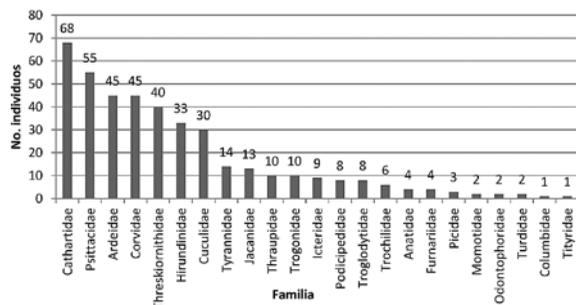


FIGURA 6 Diversidad a nivel de familias.

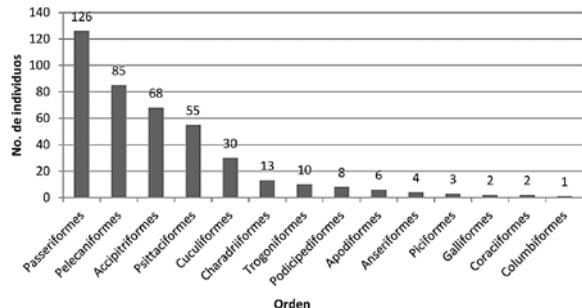


FIGURA 5 Diversidad de órdenes.

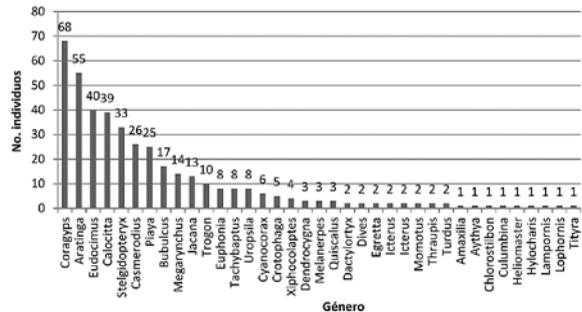


FIGURA 7 Diversidad a nivel de géneros.

tipo de vegetación arrojó una $p=0.63$, demostrando que los datos cumplen el supuesto de normalidad entre las varianzas. Mientras que la prueba de ANOVA one-way arrojó una $F=34.7$ y una $p=0.001$, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se demuestra que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 0.99.

Diversidad

Se obtuvo un total de 413 registros de individuos, siendo el orden más representativo el de las Passeriformes con 126 individuos (29.78%), seguido de los Pelecaniformes con 86 individuos (20.82%) (Figura 5). La familia más representativa fue Cathartidae con 68 individuos (16.46%) seguida de Psittacidae con 55 individuos (13.31%) (figura 6). El género mejor representado fue *Coragyps* con 68 individuos (16.46%) (figura 7) y la especie mejor representada fue *Coragyps atratus* con 68 individuos (16.46%) (figura 8).

Diversidad alfa, beta y gama

Para medir la diversidad alfa se realizó un análisis por medio del índice de diversidad de Shannon (H') sobre los dos tipos de vegetación; la selva mediana subcaducifolia

presentó un $H'=2.56$ y popal con $H'=1.73$, donde se encontró que la selva media subcaducifolia fue la mejor representada con 30 especies mientras que en el popal se encontraron 9 especies (figura 9). La media del índice de Shannon por visita en la selva mediana subcaducifolia fue de 2.1 con una desviación estándar de 0.19, mientras que en el popal se observó una media de 0.8 con una desviación estándar de 0.52. Antes de realizar el análisis de ANOVA se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Hartley para la riqueza según los tipos de vegetación, obteniéndose una $p=0.14$ con la que se acepta la hipótesis de normalidad estadística. La prueba de ANOVA one-way arrojó una $F=17.68$ y una $p=0.005$, por lo cual se comprueba que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el índice de diversidad de Shannon de la selva mediana subcaducifolia y el popal, a un nivel de significancia del 0.99.

Para analizar la diversidad beta se realizó un análisis de índice de similitud de Jaccard (0.051) y Sorenson (0.98) que demuestra una similitud casi nula entre la selva media y el popal, debido a que solo existe un recambio de dos especies entre los dos tipos de vegetación, las especies en cuestión fueron *Bubulcus ibis* y *Coragyps atratus* (figura 10).

Para la diversidad gama se obtuvo un total de 39 especies, en la cual el *Coragyps atratus* (Zopilote) fue

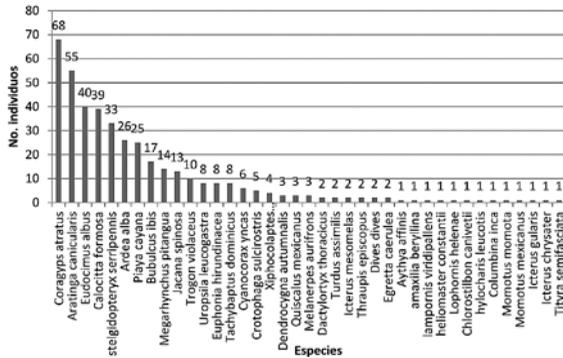


FIGURA 8 Diversidad avifaunística en el rancho Villahermosa a nivel de especies.

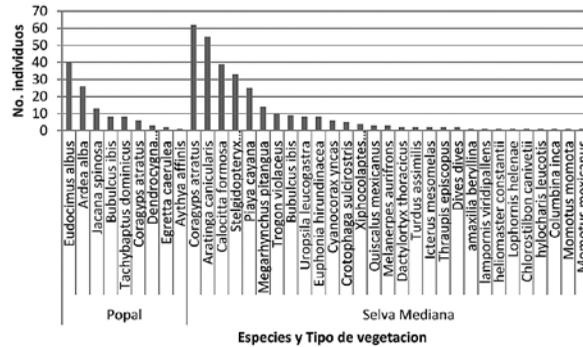


FIGURA 9 Diversidad alfa por tipo de vegetación.

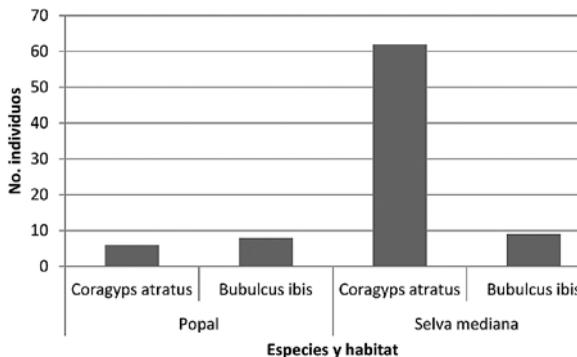


FIGURA 10 Diversidad beta por número de individuos.

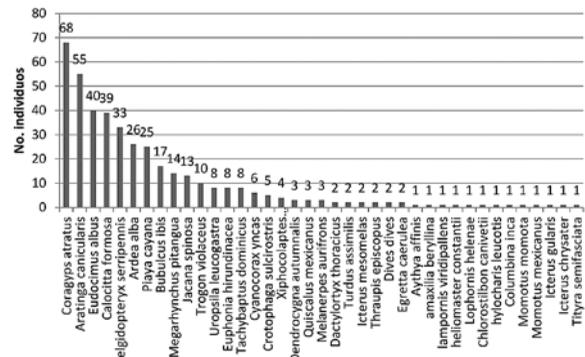


FIGURA 11 Diversidad gama del rancho Villahermosa.

el mejor representado en el área de estudio, seguido de *Aratinga canicularis* (Perico) y *Ardea alba* (Garza blanca) (figura 11).

Abundancia relativa

Se registró un total de 413 individuos de aves en el área de estudio. La abundancia relativa se obtuvo dividiendo el número de individuos de la especie entre el número total de individuos, multiplicado por 100 para obtener el porcentaje. Según el criterio de Pettingil (1969) ya antes mencionado, se obtuvo que *Coragyps atratus* (Zopilote) fue la especie más abundante (16.54%) pero con un status de no muy común (10-30%), seguido de *Aratinga canicularis* (13.38%) igualmente con un status de no muy común, mientras que el resto de las especies entran en el status de rara (1-9%) (Figura 12). Al realizar una prueba de Wilcoxon nos arrojó una p=0.16 lo que nos indica que las abundancias relativas entre la selva mediana subcaducifolia y popal no presentan diferencias estadísticamente significativas.

DISCUSIÓN

A nivel nacional Chiapas es considerado como uno de los estados con mayor diversidad biológica, que resalta en cuanto a especies de aves en el sur de México y Mesoamérica (Rangel-Salazar *et al*, 1993). A nivel nacional se han registrado 1,060 especies de aves, mientras que para Chiapas se han registrado un total de 659 (62.16%) especies de aves. La avifauna de Chiapas incluye 219 especies migratorias latitudinales; la mayoría son alta (61) o medianamente (340) sensibles a las perturbaciones o cambios ambientales (Rangel-Salazar *et al*, 2005), mientras que en el presente estudio se obtuvo un total de 39 (3.68%) especies, lo cual muestra una alta representatividad del grupo con base a el tiempo de muestreo y el tamaño del área de estudio. Esta alta riqueza puede deberse a que existen una gran variedad de hábitats, la convergencia biogeográfica de dos rutas migratorias importantes (del Golfo y del Pacífico) y a la heterogeneidad fisiográfica en el área de estudio (Arriaga *et al*. 2000).

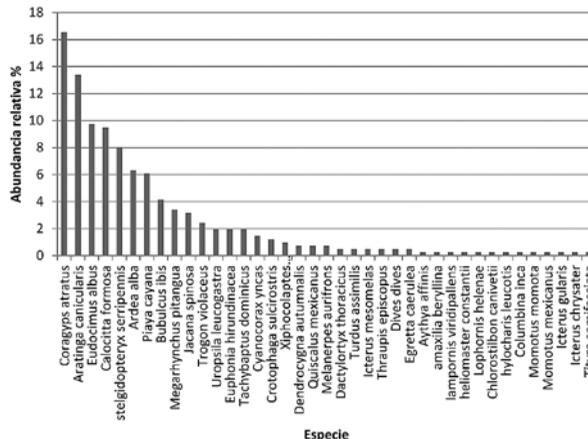


FIGURA 12

Abundancia relativa de las especies.

La composición y número de especies de aves del rancho Villahermosa durante los muestreos tuvo una variación entre los dos tipos de vegetación, lo cual puede deberse a diferentes razones: por la estructura del paisaje, por características estructurales del hábitat (altura, densidad, humedad, cobertura vegetal, perturbación) o por diferencias en los patrones de distribución y abundancia de las presas, o inclusive se pudo ver afectado por la temporalidad en que se realizaron los muestreos. Debido a estas razones es importante continuar con los estudios y de esta manera poder esclarecer las asociaciones funcionales entre el hábitat y las aves de la región.

En la selva media subcaducifolia se presentó una mayor cantidad de especies que en gran medida dependen de ese ambiente. Por otra parte el tipo de vegetación popal presenta mayores cambios en la composición y configuración de la vegetación, principalmente por la zona de inundación lo que permite albergar a distintas aves compartidas pero con un número considerablemente menor en comparación de la selva mediana subcaducifolia, inclusive el tipo de condiciones de popal permite la presencia de aves no compartidas como por ejemplo los patos y los ibis.

Con respecto a la abundancia relativa de las especies, es notorio que una gran proporción de especies son consideradas como raras (94.73%). La ausencia de un mayor número de registros de estas especies puede explicarse porque la región estudiada no es muy extensa (120 Ha) y porque los cambios en el paisaje afectan particularmente a estas especies, además de que sólo se realizaron cuatro salidas a campo. De acuerdo con Arizmendi et al. (1990), es posible que en el área de estudio los movimientos altitudinales y latitudinales estén correlacionados con

las fluctuaciones en la abundancia de las especies. Por otra parte, las especies con mayor abundancia relativa fueron, *Coragyps atratus* (Zopilote) y *Aratinga canicularis* (Perico), teniendo abundancias de un 16.54 y 13.38% respectivamente. La presencia relativamente alta de zopilotes es un indicador de que el área está siendo afectada por actividades antrópicas y por tanto se requiere tomar medidas para mitigar tales efectos.

CONCLUSIONES

Encontramos un total de 39 especies de aves incluidas en 14 órdenes, 23 familias y 35 géneros con un registro total de 423 individuos.

El orden mejor representado fue el de las Passeriformes con 14 especies, la familia mejor representada fue la Trochilidae con seis especies y el género mejor representado fue *Icterus* con tres especies.

Se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa de la riqueza y el índice de diversidad de la selva mediana subcaducifolia y el popal.

Es importante el desarrollo de mas estudios que incluyan otras variables ecológicas para determinar en qué consiste la diferencia de riqueza, abundancia y diversidad, entre los diferentes tipos de vegetación en el Rancho Villahermosa, con la finalidad de desarrollar estrategias para la conservación de las aves en cuanto a los efectos de la degradación, pérdida y fragmentación de sus hábitats, la variación espacial demográfica y los ciclos de vida de las especies

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a la Sra. Alicia Méndez Zorrilla, dueña del rancho Villahermosa, por su apoyo y permiso para realizar las actividades correspondientes.

LITERATURA CITADA

- ARIZMENDI, M., C., H. BERLANGA, L. MARQUEZ-VALDEMAR, L. NAVARIJO Y F. OMELAS, 1990. *Avifauna de la región de Chamela, Jalisco*. Cuadernos del Instituto de Biología #4. UNAM. México, D.F., México.
- ARRIAGA, L., J.M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ, E. LOA Y J. LARSON, 2000. *Regiones prioritarias terrestres de México*. CONABIO. México, D. F., México.
- CARRETE, M., S.A. LAMBERTUCCI, K. SPEZIALE, O. CEBALLOS, A. TRAVAINI, M. DELIBES, F. HIRALDO AND J.A. DONAZAR, 2010. Winners and losers in human-made habitats: interspecific competition outcomes in two Neotropical vultures. *Animal Conservation* 13:390–398.
- DAILY, G. C., P. ERHLICH & A. AZOFEIFA, 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of the southern Costa Rica. *Ecol. Appl.* 11:1-13.
- DIRZO, R. & M. C. GARCÍA, 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conserv. Biol.* 6: 84-90.
- ENRÍQUEZ R., RANGEL J. & SANTIZ E., 2010. Vuelo, color y canto. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). San Cristóbal de las Casas. México.
- ESCALANTE, P., A.G. NAVARRO & A.T. PETERSON, 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico, p. 281-307. In T. P. Ramamirthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (eds.). *The biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford, Nueva York, EEUU.
- GILLESPIE, T.W., 2000. Rarity and conservation of forest birds in the tropical dry forest region of Central America. *Biological Conservation* 96: 161-168.
- HAYES, E.F., 1991. Raptor densities along the Paraguay River: Seasonal, geographical and time of day variation. *The journal of raptor research*. 25 (4): 101-108 Hutto, R. L., S. M. Pletschet & P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103: 593-602.
- KRICHER, J.C. & W.E. DAVIS, 1989. Patterns of avian species richness in disturbed and undisturbed habitats in Belice, p. 240-246. In J. Hagan & D. Johnston (eds.). *Ecology and conservation of neotropical migrant land birds*. Smithsonian Institution, Washington, D. C., EEUU.
- LAURANCE, W. F. & R. O. BIERREGAARD, JR., 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago, Chicago, EEUU.
- LÓPEZ, M., M.A., G.O. LAM, P.A. CHANONA, J.A. PÉREZ H. Y F.M. PÉREZ, 2011. Inventario florístico del Rancho de Villahermosa municipio de Ocozocoautla, Chiapas, México. *Lacandonia rev. Ciencias UNICACH* 5 (1): 21-41.
- PETTINGILL, O. S. JR., 1969. *Ornithology in laboratory and field*. Burgués, Minneapolis, EEUU.
- RALPH, C. J., J. R. SABER & S. DROEGE, 1995. *Monitoring bird populations by point counts*. General Technical Report PSW-GTR-149. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California, EEUU.
- RANGEL-SALAZAR J.L., P.L. ENRÍQUEZ Y J. H. VEGA-RIVERA, 1993. Riqueza de especies de aves de sotobosque en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 41: 273-279.

- RANGEL-SALAZAR, J.L., P.L. ENRÍQUEZ Y T. WILL, 2005.** Diversidad de aves en Chiapas: prioridades de investigación para su conservación. Pp. 265-123. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial & L. Ruíz-Montoya (Eds). *Diversidad Biológica en Chiapas*. El Colegio de La Frontera Sur. COCYTECH. Plaza y Valdés, S. A. de C. V. México.
- RAPPOLE, J.H., E.S. MORTON, T.E. LOVEJOY III Y J.R. RUOS, 1993.** *Aves migratorias neárticas en los neotrópicos*. Conservation and Research Center. National Zoological Park. Front Royal, BC, Canadá.
- RAPPOLE, J.H. & E.S. MORTON, 1985.** Effects of habitat alteration on a tropical avian forest community, p. 1013-1021. In P. A. Buckley, E. S. Morton, R. Ridgely & F. G. Buckley (eds.). *Neotropical Ornithology*. Ornithological Monographs 36.
- RENJIFO, L. M., 1999.** Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conserv. Biol.* 13: 1124-1139.
- REYES, A. & M. SOUZA, 1997.** *Listados florísticos de México XVII: Depresión Central de Chiapas. La selva baja caducifolia*. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F., México.

APÉNDICE



Pájaro del tiempo (*Momotus mexicanus*)
Foto: Orlando Lam



©Orlando Lam

Zanate (*Quiscalus mexicanus*)
Foto: Orlando Lam



Trogón (*Trogon violaceus*)
Foto: Mario A. López Miceli



Cenzontle de agua (*Turdus grayi*)
Foto: Orlando Lam



Pájaro carpintero (*Melanerpes aurifrons*)
Foto: Orlando Lam

Chorcha (*Icterus galbula*)
Foto: Orlando Lam



Ibis blanco (*Eudocimus albus*)
Foto: Orlando Lam



Chara verde (*Cyanocorax yncas*)
Foto: Orlando Lam



Garza blanca (*Ardea alba*)
Foto: Orlando Lam



Tangara azul (*Thraupis episcopus*)
Foto: Orlando Lam



Zapatero (*Tityra semifasciata*)
Foto: Orlando Lam



Urraca copetona (*Calocitta formosa*)
Foto: Orlando Lam



Pájaro del tiempo (*Momotus momota*)
Foto: Mario A. López Miceli

Conocimiento biológico, usos y actitudes hacia el manatí (*Trichechus manatus manatus*) por los pobladores del sistema de humedales Catazajá-La Libertad, Chiapas, México

Jenner Rodas-Trejo^{1*}, Emilio Ismael Romero-Berny², Enith Berenice Moreno-Molina²

¹Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Calzada Cerro Hueco S/N, Colonia El Zapotal, 961 6144700 ext 51041. CP 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. ²Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Calle Río Usumacinta No. 851, Col. Los Laguitos CP 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

RESUMEN

Se realizó la recopilación y sistematización de la información sobre el conocimiento biológico popular, usos y actitudes hacia el manatí (*T. m. manatus*) de los pobladores de localidades ubicadas en humedales en el noreste de Chiapas en los municipios de Catazajá, Palenque y La Libertad. Las actividades se llevaron a cabo de junio de 2006 a septiembre de 2007 en dos etapas: la primera con investigación documental y la segunda con el trabajo de campo en visitas de 1 a 3 días por comunidad, en donde se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a pobladores mayores de 18 años y con mínimo 10 años viviendo en la comunidad. Se encontró que los pobladores poseen un conocimiento amplio de la especie, mismo que ha sido transmitido de generación en generación. En cuanto a la cacería, los pobladores afirman que esta actividad se realizaba hace más de 50 años, pero que en la actualidad ya no se lleva a cabo, sin embargo algunos pobladores no descartan que aún exista un aprovechamiento ocasional de la especie. La actitud de respeto que la gente tiene a la especie es debido a la difusión dentro de la comunidad de información sobre esta especie y a las actividades de conservación que se realizan en la zona, lo que también ha ocasionado un involucramiento cada vez mayor de la población en actividades de conservación del manatí.

Palabras clave: Manatí, Chiapas, Humedales, Actitud, Usos.

ABSTRACT

The present work accomplished the compilation and systematization of the information on the biological popular knowledge, the uses and attitudes that the inhabitants of the wetlands communities located in Chiapas's northeast municipalities of Catazajá, Palenque and La Libertad, they maintain toward the manatee (*T. m. manatus*). The activities took effect between the months of June 2006 to September 2007 in two stages: The first with documentary investigation and the second with the fieldwork doing visits of 1 to 3 days for community, where applied semi-structured interviews to older inhabitants of 18 years and with a minimum of 10 years living in the community. It was found that inhabitants possess a knowledge raised of the specie, per se that it has been transmitted from father to son. In terms of hunting, the inhabitants affirm that this activity does not take place for over 50 years, however some inhabitants do not discard that still exist an occasional use of the specie. The attitude of respect to the specie that the people have is thanks to the diffusion within the community of information of the specie and to the activities of conservation that come true at the zone, that has also caused an approach of the population in activities of manatee's conservation.

Key words: Manatee, Chiapas, Wetlands, Attitude, Uses

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos. Son ricos en biodiversidad y altos en productividad que exportan grandes cantidades de nutrientes al medio marino. Asimismo, fungen como zonas de desove, desarrollo y reclutamiento de invertebrados y peces, zonas de anidación para aves y ofrecen servicios ambientales como el control de la erosión e inundaciones, la producción de recursos pesqueros, y como atractivo turístico. Generan gran variedad de pro-

ductos de plantas, animales y minerales que son utilizados tanto por habitantes de comunidades locales rurales, como la gente de las grandes ciudades. Los productos obtenidos a través de los humedales varían desde los alimentos básicos como el pescado, hasta la madera de construcción, leña, plantas medicinales, tallos y hojas para la fabricación de tejidos, y forraje para animales (RAMSAR, 2011a).

En Chiapas se cuenta con una de las mayores riquezas hidrológicas de México y el Sistema Lagunar de Catazajá - La Libertad es uno de los más grandes

e importantes humedales continentales del estado y única área de distribución para el manatí (*Trichechus manatus manatus*) en Chiapas. Conjuntamente con los pantanos de Centla, Tabasco y el río Palizada-Laguna de Términos, Campeche forma parte del mayor complejo de ambientes acuáticos de Mesoamérica (IDESMAC, 2004).

El manatí (*Trichechus manatus manatus*), es una especie importante desde el punto de vista ecológico, clave en el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo al reciclamiento de nutrientes y a la preservación de la profundidad de los cuerpos de agua durante la sequía. Así también se ha considerado regulador natural de la vegetación acuática. Además, tiene un valor adicional como especie “bandera”, es decir, especie carismática mediante la cual se busca conservar la biodiversidad a nivel regional (Meffe y Carroll, 1994).

A nivel internacional, el manatí está catalogado como una especie en peligro (UICN, 2011) y en el Apéndice I (CITES, 2010), mientras que bajo nuestras leyes mexicanas se encuentra en la categoría de En Peligro de Extinción (SEMARNAT, 2010), por lo que el aprovechamiento comercial se encuentra regulado.

Desde cierta perspectiva, los animales silvestres han jugado un papel importante en las creencias de las civilizaciones, surgiendo fábulas y leyendas en torno a ellas. Se sabe que el manatí ha tenido un uso económico y cultural desde tiempos prehispánicos. Era una especie altamente estimada al considerarse una importante fuente de recursos, ya que de él se obtenía carne, grasa, huesos y piel. Los factores que contribuyeron a su disminución poblacional en México fueron la presión de la cacería en el pasado y actualmente la acelerada destrucción de su hábitat (Colmenero y Hoz, 1986). Por lo tanto, para la elaboración de un plan de manejo de una especie se requiere, además de los estudios ecológicos y poblacionales, considerar los aspectos culturales, conocimiento local, usos y actitudes que se tienen hacia ésta, para contar con bases sólidas y factibles que permitan instrumentar los programas de conservación (Lira-Sarmiento, 2000).

Es por ello que el presente trabajo tuvo como principal objetivo recopilar y sistematizar la información local sobre el conocimiento biológico popular, usos y actitudes que los pobladores locales mantienen hacia el manatí (*T. m. manatus*) en la región de humedales de Catazajá-La Libertad, Chiapas, que permita tener mayores perspectivas de manejo para la especie y su hábitat con la participación de la sociedad.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La zona de estudio comprende localidades ubicadas en humedales del noreste de Chiapas en los municipios de Catazajá, Palenque y La Libertad (figura 1). Este sistema de humedales se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 30 (RH30), cuenca y subcuenca Grijalva-Usumacinta (CONABIO, 2000). El sistema fluvial está representado por el río Usumacinta como principal red y ríos tributarios como el río Chacamax, río Chico y Potrero; así como por otros arroyos de caudal permanente; en tanto el sistema lacustre se compone por un sistema de 58 cuerpos de agua permanente y estacional. En el sitio se ubican dos Áreas Naturales Protegidas de Administración Estatal y Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), la “Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sistema Lagunar Catazajá” con una superficie de 41,058.77 has y “la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Humedales La Libertad” que presenta una superficie de 5,432.37 has (gobierno del estado, 2006a,b; RAMSAR, 2011b; Rodiles *et al.*, 2002). La vegetación predominante son Selvas medianas, Pastizales y Vegetación Acuática y Subacuática (CONABIO, 2000; IDESMAC, 2004). El municipio de Catazajá cuenta con 10 localidades mayores a 500 habitantes, siendo las mayores Playas de Catazajá con 5,973 habitantes, Punta Arena con 1,236 habitantes y Zaragoza con 1,028 habitantes, en tanto el municipio de La Libertad cuenta con una localidad urbana, la cabecera municipal con 4,706 habitantes y 67 localidades rurales (<100 hab), siendo las de mayor importancia Benito Juárez, José María Morelos, Aldama y El Guano. Para el caso de Palenque, se identifican 4 localidades de influencia a la zona de humedales, de las cuales las más grandes son Calatraba, con 506 habitantes y El Encanto, con 203 habitantes (INEGI, 2005; SDR, 2005; 2006).

Recopilación de información documental y selección de localidades

El presente trabajo se realizó entre junio de 2006 a septiembre de 2007 en dos etapas, la primera fue la investigación documental (junio–septiembre 2006), sobre los antecedentes y características biológicas del manatí así como aspectos geográficos, ambientales y socioeconómicos de la región de los humedales del noreste de Chiapas. La búsqueda se realizó en diversas bases de datos de dependencias de gobierno e instituciones académicas; así como la cartografía correspondiente al área de estudio. La segunda etapa comprendió el trabajo de campo (agosto 2006 - septiembre 2007) en visitas de 1 a 3 días por comunidad. La selección de las localidades se realizó

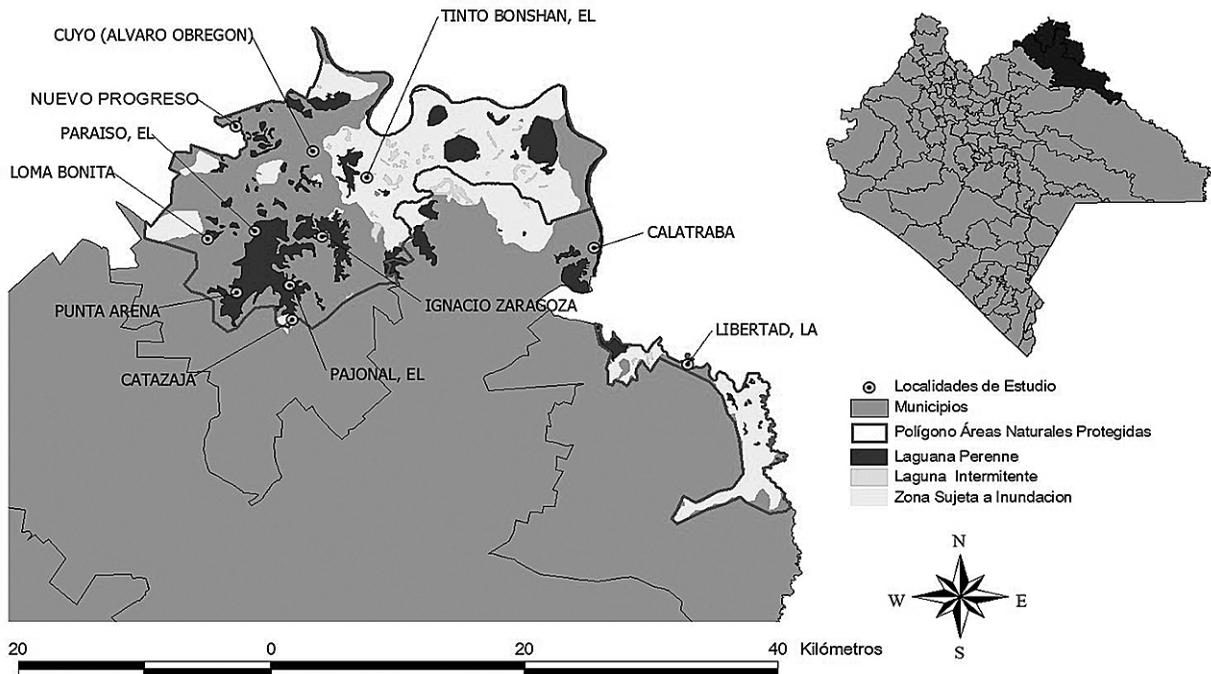


FIGURA 1 Ubicación de los municipios y localidades de estudio (gobierno del estado, 2002).

con base a tres criterios: a) ubicación en la zona de influencia a humedales; b) aceptación del estudio por parte de pobladores y autoridades locales; c) presencia histórica del manatí en la zona. Para el municipio de Catazajá se seleccionaron las comunidades de Playas de Catazajá, Paraiso, Pajonal, Ignacio Zaragoza, Punta Arena, Tinto Bonxán, El Cuyo, Nuevo Progreso y Loma Bonita. Para el municipio de Palenque se seleccionó la comunidad de Calatraba y para el municipio de La Libertad se trabajó únicamente en la cabecera municipal.

Entrevistas semiestructuradas

Para recopilar la información sobre el conocimiento biológico, usos, actitudes y perspectivas de manejo y conservación hacia el manatí, se realizaron entrevistas semiestructuradas donde se recolectan datos de individuos a través de un conjunto de preguntas abiertas formuladas en un orden específico (Climent, 1987; Mayan, 2001). Los criterios de inclusión de los informantes fueron la de contar con la edad ≥ 18 años, ser nativos de las comunidades seleccionadas o radicar en éstas un tiempo no menor a 10 años. Se prefirió entrevistar a pobladores cuya actividad requiriera un mayor contacto con los humedales (pescadores, lancheros, agricultores), aunque no se discriminó a otros informantes con actividades diversas (amas de casa,

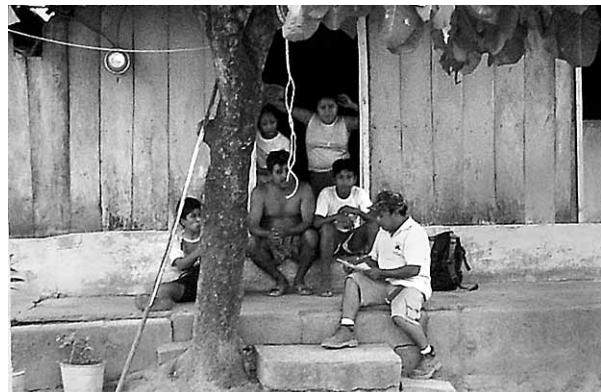


FIGURA 2

Entrevista realizada a un pescador de la comunidad Paraiso, Municipio de Catazajá.

empleados). Para cada entrevista se empleó una guía en forma de cuestionario. Las entrevistas iniciaban con la pregunta llave: ¿Qué animales conoce que vivan en esta zona? continuando con aquellos informantes que mencionaron al manatí en su respuesta (Mandujano, 2003). Se permitió cierta flexibilidad para abundar en algunos temas de la entrevista que los informantes tuvieran interés de exponer (figuras 2 y 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las personas entrevistadas

Se realizaron 11 visitas a las comunidades de estudio y se aplicaron 148 entrevistas a 117 hombres y 31 mujeres. El promedio de edad de los entrevistados fue de 47 años, siendo de 20 años el menor y de 86 el de mayor edad, el 59% (n=87) estaban entre 36 y 55 años. En cuanto a su ocupación se entrevistaron a agricultores (31%), pescadores (29%), amas de casa (20%) y el resto en diversos empleos (20%). Las comunidades donde se realizaron el mayor número de entrevistas fueron Ejido Paraíso (n=26) y Playas de Catazajá del municipio de Catazajá (n=19); ejido Calatraba municipio de Palenque (n=17) y La Libertad municipio de La Libertad (n=15), en tanto en la comunidad donde menos entrevistas (n=6) fueron realizadas fue en el ejido Loma Bonita municipio de Catazajá (figura 4).

Conocimiento biológico

El total de los entrevistados mencionaron en sus respuestas al manatí como uno de los animales que viven en la laguna. En relación al tamaño de los manatíes el 90% afirma que los manatíes tienen un tamaño aproximado de entre 1 a 4 m, lo que denota un conocimiento real sobre las dimensiones de los manatíes, que coincide con lo reportado por Rathbun (1984), quien señala que presentan una longitud aproximada de 3.5 m. Respecto a los aspectos reproductivos, el 85% (n=126) consideran que los manatíes se reproducen entre los meses de junio a diciembre, el 10% (n=15) consideró como temporada de reproducción de enero a mayo y el 5% (n=7) externó no saber. Se observa que la mayor parte asocian la reproducción y observación de crías de los manatíes en los meses de junio-diciembre lo cual coincide con lo que localmente se conoce como “creciente”, es decir el fenómeno ocurrido cuando el nivel de inundación alcanza su mayor punto debido a la temporada de lluvias. Ello coincide a lo descrito por Husar (1978); Reynolds y Odell (1991) y Rodiles *et al.* (2002) quienes señalan que no existe una temporada para el periodo reproductivo ya que puede presentarse durante todo el año, sin embargo hacen notar que este es más frecuente en los meses donde hay más abundancia de alimento. En cuanto al periodo de gestación y número de crías por parto, la mayor parte de los entrevistados desconoce el tiempo de gestación, sin embargo el 27% (n=40), mencionó un periodo de 10-14 meses, lo cual coincide con el tiempo reportado por Reynolds y Odell (1991), casi la mitad (46%) mencionó que los manatíes paren una cría, lo cual corresponde a lo



FIGURA 3

Entrevista realizada a un agricultor de la comunidad Nuevo Progreso, municipio de Catazajá.

reportado por la mayoría de los autores como Hartman (1979). Respecto a la alimentación de los manatíes, ocho personas manifestaron a los peces como el alimento del manatí, en tanto la mayoría reconoce que son de hábitos herbívoros y que mayormente consumen lirio acuático (*Eichornia crassipes*) seguido por gramíneas, leguminosas que crecen a orillas de los cuerpos de agua y zonas de inundación, lo cual coincide con lo reportado por Bertram y Bertram (1973) y Hartman (1979), sin embargo Olivera (comentarios personales 2009) señala que los manatíes tienen una mayor preferencia por vegetación ribereña utilizando las plantas flotantes como el lirio como último recurso alimenticio. Esto coincide con diversas opiniones recabadas en entrevistas informales en donde mencionaban que los manatíes desplazan parte de su cuerpo fuera del agua con el fin de alcanzar otras variedades de plantas, esto pudo ser constatado en tres diferentes eventos observados en la noche. En cuanto a los peces como alimento, dicho caso fue reportado por Hartman (1979) en la península de Florida explicando que ocasionalmente los manatíes trituraban peces y algunos moluscos adicionando componentes proteínicos a su dieta.

Respecto a la alimentación de las crías el mayor porcentaje menciona la leche materna como principal fuente de alimento. Los pobladores asocian este hecho comparándolo con la maternidad humana, por lo que se reconoce a los manatíes como mamíferos.

En cuanto a la pregunta ¿Cuándo ha visto a los manatíes, estos, andan en grupos o solos? el 58% (n=85) de las personas entrevistadas mencionaron que los manatíes son animales solitarios lo cual coincide con lo reportado

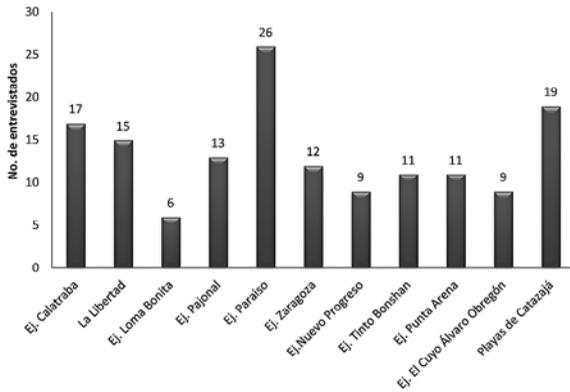


FIGURA 4

Número de entrevistas realizadas por comunidades de estudio.

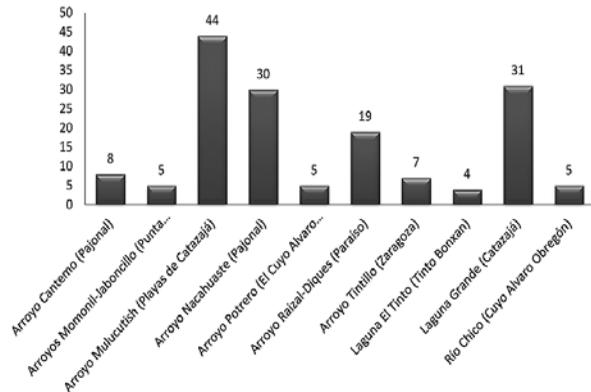


FIGURA 5

Número de respuestas que indica los sitios donde se ve con mayor frecuencia al manatí.

por Colmenero y Zavala (1986), quienes señalan que los manatíes limitan sus interacciones sociales a la época reproductiva (Brook, 1989). Sin embargo, algunos entrevistados mencionaron observarlos frecuentemente en manadas en acción de desplazamiento o “juego” en los cuerpos de agua.

Para la pregunta ¿Cuál era el sitio donde se veían los manatíes con mayor frecuencia? nos apoyamos con mapas de la zona de humedales marcando los sitios donde las personas señalaron la presencia de manatíes por avistamiento directo y posteriormente estos lugares fueron georeferenciados en campo. Los sitios mayormente señalados fueron los arroyos Mulucutish (n= 44), Laguna Grande de Catazajá (n=31) y arroyo Nacahuaste (n=30), indicándonos en total 10 cuerpos de agua (figura 5). En un trabajo posterior y basándose en los sitios señalados, Rodas *et al.*, (2008) realizó un mapa de distribución del manatí para la zona de humedales, confirmando mediante diferentes técnicas la presencia de manatíes en la totalidad de los lugares referidos en las respuestas, obteniendo más avistamientos de ejemplares en los arroyos Mulucutish y Nacahuaste.

Usos

Respecto a los usos presentados hacia el manatí, se preguntó si tenían conocimiento acerca de actividades de caza del manatí en la región, el 46% (n=67) señaló que en la actualidad no existía cacería de este animal, el 25% (n=37) mencionó desconocer si se lleva a cabo esta actividad, el 18% (n=27) señaló que esta actividad se realizaba hace más de 50 años, el 8% (n=12) mencionó conocer actividades de caza en un periodo de 20 a 40 años atrás, el 2% (n=3) que es una actividad prohibida

por la ley por lo que no se lleva a cabo y el 1% (n=2) restante afirmó que la cacería del manatí es continua. Esta tendencia puede deberse al conocimiento de la legislación vigente en nuestro país para conservar esta especie, la cual fue difundida durante la década de 1970 por las autoridades pesqueras federales. En México se inició la veda permanente desde 1921, por lo cual fue una de las primeras normas que protegieron al manatí a nivel mundial (SEMARNAT, 2010).

En cuanto a las razones del por qué la cacería se realiza o realizaba, el 68% (n=101) dijo desconocer las razones, pero el porcentaje restante de entrevistados afirmó que la cacería era con fines de consumo alimenticio, utilizando carne, grasa y vísceras, piel para peletería y huesos para brujería y medicamento (asma). Esto coincide con el aprovechamiento dado al manatí en Alvarado, Veracruz en donde el uso de carne era extendido principalmente en la celebración de semana santa (SEMARNAT, 2010) y lo reportado por O’shea *et al.* (1984), donde indica la alta estimación que se tenía por la carne del manatí en diversas localidades del Caribe.

Actitudes

El 76% (n=113) dijo desconocer si existían celebraciones locales o tradiciones asociadas al manatí; sin embargo entre los que respondieron positivamente este cuestionamiento, un 14% hizo mención de la antigua leyenda del hombre pez (Chil bek en lengua Maya), la cual al parecer ha persistido en la región desde tiempos prehispánicos. Romero (2006), señala que en diversas localidades donde se distribuye el manatí persisten cuentos y leyendas en que se asocia al manatí con la figura humana. Al preguntarles si consideraban al manatí como un animal

Usos	Partes utilizadas	Número de respuestas
Alimento	Carne	45
Cocinar	Grasa	7
Medicamento contra el asma	Huesos	2
Peletería	Piel	2
Brujería	Huesos (Costillas)	1

TABLA 1

Respuestas de los diferentes tipos de usos del manatí.

peligroso el 97% (n=143) reconoce al manatí como una especie inofensiva que no interfiere con las actividades realizadas en la zona; esta situación se ha aprovechado en diversas partes del país y del mundo para programas de conservación mediante el uso del carisma que esta especie inspira (SEMARNAT, 2010).

La mayoría de la gente tiene la percepción de conservación de la especie por lo cual no asocian directamente la muerte de ejemplares, de igual manera es posible la existencia de algún sesgo en la información debido al temor de ser relacionados con la muerte de algún ejemplar.

Al preguntarles sobre los factores que podían afectar a los manatíes la mitad mencionó que no existía ningún elemento de riesgo para estos animales, en tanto el resto reconocieron como factores negativos la actividad pesquera, la contaminación del agua, sequía y en menor cantidad el tráfico de embarcaciones. Respecto a las propuestas para proteger al manatí, señalan que la conservación de la especie es responsabilidad del gobierno ya que son los únicos que cuentan con los recursos económicos y técnicos para la conservación de dicha especie; no obstante un 21% reconoció que la población debe participar activamente en dicha conservación, al adquirir un sentido de responsabilidad ya que consideran al manatí como un elemento dentro de su ecosistema y reconocen que su conservación está directamente relacionada con el manejo adecuado de su ambiente.

Es notable mencionar que el 99% (n=147) de los entrevistados mostró interés en la protección del manatí al estar dispuesto a participar en programas de protección y conservación del mismo.

CONCLUSIONES

1. Los pobladores de los humedales poseen un elevado conocimiento acerca de la especie derivado del contexto cultural transmitido de generación en

generación, de los programas de conservación difundidos por grupos académicos y gubernamentales y de la convivencia de los pobladores cuyas actividades económicas inciden directamente en el hábitat del manatí.

2. El manatí en los humedales del norte de Chiapas fue en décadas anteriores un importante recurso sujeto a aprovechamiento, del cual los pobladores obtenían principalmente alimento y otros derivados. Existían dos rastros para la matanza y venta de carne y huesos de manatí, sin embargo en la actualidad se aprecia una actitud de respeto a la especie por un sentido de apreciación del manatí debido a la normatividad y a la difusión de información hacia la especie.
3. En torno a la especie los pobladores han creado una actitud de respeto debido a las características de los manatíes, que en muchos casos asocian con un comportamiento humano, principalmente a aspectos reproductivos y de amamantamiento similares al del humano.
4. Se observa una disposición exitosa de la población hacia la conservación del manatí en la región de humedales del norte de Chiapas, esto debido a ciertos sucesos que han involucrado a la población en acciones de manejo y conservación, además del reciente decreto de 2 áreas naturales protegidas y Humedales de Importancia Internacional Ramsar.
5. Los pobladores de la región no han desarrollado un nivel de comprensión acerca del impacto de las actividades económicas regionales en las poblaciones de manatíes sin que se haya alcanzado plenamente una compatibilidad entre el desarrollo económico y la conservación.
6. Los habitantes reconocen que la conservación de la especie es una responsabilidad compartida con las autoridades, sin embargo consideran que la mayor responsabilidad recae en el gobierno, que es quien posee los recursos económicos y la capacidad técnica para llevar a cabo estas actividades, lo anterior, sin menospreciar la participación social.

Respecto al aumento o disminución de la población de manatíes en la zona, se aprecian tres aspectos que condicionan el porcentaje de respuestas:

1. La protección legal a la que se ha sujeto la especie supone que ha disminuido la muerte de manatíes por actividades humanas.

2. El rescate de animales y su traslado a la Laguna Grande de Catazajá, evento que según de los lugareños favoreció el aumento de la población (Rodas *et al.*, 2008).
 3. La construcción de un sistema de diques los cuales evitan que la población de manatíes se disperse a otras áreas manteniéndose en la laguna (IDESMAC, 2004).
- realizar ésta investigación y las facilidades otorgadas. Asimismo agradecemos al maestro Hernán Mandujano Camacho por el apoyo otorgado al presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la médica veterinaria Azucena Aguilar, al señor Cristóbal Méndez López y la señora Guadalupe Latourneri por su apoyo en la realización de las entrevistas, así como a las autoridades ejidales que nos permitieron

LITERATURA CITADA

- BROOK, M.V.V., 1989.** *The west indian manatee in Florida*. Florida Power and Light Co. Atlanta Georgia. 1-23 pp.
- CITES, 2010. Apéndices I, II y III.** *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. Ginebra, Suiza.
- CLIMENT, J., 1987.** Técnicas de investigación. En: *Extensionismo para el Desarrollo rural y la comunidad*. Limusa, México. 69-119 pp.
- COLMENERO R., L.C., y M.E. HOZ ZAVALA, 1986.** Distribución de los manatíes, situación y conservación en México. *An. Inst. Biol. UNAM Serie Zoología (3)* 955-1020.
- CONABIO, 2000.** Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata. RTP 143. En: *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. INE / CONABIO. México. 553-555 pp.
- BERTRAM, G. C. L y C. K. BERTRAM, 1973.** The modern sirenian: Their distribution and status. *Biol. Journal of the Linnean Society*. 5 (4): 297-338.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS (PEOT), 2002.** *Programa Estatal de Ordenamiento Territorial*. Secretaría de Planeación y Finanzas. Chiapas, México. 403 pp.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS, 2006a.** Decreto No. 431. Por el que se declara Área Natural Protegida con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica el área conocida como “Sistema Lagunar de Catazajá”. *Periódico Oficial. Tomo II. 3 de Noviembre 2006. Secretaría de Gobierno. Chiapas, México.*
- GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS, 2006b.** Decreto No. 433. Por el que se declara Área Natural Protegida con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica el área conocida como “Humedales La Libertad”. *Periódico Oficial. Tomo II. 3 de Noviembre 2006. Secretaría de Gobierno. Chiapas, México.*
- HARTMANN, D.S., 1979.** Ecology and behavior of the manatee *Trichechus manatus* in Florida. *Am. Soc. Mamm. Special Publication*. 5-153 pp.

- HUSAR, L. S., 1978.** *Trichechus manatus*. *Mammalian Species* 93: 1-5.
- IDESMAC, 2004.** *Modelo Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Catazajá, Chiapas*. Informe Final. IDESMAC / INE. 119 p.
- IHNE, 2005.** *Muestreo de Avifauna en las lagunas de Catazajá, Chiapas*. Informe Final de Proyecto. Dirección de Áreas Naturales. IHNE. 21 pp.
- IHNE, 2006.** *Conservación de los Humedales de Catazajá y La Libertad*. Informe Final de Proyecto. IHNE. Chiapas, México. 67 p. Documento inédito.
- INEGI.2005.** *Conteo nacional de población y vivienda 2005*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.
- IUCN, 2011.** *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. (Verificado 25 de julio de 2011).
- LIRA-SARMIENTO M. A., 2000.** *Apreciación cultural popular de *Crocodylus acutus* por los usuarios del río Grijalva, Chiapas*. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 29 pp.
- MANDUJANO, C. H. O., 2003.** Estado de conservación del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la cuenca del río Grijalva en Chiapas, México. Tesis de Magister. Universidad Nacional. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Meso América y el Caribe. Universidad Nacional. Heredia, C. R. 90 pp.
- MAYAN M. J., 2001.** Una Introducción a los métodos cualitativos: modulo de entrenamiento para estudiantes y profesores. Qual Institute Press: Alberta, Canadá.
- MEFFE, G.K. Y C. R. CARROLL, 1994.** *Principles of Conservation Biology*. Editorial Sinauer Associates, Inc. E.U. 600 pp.
- O'SHEA, T., M. CORREZ, V. M.E. LUDLOW & J. G. ROBINSON, 1984.** Distribution, status and traditional significance of the west indian manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. *Biological Conservation*. 46: 281-301.
- RAMSAR, 2011a.** Humedales, Servicios de los Ecosistemas. Productos de los Humedales. Disponible en: http://www.ramsar.org/pdf/info/services_07_s.pdf (Verificado 25 de julio de 2011).
- RAMSAR, 2011b.** *The List of Wetlands of International Importance* <http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf> (Verificado 26 de julio de 2011).
- RATHBUN, G. B., 1984.** *Sirenians. Orders and families of recent mammals of the world*. John Wiley & son, Inc. 337-547 pp.
- REYNOLDS III, J. E., AND ODELL, D.K., 1991.** *Manatees and dugongs*. Facts on File. New York, New York, USA. 192 p .
- RODAS T, J; E. I. ROMERO B; A. ESTRADA, 2008.** Distribution and conservation of the west indian manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Catazajá wetlands of northeast Chiapas, México. *Tropical Conservation Science*. Vol. 1. No. 4. 321-333 pp.

- RODILES H, R; J. CRUZ M; S. DOMÍNGUEZ C., 2002.** El Sistema Lagunar de Playas de Catazajá. En: De la Lanza E, G., y J. L. García C. (eds) *Lagos y Presas de México*. AGT. México. 667 p.
- ROMERO B, E. I., 2006.** *El manatí: emblema vivo del patrimonio de Catazajá*. Barum. Biodiversidad de Chiapas. No. 4. IHNE. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Méx. 3-6 p.
- SDR., 2005.** *Diagnóstico Municipal de Desarrollo Rural Sustentable del Municipio de Catazajá*. SDR / INCA Rural. 25 p. Documento inédito.
- SDR., 2006.** *Diagnóstico Municipal de Desarrollo Rural Sustentable del Municipio de La Libertad*. SDR / INCA Rural. 18 p. Documento inédito.
- SEMARNAT., 2010.** *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Que Determina Las Especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial, y que Establece Especificaciones para su Protección*. 30 de diciembre de 2010. México, Distrito Federal, México.

Potencial erosivo en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México

Iván de Jesús Vázquez Montoya*, Sergio López¹, José Zambrano Solís¹,
Rodolfo José Palacios Silva¹, Raúl Abel Vaca Genuit², Walter Lopez Baez³

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte poniente 1150; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Teléfono y fax: 961 6170440 | *ivajesvm@gmail.com | ²El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas | ³Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias, km.3 carretera internacional, Col. Cintalapa, Ocozacoautla de espinosa.

RESUMEN

En este estudio se cuantifica, analiza y compara la erosión hídrica potencial en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (REBITRI), ya que es imprescindible tener datos de susceptibilidad a la erosión hídrica, para una correcta gestión y manejo del mismo. Según FIDA y FMAM en el 2002 el suelo se considera un recurso primordial a nivel mundial pero a la vez se pierden 4674 millones de hectáreas a causa de la desertificación. En México la erosión hídrica se considera la principal causante de este fenómeno (INE, 2007). Por esta razón ubicar las zonas con riesgo a la erosión hídrica es primordial para promover estrategias de conservación, para ello se utilizó el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (E.U.P.S) implementando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G). Este análisis determinó que en la REBITRI la distribución de la erosión hídrica potencial en la superficie va de 0% Baja, 20% Moderada, 77% Alta y 3% Muy alta esto según la clasificación de la FAO. Además se determinó que la zona núcleo el Venado es más susceptible a erosionarse y la menos afectada es la zona núcleo El Triunfo.

Palabras Clave: Geomática, Forestal, Edafología, Cárcava, Hidrología, Ingeniería, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

ABSTRACT

In this manuscript quantifies, analyzes and compares the water erosion potential in the Biosphere Reserve El Triunfo (REBITRI) as it is essential to have data of susceptibility to water erosion, for proper management and handling. According to IFAD and the GEF in 2002, the soil is considered a major resource in the world yet is 4674 million hectares lost because of desertification in Mexico. Water erosion is considered the main cause of this phenomenon (INE, 2007). For this reason locate areas at risk of water erosion is essential to promote conservation strategies for this model was used in Equation Universal Soil Loss (USLE) tools implementing Geographic Information Systems (GIS). This analysis determined that the REBITRI the distribution of potential water erosion on the surface ranges from 0% Low 20% Moderate 77% 3% High and Very High this according to the FAO classification. It also found that the core area is more susceptible Deer to erode and the least affected is the core area the Triumph.

Key words: Geomatics, Forest, Edaphology, Gully, Hydrology, Engineering, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

La erosión se puede definir como: el desgaste de la superficie terrestre por agentes externos como el agua, el viento y el hielo glacial (Mármol, 2006). Según Wischmeier, W.H. et al en 1978, la E.U.P.S es un modelo matemático sensible y sumamente usado para la determinación de erosión hídrica, (Ramírez-León 2009), siendo integrada por la intensidad de la lluvia, propiedades físicas del suelo, característica de las laderas, cantidad de vegetación y presencia o ausencia de prácticas de conservación.

Según March y Flamenco en 1996, la tasa de transformación de la cobertura vegetal en la REBITRI era de 0.45% de la superficie total, es decir 551 ha al año, esto aunado a la accidentada topografía, suelos propensos a erosionarse de forma Moderada ó Alta (Arreola, 2004) y las inevitables practicas antropogénicas (agricultura, ganadería, etc.) en las zonas de amortiguamiento, hacen de la conservación del recurso edafológico en la REBITRI un reto.

Para ubicar las zonas con susceptibilidad a la erosión hídrica, se obtuvieron datos de intensidad de lluvia, propiedades físicas del suelo y características de las laderas, para integrarlos con ayuda de los sistemas de información geográfica al modelo matemático de la E.U.P.S.

ANTECEDENTES

La REBITRI se localiza en la porción central de la Sierra Madre de Chiapas, entre los $15^{\circ} 09' 10''$ y $15^{\circ} 57' 02''$, latitud norte y $92^{\circ} 34' 04''$ y $93^{\circ} 12' 42''$, longitud oeste. Cuenta con una superficie total de 119,177-29-00 ha, y comprende parte de los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acacoyagua, Escuintla, Ángel Albino Corzo, La Concordia, Villa Corzo, Montecristo de Guerrero y Siltepec (figura 1), la zonificación establecida por la declaratoria de la REBITRI contempla que 93,458-4 ha conforman la Zona de Amortiguamiento y 25,763 ha. la Zona Núcleo (ZN) dividida esta en cinco polígonos: ZN I El Triunfo

(11,594-75-00 ha.), ZN II Ovando (2,143-25-00 ha.), ZN III Cuxtepec (1,192-75-00 ha.), ZN IV El Venado (4,056-87-00 ha.) y ZN V La Angostura (6,776-25-00 ha.). (DOF, 1994).

Entre 1940 y 1956, se comenzaron a desarrollar procedimientos cuantitativos para la estimación de pérdida de suelo en la zona del maíz en los Estados Unidos. En 1946, un grupo de especialistas realizó un taller en Ohio para volver a evaluar los factores suelo, topografía y vegetación, y añadir el factor de las lluvias, Wischmeier, Smith y colaboradores desarrollaron la E.U.P.S publicada en 1979.

Estudios hechos en México indican que de los casi 200 millones de hectáreas del territorio nacional 154 millones están sujetos a diversos grados de erosión lo que representa 78.30% de la superficie del país (INE, 2007). En Chiapas más de 80% de su superficie (6 millones de hectáreas) corren riesgo potencial de sufrir erosión hídrica, con pérdidas estimadas de 200 toneladas por hectárea al año, por este hecho la erosión de los suelos es la principal amenaza para garantizar una agricultura sustentable (López, 2011).

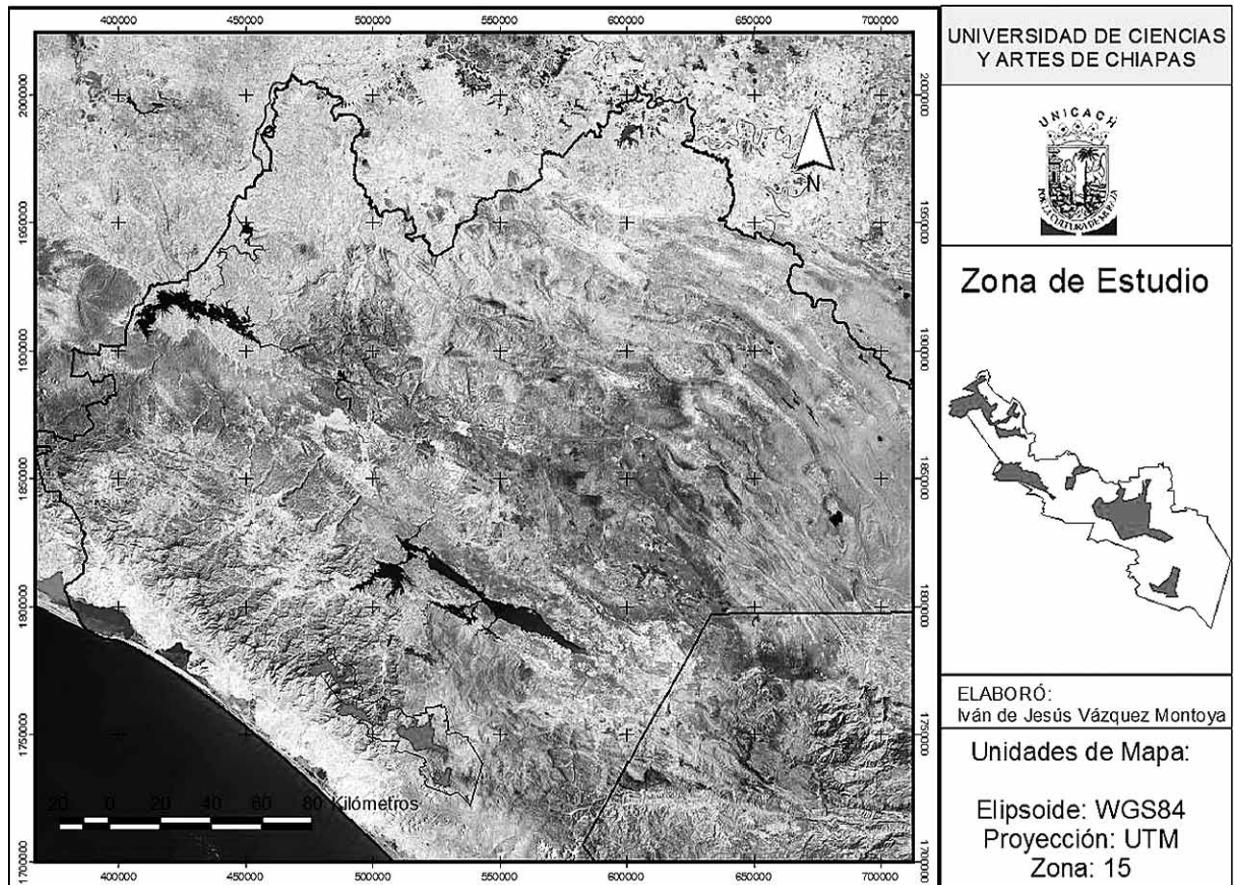


FIGURA 1

Zona de Estudio REBITRI.

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

En donde:

$$M = (\%amf + \%) (100 - \%a)$$

MO = Materia Orgánica

P = Clase de Permeabilidad

E = Código de Estructura

TABLA 1

Modelo Matemático propuesto por Wischmeier, Smith et al., 1978.

En el trabajo titulado Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahocacán, Chiapas, México se concluyó que de seguir las alteraciones de los bosques, los valores actuales de pérdida de suelo pueden incrementarse hasta en un 900% (Santacruz, 2011).

MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron mapas temáticos y bases de datos en formato digital provenientes de Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional del Agua y El colegio de la Frontera Sur; los materiales utilizados fueron los datos de precipitación del 2005, la cartografía de suelo escala 1:250000 y modelo digital de elevación con una resolución espacial de 30 m por pixel.

Determinación de los factores que integran la E.U.P.S.

Factor R

Se manejaron datos de precipitación de estaciones meteorológicas ubicadas en todo el estado de Chiapas, manipulados en el Software ArcView 3.2 con la utilería **surface-Interpolate grid** vía **kriging**.

Empleando el siguiente modelo matemático; $R = 2.4619Pa + 0.006067Pa^2$ propuesto por Cortés en 1991; se dividieron los datos de precipitación por mes para obtener un grid de precipitación media anual, al cual se le aplico la ecuación antes mencionada.

Factor K

Se determinó utilizando un mapa temático edafológico y datos edafológicos que publicó ECOSUR en el “Ordenamiento territorial y bases geográficas digitales” escala 1:250000, en el cual se detectaron 5 suelos para la REBITRI.

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

TABLA 2

Modelo Matemático propuesto por Diéz Juan en el 2008.

Con los valores de arcilla (a), limo (l) , arena muy fina (amf), se determino el valor de M y el de Clase de Permeabilidad, el valor de Material Orgánico y Código de Estructura se obtuvo de la base de datos publicada por ECOSUR, a esto se le aplicó el modelo matemático que propone Wischmeier y Smith en 1978 (tabla 1).

Para obtener este producto se requirió el Modelo Digital de Elevación (MDE) de la zona de estudio (REBITRI), 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 Diéz Juan en 2008 para pendientes diversas (tabla 2).

Integración de los Factores R, K, L y S (Erosión Hídrica Potencial)

La metodología para obtener la erosión hídrica potencial se basa en realizar el algebra de mapas de los factores R, K y LS, ya que únicamente incluye los valores que en principio no son afectados por la acción humana lo que devuelve datos de susceptibilidad a la erosión hídrica (figura 2).

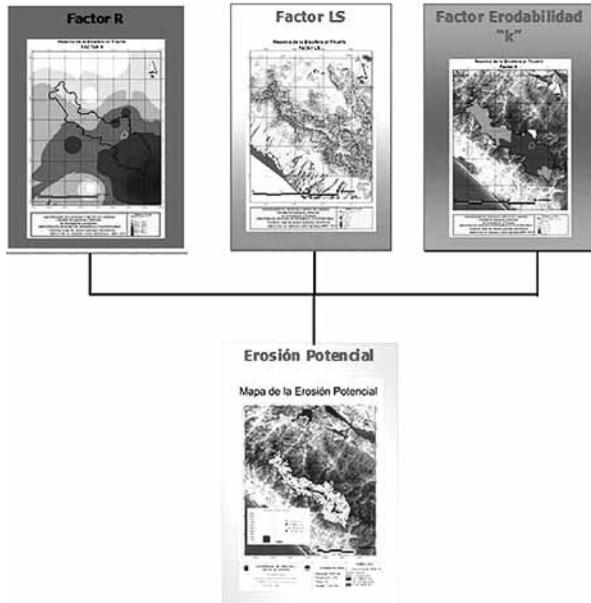


FIGURA 2

Diagrama de flujo para obtener la Erosión Hídrica Potencial.

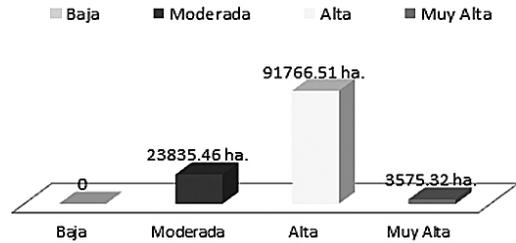
RESULTADOS

De las 119,177-29-00 ha que tiene la REBITRI la erosión hídrica potencial en sus diversas categorías se distribuye como lo muestra la gráfica 1. Se observa que la Erosión Ligera abarca 0 %, la Erosión Moderada cuenta con una superficie aproximada de 23,835.46 ha que corresponde al 20%, la Erosión Alta representa el 77% de la superficie que corresponde a 91,766.51ha aproximadamente y la Erosión Muy Alta corresponde al 3% de la superficie lo que representa 3,575.32ha.

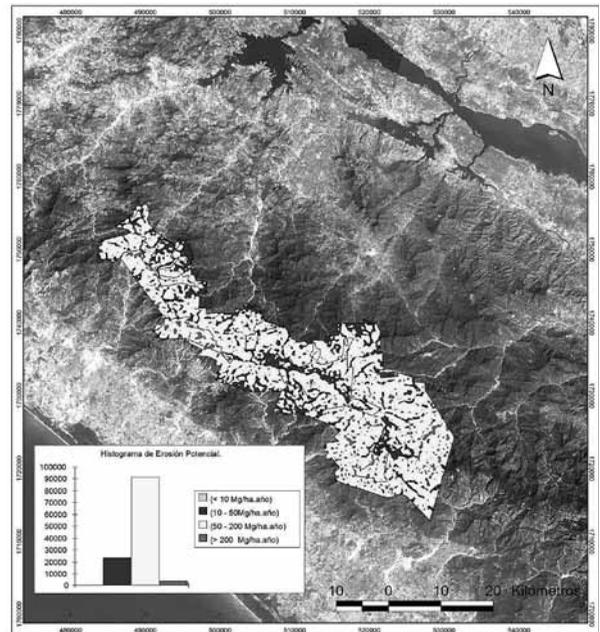
Según la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1980) la REBITRI se encuentra con una susceptibilidad grave a la Erosión Hídrica ya que presenta pérdidas que van de las 50 a mayores de 200 toneladas por hectáreas al año, en el 80% de su superficie es decir este fenómeno afecta a 94,341.83 ha aproximadamente (mapa 1).

De las cinco zonas núcleo de la REBITRI, la más afectada es el venado con un 14% de su superficie con Erosión Muy alta y la Zona núcleo menos afectada es el triunfo con 1% de Erosión Muy Alta. Por otra parte las zonas núcleo en general presentan una Erosión Hídrica Potencial Alta y Muy alta en el 81% de su territorio (mapa 2), mientras que en las zonas de amortiguamiento en el 80% de su superficie (mapa 3).

Erpsión Hídrica Potencial en la REBITRI.



GRÁFICA 1 Distribución de la E.H.P en la REBIMA.

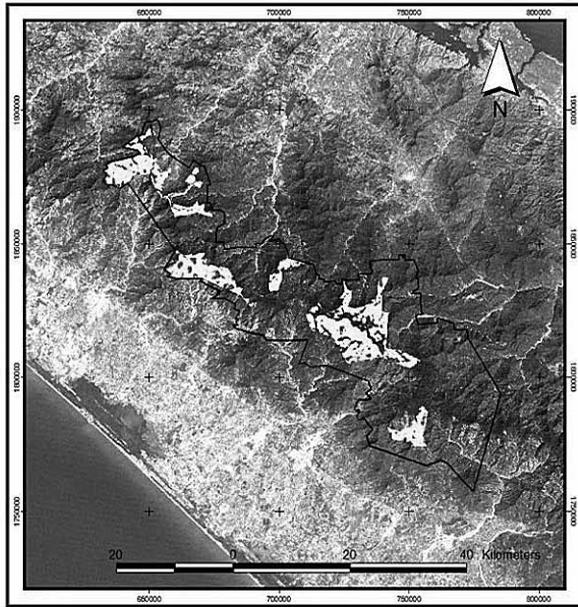


<p>UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS Facultad de Ingeniería y Ciencias de Investigación y Postgrado MAESTRÍA EN CIENCIAS EN DESARROLLO SUSTENTABLE ELABORÓ: Ivan de Jesus Vázquez Montoya Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 2011</p>	<p>Unidades de Mapa Elipsoide: WGS 84 Proyección: UTM Zona: 15 Escala: 1:200,000</p>	<p>SIMBOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> Área de Estudio (REBITRI) Zonas Núcleo 	
		<p>Erosión Actual</p> <ul style="list-style-type: none"> < 10 Mg/ha.año (10 - 50) Mg/ha.año (50 - 200) Mg/ha.año > 200 Mg/ha.año 	
		<p>MAPA 1 Erosión Hídrica Potencial en la REBITRI.</p>	
		<p>CONCLUSIÓN</p>	

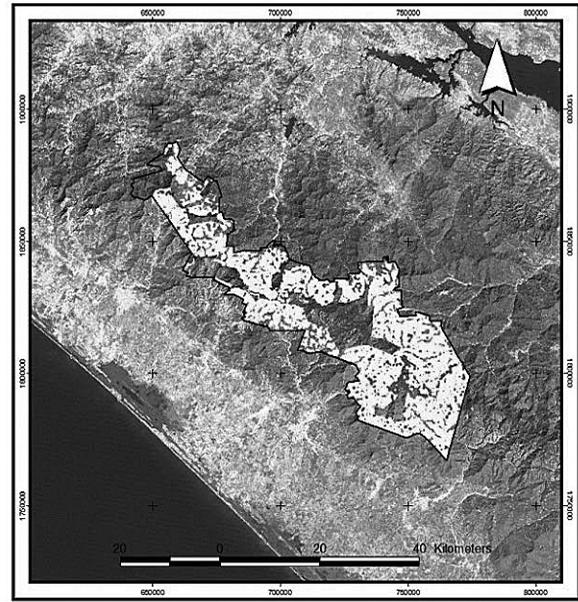
MAPA 1 Erosión Hídrica Potencial en la REBITRI.

CONCLUSIÓN

Resolver el modelo matemático de la E.U.P.S, propuesto por Wischmeier, Smith y colaboradores en 1978, permite obtener una visión a escala regional de los sectores más susceptibles a la erosión hídrica en la REBITRI, con la finalidad de orientar la toma de decisiones políticas para la conservación y desarrollo sustentable del recurso edafológico.



<p>UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS Facultad de Ingeniería y Dirección de Investigación y Posgrado. Maestría en Ciencias y Desarrollo Sustentable ELABORÓ: Ivan de Jesus Vázquez Montoya Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 2011</p>	<p>Unidades de Mapa Elipsoide: WGS 84 Proyección: UTM Zona: 15 Escala: 1:2,489,286</p>	<p>SIMBOLOGÍA □ Zona de estudio (REBITRI) □ EHP - Alta (50 - 200 Mg/ha.año) □ EHP Muy alta (> 200 Mg/ha.año)</p>
	<p>MAPA 2 E.H.P en zonas núcleo.</p>	



<p>UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS Facultad de Ingeniería y Dirección de Investigación y Posgrado. Maestría en Ciencias y Desarrollo Sustentable ELABORÓ: Ivan de Jesus Vázquez Montoya Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 2011</p>	<p>Unidades de Mapa Elipsoide: WGS 84 Proyección: UTM Zona: 15 Escala: 1:2,489,286</p>	<p>SIMBOLOGÍA □ Zona de estudio (REBITRI) □ EHP - Alta (50 - 200 Mg/ha.año) □ EHP Muy alta (> 200 Mg/ha.año)</p>
	<p>MAPA 3 E.H.P en zonas de amortiguamiento.</p>	

LITERATURA CITADA

- ARREOLA-MUÑOZ A., 2004.** Marginación y Cambio de uso del suelo en La Reserva de La Biosfera El Triunfo, Chiapas en Pérez-Farrera M.A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y Arreola-Muñoz (eds) *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una Década de Conservación*. UNICACH, pp. 265 – 295.
- CORTÉS, T. H. G., 1991,** *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*. Tesis de maestría en ciencias, Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México, 168 p.
- DÍAZ, 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.
- DOF, 1994.** *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994*. Tomo CDLXXXVIII, núm. 10, p. 2, Sección 1. México, D.F., lunes 16 de mayo de 1994.
- INE, 2007.** *Plan Estratégico y Financiero de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas*. Documento interno, Instituto Nacional de Ecología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 22 pp.
- LÓPEZ, B. W., 2011.** Potencial de la AC en Chiapas. *Revista Enlace* 2 (5): 36-38.

- MÁRMOL, L.A., 2006.** *Introducción al manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes.* Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina.
- RAMÍREZ-LEÓN, J.M., 2009.** *Producción de sedimentos en cuencas: revisión de criterios y aplicabilidad a la cuenca del Río Apulco.* Facultad de ingeniería - división de estudios de posgrado campus Morelos, Jiutepec, Morelos, UNAM. POSGRADO: 205.
- SANTACRUZ, L. G., 2011.** *Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del Río Cahoacán, Chiapas, México,* Aqua-LAC 3 (1):45-54.
- WISCHMEIER, W. H. & D.D. SMITH, 1978.** *Predicting Rainfall Erosion Losses.* 228. Washington D.D., Agriculture Handbook. 69 p.

Evaluación de la remoción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en dos biofiltros con diferentes empaques

Juan Antonio Villanueva Hernández¹, José Manuel Gómez Ramos, Rubén A. Vázquez Sánchez, Hugo Alejandro Nájera Aguilar, Nelly de los A. Roblero Galdámez, Esdras Hernández Sánchez

¹Escuela de Ingeniería Ambiental, UNICACH. Libramiento Norte Poniente 1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel y Fax (961) 1256033. antonio.villanueva@unicach.mx

RESUMEN

En esta investigación se presenta la construcción de dos filtros anaerobios de flujo ascendente para tratar el agua residual de tipo doméstico. Cada biofiltro se constituyó con un empaque diferente para remover la materia orgánica representada como Demanda Química de Oxígeno (DQO). El primer biofiltro usó un empaque orgánico (Fibra de coco) el cual, removió en TRH de 48 hrs el 80% de la concentración de la carga orgánica y en TRH de 24 hrs removió el 75%, mientras que el segundo biofiltro con empaque de grava removió el 62.5% en TRH de 48 hrs y en TRH de 24 hrs removió el 27%. De los dos empaques evaluados mediante la DQO se mostró que el medio que permitió encontrar las mejores condiciones operacionales y de mayor porcentaje de remoción fue el empaque de fibra de coco. Su porosidad natural permitió que el empaque presentara un flujo constante, el tratamiento de más litros de agua residual que el biofiltro con empaque de grava y una mayor remoción de la materia orgánica.

Palabras claves: Aguas residuales, Filtros anaerobios, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Empaque orgánico.

ABSTRACT

This research shows the construction of two upflow anaerobic filters for treating waste water of domestic type. Each biofilter was established with different packaging to remove organic matter represented as Chemical Oxygen Demand. The first used a packing biofilter organic (coconut fiber) which, shifted in TRH of 48 hrs 80% of the organic load concentration and TRH of 24 hrs removed 75%, while the second biofilter with packaging gravel removed 62.5% in TRH of 48 hrs and 24 hrs TRH of 27% removed. Of the two packages evaluated by DQO the medium that allowed the best operating conditions and higher removal percentage was the coconut fiber gasket. Its natural porosity allowed the packaging submit a constant flow, treating more gallons of wastewater that the biofilter with gravel pack and increased removal of organic matter.

Key words: Wastewater, Anaerobic filters, Chemical Oxygen Demand (COD), Professional package.

INTRODUCCIÓN

En los países latinoamericanos existe el grave problema de la disposición del agua residual generada en centros urbanos, industriales y agrícolas (Morgan y Noyola, 1998), disponer de los residuos significa por lo general descargarlos en algún tipo de corriente de agua, como un río, canal, estuario y al mar (Winkler, 1999), o en última instancia al mismo terreno (Metcalf & Eddy, 1996). Las consecuencias indeseables de esta situación es la descarga indiscriminada del agua residual domésticas e industrial con su consecuente deterioro desastroso al medio ambiente y a la salud pública (Giraldo, 1993).

Los efectos más importantes de los contaminantes de las aguas residuales es la biodegradación de la materia

orgánica en los cuerpos receptores en donde provoca desoxigenación, muerte de peces, olores indeseables, materia suspendida que al descomponerse flota mediante el empuje de gases, cubre el fondo e interfiere con la reproducción y vida acuática, transforma la cadena alimenticia, además de la presencia de microorganismos patógenos, sustancias que causan turbiedad, temperatura, olor, color que hacen además inaceptable el agua para su uso público (Romero, 1999).

Debido a la contaminación que el agua residual puede causar al ambiente y los problemas en la salud, se ha buscado la manera de tratar el agua residual. En México se genera alrededor de 200 m³/s de agua residual, de las cuales reciben

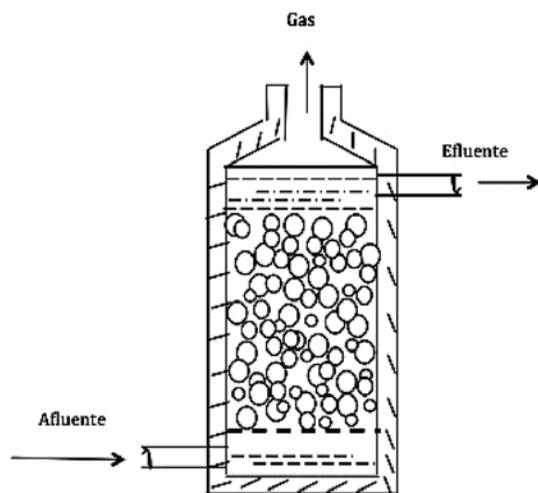


FIGURA 1 Filtro anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).

tratamiento sólo el 36%, lo que indica que se requiere de mayor infraestructura y recursos humanos para mejorar la calidad de este bien, además, de propuestas innovadoras que permitan implementar el tratamiento en diferentes condiciones ambientales y socioeconómicas (Colín *et al.*, 2009).

Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA)

El principal uso del tratamiento biológico anaerobio es la remoción de la materia orgánica, la oxidación y la estabilización de lodos producidos en tratamiento biológico. Los filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) es un sistema de bajo costo de construcción, operación y mantenimiento, no se requiere de equipos sofisticados y puede utilizar medios de soporte de bajo costo. De los sistemas de tratamientos anaerobios es el más sencillo de mantener por que la biomasa permanece como una película microbiana adherida y porque el flujo es ascensional, el riesgo de taponamiento es mínimo (Figura 1) (Torres *et al.*, 2003).

Este biofiltro en cuyo interior dispone de un empaque (soporte o lecho), y su aplicación en el tratamiento de las aguas residuales ha demostrado a partir de varios estudios un buen desempeño, comprobando que las aguas residuales industriales de concentración media y alta (≥ 1500 mg DQO/L) que en común tienen la presencia de cantidades elevadas de residuos fácilmente acidificables han respondido de manera adecuada en el uso de este Biofiltro, así como los residuos de lixiviados, los provenientes de los residuos de procesos agroindustriales como elaboración de lácteos, extracción de aceites de palma, de almidón de yuca, destilación de alcohol, de aguas miel y de aguas residuales domésticas (Cárdenas & Ramos, 2009). Así

también, permite el tratamiento de aguas residuales de baja concentración a temperatura ambiente (Garzón, 2004), por lo que se eligió este sistema de tratamiento, estudiando dos empaques como soporte en el reactor.

Para aguas residuales de baja concentración es preferible diseñarlos con base en el tiempo de retención hidráulica; en general, la recirculación puede ser necesaria cuando la DQO del residuo es mayor de 8,000 mg/L. El arranque de un proceso de crecimiento adherido puede ser más lento que el de un proceso de crecimiento suspendido, puede demorar unos seis meses en aguas residuales de baja concentración y de temperatura baja. Sin embargo, el filtro anaerobio es poco sensible a variaciones de la carga hidráulica y a la operación discontinua pues el medio retiene los sólidos y la biomasa formada en él.

Los biofiltros como se ha mencionado constan de un lecho de material poroso que sirve de soporte a una población microbiana la cual se encarga de degradar el contaminante a medida que este pasa a través del lecho. Dependiendo del material utilizado como soporte y del tipo de corriente a tratar, la población puede ser nativa o inoculada. Independientemente del tipo de soporte. La inoculación ayuda a reducir el tiempo de arranque del biofiltro y a maximizar el funcionamiento del sistema (Morgan & Noyola, 1998).

Medios de soporte

En los reactores el agua residual pasa por el lecho filtrante o soporte (arena, grava u otro), los sólidos suspendidos y la materia orgánica son removidos por medio de los procesos físicos de la filtración y cribado así como por la acción biológica (Romero, 1999).

Los tipos de empaques en uso común se puede clasificar convenientemente en dos grupos: medios minerales o "convencionales", y los medios especialmente fabricados, construidos generalmente de materiales plásticos (Winkler, 1999), se sigue realizando estudios con miras de seguir a mejorando el proceso, sustituyendo los materiales de los medios filtrantes (los convencionales y plásticos) por medios fibrosos (Morgan y Noyola, 1998).

a) Soporte minerales

Entre los tipos de medios más utilizados se encuentran la piedra triturada angulosa o redonda (Grava) sin finos, de tamaño entre 4-7 cm (Castaño y Paredes, 2002), el coque metalúrgico, las escorias de altos hornos se ha utilizado con éxito, empaques minerales. También se ha tenido éxito en la utilización de materiales más baratos, como los escombros o ladrillos rotos; sin embargo, tienden a demorarse después de cierto tiempo de manera que el lecho se bloquea con el medio desintegrado (Winkler, 1999).

b) Soportes plásticos

También se pueden usar medios más sofisticados como los anillos sintéticos, las matrices plásticas de flujo cruzado o tubular, que aunque más eficientes resultan ser más costosas (Castaño y Paredes, 2002).

c) Soportes orgánicos

Otras alternativas que han sido estudiadas como medio de soporte, ha sido los no convencionales, entre las que se destacan, la guadua, la cáscara de coco, tejas de barro, el bambú (Castaño y Paredes, 2002). Recientemente se estudió empaques de conchas marinas con resultados buenos (Cárdenas y Ramos, 2009).

Fibra de coco

Se afirma que su flotabilidad extrema y su resistencia a la acción de bacterias y agua salada son únicas. Es, además, una fibra económica. El rendimiento de fibra obtenido varía según el tamaño de los cocos, la madurez, la variedad y el método de preparación, pero para cálculos generales puede considerarse un promedio de 130 Kg de fibra por 1,000 cáscaras. En una cáscara típica hay casi unas tres veces más de fibra corta que de fibra larga (Quintero y González, 2006).

Características de la fibra de coco

- I. Tiene porosidad entre 86-90% (Quintero y González, 2006).
- II. Alta porosidad que le permite absorber ocho veces su peso en agua (López, 2007), según Mora de 7 a 9 veces su propio peso conservando su estructura con todos los poros llenos de aire (Quintero & González, 2006).
- III. Se descompone más lentamente que la turba (López et al, 2007).
- IV. Su pH natural puede variar de: 5.8 - 6.4. (López et al, 2007), y, 5.6 - 6.9 (Quintero y González, 2006).
- V. La posible salinidad desaparece por lavado (López et al, 2007).
- VI. Al tratarse de un producto 100% natural puede presentar variaciones en su presentación (López et al, 2007).
- VII. Composición de Lignina entre 60-70% (Quintero y González, 2006).
- VIII. Conductividad eléctrica: 0.06-2.9 milisiemens.
- IX. La fibra de coco puede resistir temperaturas hasta de 200°C sin pérdidas significativas a sus principales propiedades (Quintero y González, 2006).
- X. Es de fácil manejo y transporte, sin semillas para-

sitarias, ni contaminaciones fito patógenas, ligera con capacidad de absorción (López et al., 2007).

En la investigación de (Castaño y Paredes, 2002) y el de (Torres et al., 2003), se mencionan algunas consideraciones del uso de empaques (soporte o lecho) para reactores biológicos, el cual deben facilitar un flujo uniforme en el reactor, actuar como barrera física evitando así que los sólidos sean arrastrados, ser biológico y químicamente inerte, ser liviano para evitar estructuras complejas, actuar como dispositivo para separar los sólidos de los gases, soportar su propio peso, porosidad elevada, además, de precios bajos, por lo tanto; de acuerdo a estas características principales del medio, el uso del empaque orgánico (fibra de coco) en el primer reactor cumple con lo señalado, por lo que su uso queda justificado en el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA o biofiltro) cuyo interior dispone dicho empaque. Además, de la composición física y química de la fibra de coco, dada por diversas células que se encuentran aglomeradas por la mela intracelular, compuesta principalmente por hemicelulosa, peptina y por lignina (Castaño y Paredes, 2002), siendo resistente a la acción bacteriana (Quintero & González, 2006) y se descompone más lento que la turba (López et al., 2007).

METODOLOGÍA

Este estudio es de carácter experimental, el cual se evalúa la DQO para conocer la biodegradabilidad de la materia orgánica tratada en dos filtros anaerobios tipo FAFA, con empaques diferentes.

Se construyeron dos filtros a partir de los parámetros de diseño más comunes de filtros anaerobio de flujo ascendente. El material usado en la construcción de los biofiltros fue a base de acrílico, con dimensiones de 6 cm por 6 cm en su base y una altura total de 1.20 m, en la parte superior se construyó un cono para la mejor conducción y recolección del biogás producido, el cual, se conduce a un sistema de purificación de biogás (figura 2). Para esta investigación se consideraron dos TRH de 48 y 24 hrs para ambos biofiltros y así conocer la remoción de la DQO de ambos empaques en diferentes TRH. El cambio de TRH dependió de la estabilidad de la materia orgánica en uno de los dos biofiltros.

El biofiltro con empaque de fibra de coco

El biofiltro tiene tres secciones, un falso fondo, zona empacada y zona superficial con un volumen útil de 3.024 L. Este primer reactor usó un empaque de fibras de coco, denominados también fibras bonotes y tienen

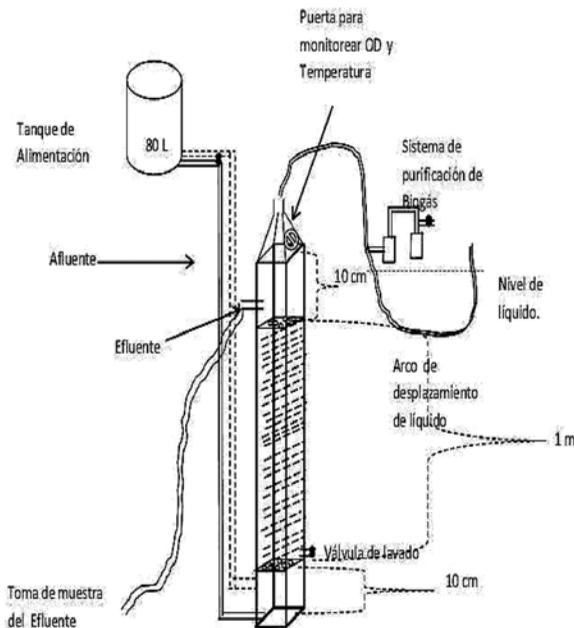


FIGURA 2

Diseño del biofiltro anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).

longitud promedio de 20.3 cm y 0.59 mm de diámetro. Por tratarse de un producto natural presentó un pH ácido y alto contenido de sales, por lo que, la fibra fue sometida a un pretratamiento (lavado y secado) antes de su uso para disminuir el pH natural y eliminar las sales presentes en dicha fibra (Álvarez, 2011).

Los criterios de un empaque, así como las propiedades físicas y químicas de la fibra de coco fue la mejor selección para su uso como empaque en el biobiltro, el acomodo de la fibra en la zona empacada se hizo a presión quedando en forma de nidos circulares (Tabla 1).

El biofiltro con empaque de grava

El biofiltro con empaque de grava tiene tres secciones, un falso fondo, zona empacada y zona superficial con un volumen útil de 1.96 L. Está constituido por un empaque a base de gravas, puntiagudas que van de los 0.5 mm a 4 cm de diámetro, la selección del tamaño se hizo de acuerdo a las investigaciones, en donde se recomienda, piedras trituradas angulosa o redonda (grava) sin finos, de tamaño entre 4 y 7 cm (Castaño & Paredes, 2002). Sin embargo, hay investigaciones donde se han usado piedras del tamaño de 4 a 7 mm (Romero, 2004), colocados al azar característico

	Medidas	Capacidad en Litros (L)	Fibra contenida en gramos (gr)
Reactor de fibra de coco	Falso Fondo Bases 36 cm ² Altura 10cm	360 cm ³ a L = 0.36 L	0 gr
	Zona Empacada Altura 1 m Base 36 cm ²	3600 cm ³ a L= 3.6 L – 0.36 L de empaque= 3.24 L	186.396 gr
	Zona Superficial Altura 5 cm Base 36 cm ²	180 cm ³ a L = 0.18L	0 gr
		Total= 3.78 L menos inóculo 3.024 L	186.396 gr
Inóculo del Biofiltro	0.756 L		
T tiempo de retención Hidráulica (TRH)	48hrs	24hrs	
Gasto de la zona de Salida	78.75mL/ H	157.5mL/ H	
Porosidad de empaque	86-90%		

TABLA 1

Descripción del biofiltro con empaque de fibra de coco.

	Medidas	Capacidad en Litros(L)	Gramos contenidos (gr)	
Reactor con empaque de grava	Falso Fondo	Bases 36 cm ² Altura 10cm	360 cm ³ a L=0.36L	0 gr
	Zona Empacada	Altura 1 m Base 36 cm ²	3600cm ³ a L= 3.6L- 169 L empaque=191 L	2876.4 gr o 28764 Kg
	Zona Superficial	Altura 5cm Base 36 cm ²	0.18L	0 gr
			Tota= 2.45 L menos inooculo 196 L	2.8764 kg
Inóculo del Biofiltro	0.48816L			
Tiempo de retención Hidráulica (TRH)	48hrs		24hrs	
Gasto de la zona de Salida	5085mL/ H		1017mL/ H	
Porosidad	10%			

TABLA 2 Descripción del biofiltro con empaque de grava.

de los filtros anaerobios (Romero, 2004), el empaque ocupa la misma altura y diámetro que el primer filtro (Tabla 2).

Obtención de inóculo

El inóculo fue de una combinación de gránulos provenientes de un reactor UASB (Álvarez, 2011) ubicado en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas con coordenadas 16°46'34.10"N y 93° 7'14.14"O y del sustrato recolectado del digestor en la planta de tratamiento "Paso-Limón" con coordenadas 16°45'41.59" N y 93°4'57.58" O de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, debido a la poca actividad microbiana, se dejó 8 días en un recipiente de 5 L sellado, en donde se obtuvo un inóculo con mucha actividad microbiana.

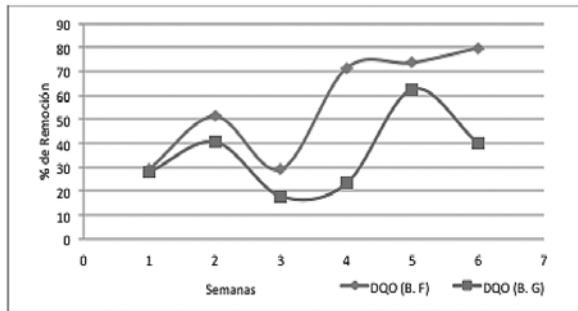
Inoculación de los biofiltros

Se hizo de acuerdo a la capacidad útil de cada reactor, inoculándose el 20%. El inóculo se mantuvo en reposo

durante una semana en condiciones anaeróbicas, así mismo, el agua residual que inundaba los empaques hasta concluir la semana de reposo que permitió la adaptabilidad de las bacterias a medida que se acostumbraban a degradar la materia orgánica presente en el agua residual, el cual, fue remplazado lentamente para comenzar con las corridas.

Parámetros de lectura y método aplicable

La metodología usada para el análisis de la DQO fue según el método de reflujos cerrados propuesto en la NMX-AA-030-SCFI-2001. Los parámetros de control como la temperatura, pH, OD, Alcalinidad alfa, Relación A/M se realizó según los métodos científicos propuestos.



DQO (B. F)= DQO removido en el Biofiltro con empaque de fibra.
DQO (B. G)= DQO removido en el Biofiltro con empaque de grava.

FIGURA 3

Porcentaje de la remoción de la DQO con TRH de 48 hrs en ambos Biofiltros.

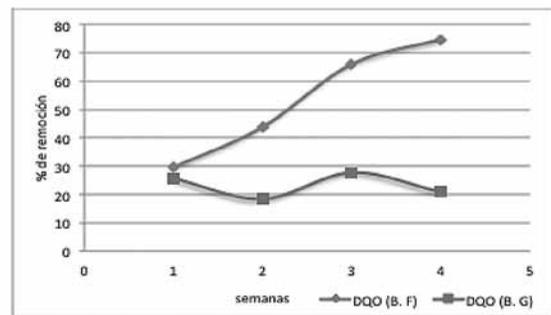
RESULTADOS

Después del tiempo de reposo, en el cual, los empaques se encontraban inundados de agua residual para aclimatar las bacterias, se inició el arranque del sistema (Cárdenas y Ramos, 2009 y Torres et al., 2003), siendo operado con TRH de 48 horas, durante seis semanas, obteniendo los siguientes porcentajes de remoción de DQO (figura 3).

Esto se debe también a que las bacterias se habían logrado adaptar con cargas menores y al tener una carga triplicada estas no se dieron a basto y el porcentaje de remoción cayó. Las últimas tres semanas tuvieron una concentración alta y parecida, por lo que, las bacterias que se desarrollaron en la tercera semana por tener la primera carga orgánica alta hizo que proliferara el crecimiento bacteriano, obteniendo para las últimas semanas remociones del 70 al 80% de la DQO.

DQO (B.G) esta gráfica muestra el comportamiento del biofiltro con empaque de grava, el cual fue inestable y con poca remoción. En las semanas 3 y 4 entran concentraciones altas lo que hace que las bacterias empiecen adaptarse y a proliferar, los resultados se ven durante la semana 5 en donde existió una remoción del 62.5%, sin embargo, este porcentaje de remoción cae en la semana 6 aun teniendo las mismas concentraciones altas lo que nos sugiere que el empaque ha sufrido colmataciones o taponamientos y requiere de un retrolavado para que pueda continuar, representa los resultados obtenidos de la remoción de la DQO en TRH de 24 hrs (figura 4).

La gráfica DQO (B.G) mantuvo un porcentaje de remoción de 19 al 27% por lo que ha sido muy bajo comparado con la gráfica DQO (B.F) que removió más materia orgánica desde la primera semana quedando con un 75% en la semana 4.



DQO (B. F)=DQO removida en el biofiltro con empaque de fibra.
DQO (B.G)=DQO removida en el biofiltro con empaque de grava.

FIGURA 4

Porcentaje de la remoción de la DQO con TRH de 24 hrs en ambos biofiltros.

CONCLUSIONES

Todos los parámetros de control jugaron un papel importante en cuanto a la remoción de la DQO, debido a que favoreció la adaptación de los microorganismos, permitiendo así, mayor remoción de la DQO. En el TRH de 48 hrs se obtuvo una remoción en el biofiltro de empaque de fibra de coco del 70% al 80% en las últimas 3 semanas de monitoreo con TRH de 48 hrs y en el TRH de 24 hrs removió el 75% mientras que el biofiltro de empaque de grava removió el 23% en TRH de 48 hrs y en TRH de 24 hrs el 27%. Por lo que, el uso de fibra de coco como medio filtrante, es viable técnica y económicamente. Las propiedades físicas del empaque orgánico como su porosidad, permitió una fluidez rápida y por ser un material fibroso atrapó mejor la materia soluble y puede tratar más litros que un empaque de grava. Estas condiciones naturales hacen del empaque orgánico apto para su uso en la eliminación de la materia orgánica, además, de ser una alternativa que puede sustituir al empaque tradicional o en su caso una combinación de ambos para el tratamiento del agua residual en los biofiltros anaerobios. La fibra de coco se descompone más lento que la turba, resistente a la acción bacteriana siendo un empaque a base de turba y tiene un tiempo de vida útil de 5 años, por lo que el empaque de fibra de coco está alrededor del mismo tiempo de vida útil.

Recomendaciones generales

- Controlar la carga orgánica para que no exista picos altos de concentración (se propone un tanque estabilizador para tener la misma concentración entrante al sistema durante todo el periodo de tratamiento).
- En el caso de presentar pH iniciales altos o bajos donde no se desarrolla adecuadamente las

bacterias, es necesario acondicionar el pH del agua residual, dejándolo entre (6.5 y 7.6) para acelerar el proceso.

- No se recomienda inocular en el tanque de alimentación debido a que puede obstruir taponeando los conductos de alimentación.
- La eficiencia se puede mejorar con un inóculo adecuado, además, de regular las concentraciones del afluente y las condiciones óptimas para la estabilidad anaerobia antes de que entre al sistema, con el fin de acelerar y tener un mejor tratamiento.
- Se recomienda usar una bomba peristáltica para tener el mismo volumen de caudal.

Recomendaciones específicas para el biofiltro con empaque de fibra de coco

- Inocular antes de introducir el empaque o bien si se cuenta con un falso fondo en la parte inferior y con compuerta; inocular en esta parte, debido a que el inóculo no descenderá si se inocula en la parte superior del biofiltro esto se debe por la capacidad de retención de la fibra.
- Debido a su alta porosidad se requiere de mayor inóculo.
- Se recomienda menos TRH que un biofiltro de empaque de grava.
- El empaque por ser de origen natural debe tener una limpieza o pretratamiento antes de su uso,

debido, a que presenta un pH ácido que perjudicaría al tratamiento, sales que pueden inhibir el tratamiento. La limpieza debe ser con agua limpia que elimina fácilmente las sales y el pH natural de la fibra.

- Se prefiere fibras secas (presenta un pH casi neutro).

Recomendaciones específicas para el biofiltro con empaque de grava

- Necesita un inóculo con mucha actividad microbiana.
- La población microbiana requiere más días para adaptarse al empaque de grava que en el empaque de fibra de coco.
- Necesita un afluente constante.
- Requiere de más TRH que el biofiltro de empaque de fibra de coco.
- Con cargas menores de 500 mg/L de DQO se recomienda empaques de 2 m de altura como mínimo.
- Si se utiliza piedras del tamaño de 4 a 7 mm pueden colocarse al azar, si son más grandes es importante seguir un criterio, se recomienda un diseño de flujo dual.
- En caso de disminuir la eficiencia de remoción se recomienda un retro lavado del empaque.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ V. J., 2011. *Efecto del tiempo de retención hidráulica en la remoción de materia orgánica en reactores UASB en serie*. Tesis Profesional de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Ambiental. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. pp. 23-45.
- CÁRDENAS C., G. & R. RAMOS, 2009. Evaluación de la eficiencia de reactores de lecho fijo utilizando aguas mieles residuales de trapiches artesanales. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Nueva Granada, Colombia: 19 (1): 25-38.*
- CASTAÑO R., J. & D. PAREDES C., 2002. *Uso de aros de guadua en filtro anaeróbios para el tratamiento de aguas residuales*. Seminario-Taller Avances en la investigación sobre guadua. Pereira, Colombia, pp. 37-45.
- COLÍN C., A., A. ROMERO M., S. SÁNCHEZ E., Y L. ORTIZ H., 2009. *Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales; Evaluación de la remoción de la carga orgánica*, Revista Internacional de Contaminación Ambiental México. 25 (3): 156-157.

- GARZÓN Z., A., 2004.** *La biofiltración sobre cama de turba, un tratamiento eficiente para diferentes tipos de agua residual industrial*, memorias del XXIX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. San Juan, Puerto Rico. México. pp. 62-79.
- GIRALDO G., E., 1993.** Tratamiento anaerobio de las aguas residuales domésticas. Limitaciones y potencialidades. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, Ecuador.* 4 (2): 1-12.
- LÓPEZ S., L., A. VERDUGO F., M. PÉREZ G., S. PACHECO B., R. SANTANA G., Y J. NÚÑEZ M., 2007.** *Máquina trituradora pulverizadora de fibra de coco.* 8° Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Colima, México. pp. 56-68.
- METCALF & EDDY, 1996.** *Ingeniería de aguas residuales; tratamiento, vertido y reutilización*, Tomo 1, McGraw-Hill. México. D.F. pp. 133-145.
- MORGAN S., J. Y A. NOYOLA R., 1998.** *Aplicabilidad de la Digestión Anaerobia para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales*, México D.F. pp.07-21.
- NMX-AA-030-SCFI-2001.** *Análisis de agua: Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.*
- QUINTERO G., S. Y L. GONZÁLEZ S., 2006.** Uso de la fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Revista ingeniería y desarrollo, Colombia* 1 (20): 32-33.
- ROMERO R., J., 1999.** *Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización*, Escuela Colombiana de ingeniería. Alfa omega, Colombia. pp. 129-142.
- ROMERO R., J., 2004.** *Principio del tratamiento biológico, Tratamiento de aguas residuales (Teoría y principios de diseño).* Escuela Colombiana de Ingeniería Ambiental, Bogotá, Colombia. pp. 204-238.
- TORRES P., J. RODRÍGUEZ Y E. URIBE, 2003.** Tratamiento de aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca en filtro anaerobio: Influencia del medio de soporte. *Revista Scientia et Technica, Colombia* 23: 75-80.
- WINKLER M., 1999.** *Tratamiento biológico de aguas de desecho.* Limusa, México, D.F., México. pp. 192-193.

Evaluación sensorial de tres gelatinas como limpiadores de paladar

Gabriela Palacios Pola*, Viridiana del C. Esquinca Gurria, Adriana Caballero Roque, Paulina Ayvar Ramos, Roberto E. Grajales Fernández, Erika J. López Zúñiga

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente No.1150, Colonia Lajas Maciel. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*autor para correspondencia: gabriela.palacios@unicach.mx

RESUMEN

El uso de limpiadores de paladar es una opción para eliminar sabores después de haber ingerido un alimento y así mantener limpio el paladar para poder degustar otros platillos. El objetivo de este trabajo fue elaborar tres gelatinas con base en frutas; así como evaluar sensorialmente su aceptación y su función de limpiador de paladar después de ingerir un platillo de atún en costra de especias. Un análisis sensorial fue realizado para lo cual se utilizó jueces semi-entrenados. Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA ($p < 0.05$) mostrando que hubo un efecto estadístico significativo de los jueces y el número de ingestas del limpiador de paladar sobre la intensidad residual de sabor a atún, mientras que no existió diferencia significativa entre las tres formulaciones de limpiador de paladar utilizados.

Palabras clave: Análisis sensorial, Jueces semi-entrenados, Atún.

ABSTRACT

The palate cleaners are an option to remove those disagreeable flavors after having ingested disagreeable flavors, using palate cleaners is a good option to remove them and give us the opportunity to taste some other dishes. The aim of this project was to develop three based jellies in fruits, as well as assess their acceptance and sensory function palate as a cleanser after eating a dish of spice-crusting tuna. It was made a sensory analysis, in which some semi-trained judges participated. The results were analyzed by ANOVA ($p < 0.05$) and showed that there was a statistically significant effect on the judges and the number of intakes of palate cleanser on the residual strength of flavored tuna, but there wasn't a significant difference among the three formulations used as palate cleanser.

Key words: Sensory analysis, Semi-trained judges, Tuna fish.

INTRODUCCIÓN

El sentido del gusto se refiere exclusivamente a las sensaciones originadas por sustancias solubles en nuestras papilas gustativas, mientras que el sabor es un concepto que involucra diferentes tipos de estímulos. De manera general, el sabor se puede entender como la combinación de las sensaciones gustativas percibidas en las papilas de la lengua, las sensaciones percibidas en el nervio olfatorio por estimulación retronasal y las sensaciones percibidas por el nervio trigeminal atribuidas a la temperatura (Chávez, 1999). En la gastronomía, el uso de diversos ingredientes proporcionan una infinidad de sabores agradables a nuestro paladar, sin embargo, existen sabores que permanecen durante largo tiempo y, en algunos casos, se vuelven desagradables. El uso de limpiadores de paladar es entonces frecuente después de consumir un platillo de sabores intensos y bebidas

astringentes, ya que ayudan a mantener limpio el paladar y así poder degustar de otros platillos. Existen diversas investigaciones que justifican el uso de los limpiadores de paladar. Vickers et al (2007) demostraron limpiadores de paladar a base de agua y zanahorias fueron mejores que las galletas saladas después de ingerir una bebida ácida de naranja. Asimismo, Ross et al (2007), utilizando cuatro limpiadores de paladar a base de agua, pectina, carboximetilcelulosa o galletas, demostraron que la galleta fue más eficaz en la reducción de la astringencia después de consumir vino tinto.

En el estado de Chiapas, existe una gran variedad de frutas, algunas nativas y otras introducidas dentro de las que encontramos el melón, sandía, mango, papaya, chicozapote, guanábana, carambola, mamey, pitahaya, cupapé, maracuyá, entre muchas otras. Por tal motivo,

Ingredientes	Contenido		
	Carambola-Mango	Piña-Coco	Limón-Menta-Tamarindo
Jugo de carambola (mL)	200	-	-
Jugo de piña (mL)	-	200	-
Jugo de limón (mL)	-	-	50
Menta (g)	-	-	3
Azúcar refinada (g)	80	70	80
Agua purificada (mL)	230	200	300
Grenetina (g)	15	15	15
Crema de coco (mL)	-	150	-
Concentrado de tamarindo (mL)	-	-	200
Pulpa de mango ataulfo (g)	150	-	-

- No adicionado.

CUADRO 1

Formulación de las gelatinas limpiadoras de paladar.

el objetivo de este trabajo fue elaborar tres gelatinas con base en limón, menta, tamarindo, piña, coco, carambola y mango; así como evaluar sensorialmente su aceptación y su función de limpiador de paladar después de ingerir un platillo de atún en costra de especias.

METODOLOGÍA

Materias primas

Para todos los experimentos se utilizaron frutos sanos obtenidos en un mercado de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Los frutos (carambola, mango, piña, tamarindo coco y limón) y la menta fueron lavados y desinfectados con agua potable. Posteriormente, los frutos fueron pelados para obtener la pulpa.

Elaboración del alimento testigo

La pimienta, tomillo y orégano fueron trituradas finamente. Las hierbas finas se añadieron a la mantequilla, y se revolviaron junto con el jugo de limón, dientes de ajo y sal. Los filetes de atún fueron untados con la mezcla arriba obtenida por ambos lados de éste y se procedió a la cocción.

Elaboración de las gelatinas limpiadoras de paladar

Con la pulpa y la menta se procedió a elaborar las gelatinas limpiadoras de paladar, según la formulación mostrada en el cuadro 1.

Ingredientes	Contenido
Filete de atún (kg)	1080
Mantequilla (g)	90
Pimienta negra (g)	30
Tomillo (g)	30
Orégano (g)	30
Jugo de limón (mL)	60
Ajo (g)	14
Aceite vegetal (mL)	75
Sal	Al gusto

CUADRO 2

Porcentaje de la remoción de la DQO con TRH de 24 hrs en ambos biofiltros.

Gelatina de carambola con centro de jalea de mango.

15 g de grenetina se hidrataron con el jugo de carambola y se dejó solidificar en refrigeración en moldes pequeños. Previamente el jugo de carambola se diluyó con agua en una proporción 1:1 y se adicionaron 30 g de azúcar. Posteriormente, las gelatinas fueron rellenadas con una mezcla de 150 g de pulpa de mango licuada con 50 g de azúcar.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: jueces	16.77	5	3.355	5.74	0.0008
B: limpiador paladar	0.19	2	0.097	0.17	0.8475
C: ingesta	39.27	3	13.09	22.41	0.0000
INTERACCIONES					
AB	5.13	10	0.51	0.88	0.5618
AC	19.89	15	1.325	2.27	0.0273
BC	7.80	6	1.300	2.23	0.0678
RESIDUOS	17.52	30	0.584		
TOTAL (CORREGIDO)	106.61	71			

CUADRO 3 Efecto de los jueces, tipo de limpiador de paladar, ingesta e interacciones sobre la intensidad residual del sabor a atún.

Gelatina de piña con centro de jalea de coco

200 mL del jugo de piña previamente hervidos durante 10 minutos se mezclaron con 200 ml. de agua purificada y 20 g de azúcar. Posteriormente, este jugo de piña fue adicionado con 15 g de grenetina, se mezcló manualmente durante 10 minutos y la mezcla fue vaciada en moldes sin llenarlos completamente para finalmente dejarlo solidificar en refrigeración. Las gelatinas fueron finalmente rellenas con jalea de coco obtenida mediante cocción de 150 mL de crema de coco y 50 g de azúcar.

Gelatina de limón-menta con centro de jalea de tamarindo

Las hojas de menta (3 g) fueron lavadas, desinfectadas y licuadas con 100 mL de agua. Después, se adicionaron 50 mL de jugo de limón, 200 mL de agua y 30 g de azúcar. Posteriormente este jugo de limón-menta fue adicionado con 15 g de grenetina, se mezcló manualmente durante 10 minutos y la mezcla fue vaciada en moldes sin llenarlos completamente para finalmente dejarlo solidificar en refrigeración. Las gelatinas fueron finalmente rellenas con jalea de tamarindo obtenida mediante cocción de 200 mL de concentrado de tamarindo y 50 g de azúcar.

Evaluación sensorial

Para la realización de la evaluación sensorial se realizaron tres sesiones de aproximadamente 1 hora en la que se presentaron las gelatinas como limpiadores de paladar, codificadas con tres dígitos. El procedimiento de evaluación consistió en probar el alimento testigo (atún), a través de 3 ingestas que tuvieron una duración de 30 segundos para sa-

borear, masticar y deglutir, precedidos por un pre-enjuague de 5 segundos con agua purificada. Después del consumo del alimento testigo (atún) se degustó el limpiador de paladar (15 g) que tuvo un tiempo de 25 segundos y finalmente los jueces lo calificaron como nada intenso, poco intenso, medio intenso, muy intenso y extremadamente intenso.

El panel de jueces estuvo compuesto de seis participantes, todos entre 18 y 20 años, constituido de tres hombres y tres mujeres. Los panelistas fueron reclutados de la licenciatura en Gastronomía de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Para la selección de los jueces, se aplicaron encuestas a 75 estudiantes sobre sus hábitos de alimentación y conducta que afectan el paladar del individuo. Esta primer encuesta permitió seleccionar 22 personas quienes fueron posteriormente evaluados en su capacidad para identificar y ordenar en concentraciones los sabores dulce, salado, ácido y amargo.

Todos los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza con un nivel de confianza de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaboración de las gelatinas

Existen una gran cantidad de productos elaborados que utilizan pectina como agente gelificante, tal es el caso de gelatinas de frutas, capas de jaleas para golosinas, gomitas, pastillas de gomas, etc. La combinación de pectina con grenetina resulta en productos con mayor durabilidad y características de textura adecuadas (Boca *et al.*, 2009). En las tres gelatinas elaboradas en este pro-

Juez	Intensidad de sabor residual
6	3.33 a
2	2.91 ab
4	2.83 abc
5	2.67 bc
3	2.25 cd
1	1.83 d
DMS	0.63

CUADRO 4

Efecto del juez sobre la intensidad residual de sabor a atún después del limpiador de paladar.

yecto, el uso de grenetina es fundamentalmente uno de los factores que ocasiona alteraciones en la textura, no obstante, este atributo no fue evaluado; aunado al efecto del pH en la capacidad de gelificación del alimento, lo cual favoreció la estabilidad a 37°C de las gelatinas de limón-menta con tamarindo sobre las elaboradas a base de mango-carambola y piña-coco, sin embargo, no fue cuantificada la vida de anaquel.

Meenakshisundaram y colaboradores (2007) realizaron estudios sobre gelatinas elaboradas con frutas (papaya, sandía y uvas) mezcladas con hojas de plantas de ornato marinas (*H. rhamnoides*) y adicionando pectina como agente gelificante. Sus resultados indican que la gelatina preferida fue la mezcla de jugo de uva con hojas, debido principalmente a la acidez que favoreció la gelificación y prolongación de vida de anaquel a 37°C hasta 6 meses.

Análisis sensorial

El cuadro 3 muestra el análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) de la intensidad detectada por los jueces semi-entrenados de los tres tipos de limpiadores de paladar. Este cuadro 3 descompone la variabilidad de intensidad en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que los valores-P de los jueces, de la ingesta y de la interacción jueces-ingesta son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre intensidad con un 95.0% de nivel de confianza. Sin embargo, el limpiador de paladar no tuvo un efecto estadístico significativo. Lo anterior muestra entonces que los tres limpiadores de paladar tienen el mismo efecto de eliminar el sabor de atún en la boca.

Ingesta	Intensidad de sabor residual
1	3.56 a
3	3.0 b
2	2.44 c
4	1.56 d
DMS	0.52

CUADRO 5

Efecto de la ingesta sobre la intensidad residual de sabor a atún después del número de ingestas del limpiador de paladar.

La prueba de medias (cuadro 4) muestra que los jueces mostraron una diferencia significativa en la apreciación de la intensidad residual de sabor a atún. Mientras que la intensidad residual de sabor a atún disminuyó con la ingesta del limpiador de paladar (cuadro 5). Es importante considerar que existen aspectos que influyen en la evaluación sensorial, tales como que las muestras no se presentaron todas a la misma temperatura, debido a la disponibilidad de tiempo de los jueces.

CONCLUSIÓN

Los comensales mostraron preferencia por la gelatina realizada con base en carambola con relleno de mango, seguida por la gelatina de piña con relleno de coco, se asume que la gelatina de limón-hierbabuena con relleno de tamarindo, por su acidez, presentó menor capacidad de neutralizar el intenso sabor del atún. Las tres gelatinas funcionaron como limpiadoras de paladar reduciendo la intensidad residual de sabor a pescado y constituyen una opción interesante, práctica y nutricia para ser implementado en restaurantes. Es importante mencionar que los limpiadores de paladar pueden probar diferentes combinaciones a base de frutas nativas, de esta manera se podría fomentar la conservación y rescate de nuestra flora regional.

LITERATURA CITADA

- CHÁVEZ, L., 1999.** El sabor del gusto en la Gastronomía molecular. *Cuadernos de Nutrición.* (22): 159.
- BOCA, S., I. KRASNOVA, D. SEGLINA, I. SKRUPSKIS, 2009.** Changes of pectin in apple mass depending on storage time. *Journal of International Scientific Publications: materials, methods and technologies* 5 (2): 90-99.
- MEENAKSHISUNDARAM, S., K. FARHATH, S.B. AMARINDA, 2007.** Development of sea buckthorn mixed fruit jelly. *International Journal of Food Science and Technology* (42) 403-410.
- ROSS, C.F., C. HINKEN, K. WELLER, 2007.** Efficacy of palate cleansers for reduction of astringency carryover during repeated ingestions of red wine. *Journal of Sensory Studies.* (22) 293 – 303.
- VICKERS, Z., E.E. MORRIS, M. SAVARIA, 2008.** Effectiveness of palate cleansers for evaluating sourness. *Journal of Sensory Studies.* (23) 526.

Análisis de la transferencia de calor conjugada en un flujo entre dos planos paralelos considerando efectos convectivos

Guillermo Ibáñez*, Aracely López*, Ignacio de Jesús Gómez*

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ingeniería, Libramiento Norte Poniente # 1150, Col. Lajas Maciel, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Tel.: (961) 6170440, E-mail: guibdu@gmail.com, alpezib@hotmail.com.

RESUMEN

Se realiza el análisis de la transferencia de calor conjugada para un sistema en el cual existe el movimiento de un fluido viscoso entre dos planos paralelos de espesor finito. Primeramente se obtienen los comportamientos dinámico y térmico del sistema que se analiza, para ello se resuelven las ecuaciones de balance de momento y energía para el fluido y de balance de energía para las paredes. Esto permite obtener los campos de velocidad y temperatura del fluido y los campos de temperatura para las paredes, respectivamente.

La ecuación de balance de momento se resuelve utilizando condiciones de frontera de no deslizamiento en las paredes y para el análisis de la transferencia de calor conjugada se utilizan condiciones de frontera de continuidad de temperatura y flujo de calor en las interfases pared-fluido y condiciones de frontera de tercer tipo en la superficie exterior de las paredes que están en contacto con el medio.

Finalmente, se estudia el efecto que sobre la temperatura y la transferencia de calor interna del sistema tienen tanto parámetros geométricos como físicos del sistema. Concretamente se estudiará el efecto que tienen parámetros tales como espesor de las paredes, conductividades térmicas de las paredes, viscosidad del fluido y distancia de separación entre paredes. En tal sentido se podrán obtener los diferentes perfiles de temperatura y valores del coeficiente adimensional de transferencia de calor interna o Número de Nusselt para variaciones de estas magnitudes.

Palabras claves: Transferencia de calor conjugada, Número de Nusselt, Flujo de Poiseuille

ABSTRACT

The influence of the geometric parameters, material properties and flow conditions on heat transfer for a viscous flow between infinite parallel walls of finite thickness is studied by solving the momentum and energy conservation equations. The conjugate heat transfer problem in the fluid and solid walls is solved analytically using thermal boundary conditions of the third kind at the outer surfaces of the walls and continuity of temperature and heat flux across the fluid-wall interfaces, while the momentum equation is solved using non-slip boundary conditions.

The temperature of the system and the internal heat transfer coefficient, namely the local Nusselt number, are explored for certain suitable combination of geometric parameters, material properties and flow conditions of the system. It was found that the temperature of the system decreases with both the thermal conductivity of the walls and the Biot numbers since the heat transfer to the surroundings is higher; however, when the thickness of the walls is high the temperature of the system increases since the thermal resistance of the walls is higher. Consequently, the heat transfer to the ambient is lower.

Key words: Conjugate heat transfer, Nusselt number, Poiseuille flow

INTRODUCCIÓN

En la contribución que presentamos se parte de la solución adimensional del campo de velocidad de un fluido que se mueve entre dos planos paralelos infinitos conocido como flujo de Poiseuille (Potter y Wiggert, 2007) para resolver analíticamente el problema de transferencia de calor conjugada en el fluido y en las paredes de espesor finito del canal por el que se desplaza. Este

tipo de geometría que se analiza está presente en muchos procesos de ingeniería, y por tanto, la podemos encontrar en muchas aplicaciones como intercambiadores de calor y sistemas de enfriamiento de reactores nucleares. En la solución de la ecuación de balance de energía (Manríquez, 2005; Kreith y Bohn, 2001; Çengel, 2004) tanto para el fluido como para las paredes se usan condiciones

de frontera de tercer tipo en la superficie externa de las paredes mientras que en las interfaces fluido-pared se utilizan condiciones de frontera de continuidad para la temperatura y el flujo de calor. Se obtuvo que cuando el espesor de la pared aumenta, mayor son los valores de temperatura alcanzados en el sistema. Esto se debe a que al ser mayor el espesor de la pared menor será el flujo de calor que por conducción pasa del sistema al medio que lo rodea. Además se explora el efecto que sobre la transferencia de calor interna del sistema tienen tanto parámetros geométricos como físicos del sistema para lo cual se calcula el número adimensional de Nusselt. Los resultados obtenidos constituyen un paso previo necesario para luego realizar un análisis de segunda ley y proceder a la optimización del sistema utilizando el método de minimización de la producción de entropía (Ibáñez y Cuevas, 2010; Bejan 1996).

Comportamiento dinámico y térmico del sistema

Campo de velocidad

Se considera el flujo en estado estacionario de un fluido viscoso completamente desarrollado que se mueve entre dos planos paralelos infinitos de espesor finito. El movimiento del fluido es producido por un gradiente de presión constante en dirección longitudinal dp/dx . El plano superior está ubicado en $y' = a$, y el inferior en $y' = -a$, y' representa la coordenada transversal. En las interfaces del fluido y las paredes es aplicada la usual condición de no deslizamiento del fluido. Bajo estas condiciones el campo de velocidad adimensional es:

$$u = \frac{3}{2}(1 - y^2) \quad (1)$$

donde la velocidad, u , ha sido normalizada con la velocidad media $U = -(a^2/3\eta) dp/dx$ y la coordenada transversal adimensional y es normalizada con a . Aquí, a y η son la distancia de separación entre los planos y la viscosidad dinámica del fluido, respectivamente.

Campo de temperatura

Una vez que el campo de velocidad es conocido, se procede a resolver la ecuación de balance de energía considerando disipación viscosa y efectos convectivos (Manríquez, 2005; Kreith y Bohn, 2001; Çengel, 2004). En términos adimensionales, la ecuación de transferencia de calor se reduce a:

$$(Pe)u \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \quad (2)$$

donde la temperatura adimensional es dada por $\theta = kT/(\eta U^2)$, con T siendo la temperatura del fluido y k la conductividad térmica del fluido. Aquí, $Pe = Ua\rho C/k$ es el número de Péclet, mientras que ρ y C son la densidad del fluido y el calor específico del fluido, respectivamente.

Como se considera el problema de transferencia de calor conjugada, la ecuación de transferencia de calor en ambas paredes del canal son también requeridas. Para las paredes inferior y superior, respectivamente, tenemos:

$$\frac{d^2 \theta_1}{dy^2} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{d^2 \theta_2}{dy^2} = 0 \quad (4)$$

donde $\theta_i = kT_i/\eta U^2$ es la temperatura adimensional de la pared. Los subíndices se refieren a las paredes inferior y superior, respectivamente.

Las condiciones de frontera usadas para resolver las ecuaciones (2)-(4) son las siguientes:

$$\theta = \theta_1 \text{ en } y = -1 \quad (5)$$

$$\theta = \theta_2 \text{ en } y = 1 \quad (6)$$

$$\frac{d\theta}{dy} = \gamma_1 \frac{d\theta_1}{dy} \text{ en } y = -1 \quad (7)$$

$$\frac{d\theta}{dy} = \gamma_2 \frac{d\theta_2}{dy} \text{ en } y = 1 \quad (8)$$

$$\frac{d\theta_1}{dy} - Bi_1(\theta_1 - \theta_a) = 0 \text{ en } y = -(1 + \delta_1) \quad (9)$$

$$\frac{d\theta_2}{dy} - Bi_2(\theta_2 - \theta_a) = 0 \text{ en } y = -(1 + \delta_2) \quad (10)$$

donde $\theta_a = kT_a/\eta U^2$ es la temperatura ambiente adimensional.

Las ecuaciones (5)-(8) expresan condiciones de continuidad para la temperatura y el flujo de calor a través de las interfaces del fluido con las paredes, donde $\gamma_i = k_i/k$ es la razón de conductividades térmicas de las paredes

respecto a la del fluido, siendo k_i las conductividades térmicas de las paredes. Las ecuaciones (9) y (10) evaluadas en la superficie exterior de las paredes establecen que el flujo de calor en cualquier punto de dicha frontera es proporcional a la diferencia que existe entre la temperatura de la superficie y la temperatura ambiente del exterior. En consecuencia la cantidad de calor que entra o sale del sistema depende de la temperatura del exterior así como de los coeficientes de transferencia de calor por convección entre las paredes y el exterior. Estos coeficientes se expresan en términos adimensionales con el número de Biot, $Bi_i = (h_{eff})_i a/k$, para cada pared ($i=1,2$). Aquí, $(h_{eff})_i$ es:

$$(h_{eff})_i = \frac{1}{\frac{\delta_i}{k_i} + \frac{1}{(h_e)_i}}, \quad i = 1,2 \quad (11)$$

donde δ_i es el espesor de las paredes, mientras que $(h_e)_i$ es el coeficiente de transferencia de calor por convección externo de cada pared.

Para resolver las ecuaciones (2)-(4) bajo las condiciones de frontera (5)-(10), analizamos sólo la región de flujo térmico completamente desarrollado tal que la temperatura adimensional puede ser expresada como $\Theta(x,y) = Ax + \theta(y)$, donde el gradiente de temperatura en dirección axial A , se considera constante (Ibáñez y Cuevas, 2010). Los campos de temperatura para el fluido y las paredes son determinados resolviendo el problema de valores de frontera previo. Para la región del fluido, se obtiene:

$$\theta(y) = -\frac{1}{4} \left(\frac{APe}{2} + 3 \right) y^4 + \frac{3}{4} APe y^2 + C_1 y + C_2 \quad (12)$$

donde:

$$C_1 = \frac{(APe - 3)(Bi_2 \gamma_2 (Bi_1 \delta_1 + 1) - Bi_1 \gamma_1 (Bi_2 \delta_2 + 1))}{2Bi_1 Bi_2 \gamma_1 \gamma_2 + Bi_2 \gamma_2 (Bi_1 \delta_1 + 1) + Bi_1 \gamma_1 (Bi_2 \delta_2 + 1)} \quad (13)$$

$$C_2 = \frac{(3 - APe)(Bi_2 \gamma_2 (Bi_1 \delta_1 + 1) + (Bi_1 \gamma_1 + 2(Bi_1 \delta_1 + 1))(Bi_2 \delta_2 + 1))}{2Bi_1 Bi_2 \gamma_1 \gamma_2 + Bi_2 \gamma_2 (Bi_1 \delta_1 + 1) + Bi_1 \gamma_1 (Bi_2 \delta_2 + 1)} - \frac{5}{8} APe + \frac{3}{4} + \theta_a \quad (14)$$

El campo de temperatura en las paredes está dado por:

$$\theta_1 = C_3 y + C_4 \quad (15)$$

$$\theta_2 = C_5 y + C_6 \quad (16)$$

donde:

$$C_3 = \frac{C_1 + 3 - APe}{\gamma_1} \quad (17)$$

$$C_4 = C_3 \frac{Bi_1(1 + \delta_1) + 1}{Bi_1} + \theta_a \quad (18)$$

$$C_5 = \frac{C_1 - 3 + APe}{\gamma_2} \quad (19)$$

$$C_6 = -C_5 \frac{Bi_2(1 + \delta_2) + 1}{Bi_2} + \theta_a \quad (20)$$

Transferencia de calor interna

Para evaluar la transferencia de calor interna del sistema calculamos el número local de Nusselt para la pared superior, basado en el coeficiente de transferencia de calor interno por convección, h_i , es decir, (Manriquez, 2005)

$$h_i = -\frac{k}{T_w - T_b} \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=a} \quad (21)$$

donde T_b and T_w son las expresiones dimensionales de la temperatura promedio de la sección transversal de la corriente de fluido y la temperatura en la pared, respectivamente. En consecuencia, el número global de Nusselt en la pared superior está dado por

$$Nu = \frac{h_i a}{2k} = -\frac{\left(\frac{\partial \theta}{\partial y} \right)_{y=1}}{2(\theta_{y=1} - \theta_b)} \quad (22)$$

La temperatura promedio adimensional de la sección transversal de la corriente de fluido es definida como

$$\theta_b = \frac{\int_{-1}^1 u \theta dy}{\int_{-1}^1 u dy} \quad (23)$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La figura 1 muestra el campo de temperatura para diferentes valores del número de Biot cuando este es igual en ambas paredes con $Pe=0.1$, $A=1$, $\gamma_1=\gamma_2=0.5$ y $\delta_1=\delta_2=0.2$.

Se observa que los valores mayores de temperatura corresponden al menor valor del número de Biot. Esto se debe a que al ser menor el valor de Biot menor será el flujo de calor que pasa del sistema al medio. Los perfiles en los tres casos son simétricos respecto al plano central del canal debido a que se consideran números de Biot iguales en ambas paredes del canal.

La figura 2 muestra el campo de temperatura para diferentes relaciones de conductividades térmicas pared-fluido cuando en ambas paredes tiene el mismo valor, $Pe=0.1$, $A=1$, $Bi_1=2$, $Bi_2=20$, $\delta_1=0.2$ y $\delta_2=0.1$. Se observa que el perfil con menores valores de temperatura corresponde al mayor de la relación de conductividades pared-fluido ya que al ser mayor dicha relación menor es la resistencia térmica de la pared y consecuentemente mayor es el calor transferido a los alrededores desde el sistema. A diferencia de la figura 1, aquí los perfiles de temperatura en los tres casos son asimétricos debido a que se consideran números de Biot diferentes para ambas paredes del canal. Los mayores valores de temperatura se alcanzan para zonas cercanas a la pared inferior donde menor es el número de Biot.

La figura 3 muestra el efecto que sobre la temperatura del sistema tiene el espesor de la pared inferior para $Pe=0.1$, $A=1$, $\gamma_1=\gamma_2=1$, $Bi_1=2$, $Bi_2=20$ y $\delta_2=0.1$. Se obtiene que ha medida que el espesor aumenta mayor son los valores de temperatura alcanzados en el sistema. Esto se debe a que al ser mayor el espesor de la pared menor será el flujo de calor que por conducción pasa del sistema al medio que lo rodea. Una vez más los perfiles no son simétricos al ser el número de Biot de las pared inferior, Bi_1 , diferente al de la pared superior, Bi_2 .

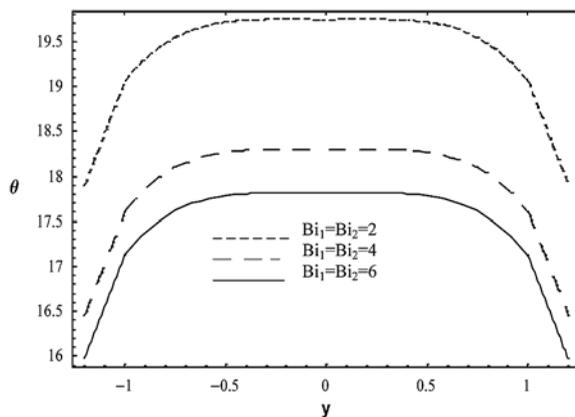


FIGURA 1

Perfil de temperatura para diferentes números de Biot cuando en ambas paredes este tiene el mismo valor, $Pe=0.1$, $A=1$, $\gamma_1=\gamma_2=0.5$ y $\delta_1=\delta_2=0.2$.

La figura 4 muestra el número de Nusselt como función de δ_1 para diferentes valores de δ_2 cuando, $Pe=0.4$, $A=4$, $\gamma_1=\gamma_2=2$ y $Bi_1=Bi_2=3$. Una discontinuidad es observada en la curva y el número de Nusselt puede llegar a tener valores negativos. Estos valores corresponden a perfiles de temperatura con inflexiones, cuando la temperatura promedio adimensional de la sección transversal de la corriente de fluido es menor que la temperatura adimensional de la pared y en consecuencia el flujo de calor se invierte apareciendo un flujo de calor hacia el interior del fluido.

En la figura 5 el número local de Nusselt muestra un comportamiento monótono a medida que γ_1 aumenta y alcanza un valor límite cuando γ_1 tiende a infinito. Este valor límite puede ser determinado analíticamente y su expresión es

$$\lim_{\gamma_1 \rightarrow \infty} Nu = \frac{35Bi_2\gamma_2(AP_e - 3)}{9(9 - 2AP_e) + C_7} \quad (24)$$

donde

$$C_7 = Bi_2[9\delta_2(9 - 2AP_e) - 2\gamma_2(17AP_e - 24)] \quad (25)$$

Se aprecia en las ecuaciones (24) y (25) que este valor límite depende de Pe , A , γ_2 , δ_2 y Bi_2 . Como se puede ver de la figura 5, el aumento de γ_2 , provoca una disminución sobre el Número local de Nusselt siendo menor el valor asintótico al cual Nusselt tiende cuando γ_1 tiende a infinito. Físicamente esto equivale a decir que a medida que γ_2 aumenta, la transferencia de calor por conducción predomina sobre la transferencia de calor por convección.

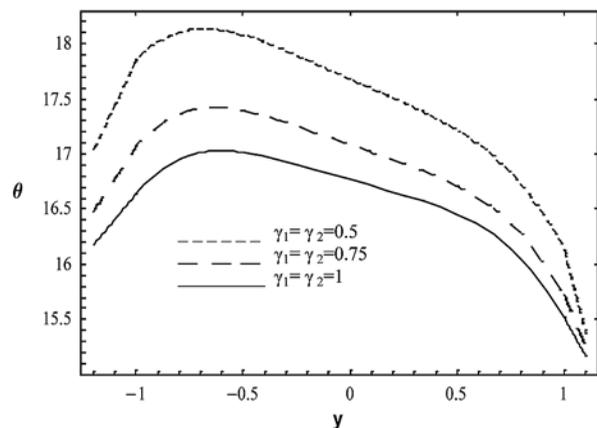


FIGURA 2

Perfil de temperatura para diferentes relaciones de conductividades térmicas pared-fluido cuando para ambas paredes tiene el mismo valor, $Pe=0.1$, $A=1$, $Bi_1=2$, $Bi_2=20$, $\delta_1=0.2$ y $\delta_2=0.1$.

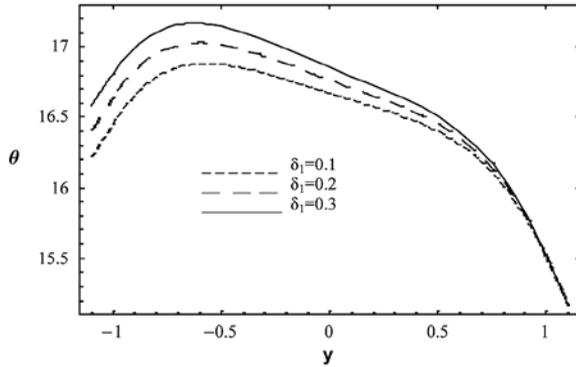


FIGURA 3

Perfil de temperatura para diferentes relaciones de espesores de la pared inferior respecto a la del fluido, $Pe=0.1, A=1, \gamma_1=\gamma_2=1, Bi_1=2, Bi_2=20$ y $\delta_2=0.1$.

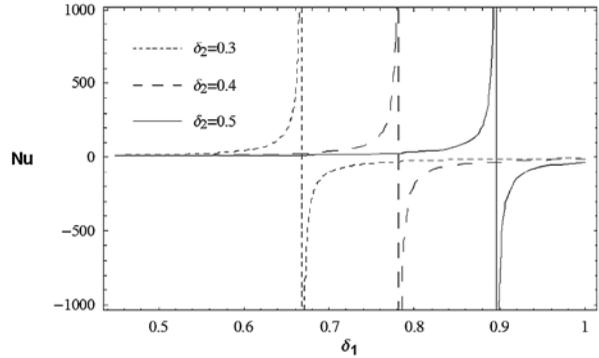


FIGURA 4

Número de Nusselt como función de δ_1 para diferentes valores de δ_2 . $Pe=0.4, A=4, \gamma_1=\gamma_2=2$ y $Bi_1=Bi_2=3$.

CONCLUSIONES

Se resuelve el problema de transferencia de calor conjugado para el flujo de un fluido viscoso entre dos planos paralelos infinitos de espesor finito. A medida que aumenta la conductividad térmica de las paredes y el número adimensional de Biot, disminuye la temperatura del sistema debido al aumento del flujo de calor que pasa del sistema al medio. Cuando aumenta el espesor de las paredes el paso de energía en forma de calor desde el sistema al medio disminuye y esto provoca que la temperatura aumente.

Además, al relacionar el número de Nusselt con la conductividad térmica de la pared inferior, para tres valores diferentes de la conductividad térmica de la pared superior, se encontró un comportamiento monótono de Nusselt a medida que aumenta hasta alcanzar un valor límite. Este valor límite se determinó analíticamente y se comprobó que al aumentar la conductividad térmica de la pared superior, el valor límite que alcanza el número de Nusselt disminuye. Este resultado es de importancia para el diseño de sistemas de transferencia de calor.

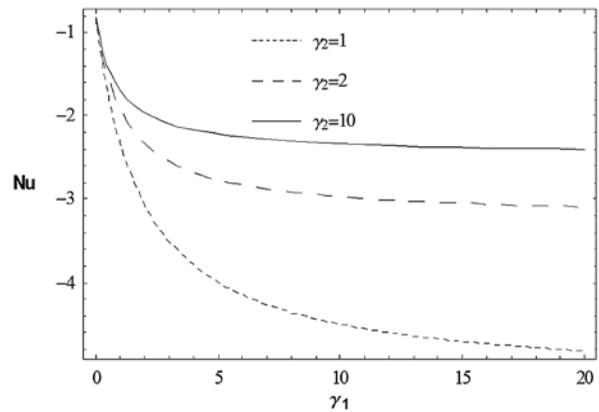


FIGURA 5

Número de Nusselt como función de γ_1 para diferentes valores de γ_2 . $Pe=0.4, A=0.4, Bi_1=Bi_2=5$ y $\delta_1=\delta_2=0.1$.

LITERATURA CITADA

POTTER M., C. Y C. D. WIGGERT, 2007. *Mecánica de fluidos*, 3ra. Edición, Thomson Learning, México.

MANRÍQUEZ J. A., 2005. *Transferencia de Calor*, 2da. Edición, Alfaomega, México.

KREITH F. Y S. M. BOHN, 2001. *Principios de Transferencia de calor*, 6ta. Edición, Thomson Learning, México.

ÇENGEL Y. A., 2004. *Transferencia de calor*, 2da. Edición, Mc Graw Hill, México.

IBÁÑEZ, G. Y S. CUEVAS, 2010. Entropy generation minimization of a MHD (magnetohydrodynamic) flow in a microchannel. *Energy* 35: 4149-4155.

BEJAN, A., 1996. *Entropy Generation Minimization*. CRC Press, Florida.

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 ó 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 a donde irán insertados en el texto.

La extensión deseable de los trabajos será de 5 a 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 pp.

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

CIENCIAS DEL MAR: Dr. Alejandro Nettel Hernanz

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 del 2012.

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
DIRECTOR ACADÉMICO

Dr. Eduardo E. Espinosa Medinilla
DIRECTOR 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

Mtra. Erika Judith López Zúñiga
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

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

C.D. Jaime Raúl Zebadúa Picone
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA

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

Ing. Francisco Félix Domínguez Salazar
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Antrop. Julio Alberto Pimentel Tort
DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIO 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. Diego Martín Gámez Espinosa
COORDINADOR DEL CENTRO DE LENGUAS

Dr. Alejandro Nettel Hernanz
RESPONSABLE DEL CAMPUS DEL MAR



Producción Editorial
Universitaria 2012