



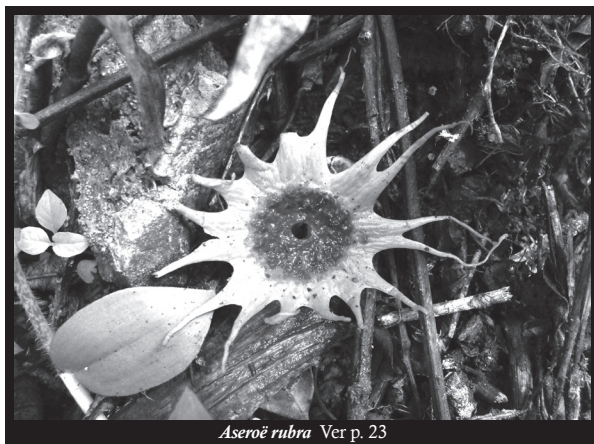
LACANDONIA

Revista de Ciencias de la UNICACH



Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Año 10, vol. 10, núm. 1, enero-junio de 2016, ISSN: 2007-1000, \$70.00 m.n.





Aseroë rubra Ver p. 23



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

Directorio

Rector

Ing. Roberto Domínguez Castellanos

Secretario General

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca

Abogado General

Lic. Adolfo Guerra Talayero

Secretario Académico

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez

Directora de Investigación y Posgrado

Dra. María Adelina Schlie Guzmán

Editor responsable

Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts

Director de Extensión Universitaria

Lic. Roberto Ramos Maza

Comité Editorial

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

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

Colaboradores

Adriana Caballero Roque, Aída A. Guerrero de León, Ángel Silvestre Ángeles Escobar, Carlos R. Beutelspacher, Carolina Cruz Cruz, Claudia Guadalupe Serrano Heleria, Danya Midori Pulido González, Eduardo Palacios Espinosa, Eleazar Mejía de los Santos, Erick de Jesús Gutiérrez Bravo, Fabiola Karina Urbina Rojas, Fátima Guadalupe Olivier López, Freddy Chanona Gómez, Gabriela Nallely Trejo Díaz, Gloria Angélica Hernández-González, Jacobo López Roblero, Jessica Elizabeth Rodríguez Escobar, Joel G. Retamoza López, José Abelardo Castillo Archila, José Alberto Hernández Alcázar, Juan Carlos Torres-Guzmán, María Emperatriz Domínguez Espinosa, María Emperatriz Domínguez Espinosa, Mario Alberto Morales Ovando, Mario Gpe. González Pérez, Miguel Ángel Hernández-Espinosa, Obet Sarmiento Cortez, Patricia Ivett Meza Gordillo, Roberto García Martínez, Roberto H. Albores Arzate, Selene Lucero Aguilar-Gordillo.

Jefe de oficina editorial: Ricardo Garcías Robles

Diseño y formato: Salvador López Hernández

Diseño de portada: Manuel Cunjamá

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

Revista *Lacandonia*, año 10, vol. 10, núm. 1, enero-junio de 2016, 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 núm. 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 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

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

Evaluación del efecto antibacteriano de extractos de ocho plantas del estado de Chiapas7

José Abelardo Castillo Archila
Gabriela Nallely Trejo Díaz
Adriana Caballero Roque
Patricia Ivett Meza Gordillo
María Emperatriz Domínguez Espinosa
Fátima Guadalupe Olivier López
Danya Midori Pulido González

Efecto de la luz sobre el desarrollo de conidioesporas en *Metharizhium anisopliae* (Hipocreales: Clavicipitaceae)11

Selene Lucero Aguilar-Gordillo
Juan Carlos Torres-Guzmán
Gloria Angélica Hernández-González
Miguel Ángel Hernández-Espinosa

Aseroe rubra Labill ex Fr. (Fungi: Phallaceae), nuevo registro para el estado de Chiapas, México23

Freddy Chanona Gómez
Claudia Guadalupe Serrano Heleria

Plantas utilizadas por médicos tradicionales de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas, México29

José Alberto Hernández Alcázar
Carolina Cruz Cruz
Roberto García Martínez
Erick de Jesús Gutiérrez Bravo
Fabiola Karina Urbina Rojas
Jessica Elizabeth Rodríguez Escobar

Vegetación y flora del parque ecológico y recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México37

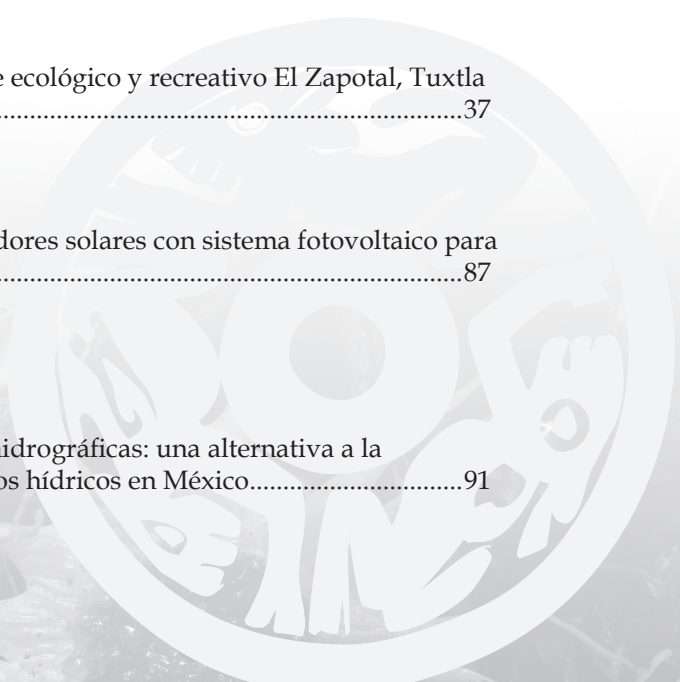
Eduardo Palacios Espinosa
Carlos R. Beutelspacher
Obet Sarmiento Cortez

Cálculo y diseño de dos secadores solares con sistema fotovoltaico para deshidratación de alimentos87

Mario Alberto Morales Ovando
Eleazar Mejía de los Santos
Ángel Silvestre Ángeles Escobar
María Emperatriz Domínguez Espinosa
Jacobo López Roblero

Gestión integral de cuencas hidrográficas: una alternativa a la sustentabilidad de los recursos hídricos en México.....91

Mario Gpe. González Pérez
Joel G. Reñamoza López
Roberto H. Albores Arzate
Aída A. Guerrero de León



PRESENTACIÓN



Con este número nos complace informar que cumplimos 10 años de la publicación de *Lacandonia* en forma ininterrumpida.

En esta ocasión se publican los siguientes artículos, uno sobre bacterias “Evaluación del efecto antibacteriano de extractos de ocho plantas del estado de Chiapas”, dos sobre hongos, “Efecto de la luz sobre el desarrollo de conidiosporas en *Metharizhium anisopliae* (Fungi: Clavicipitaceae)”, y “*Aseroe rubra* Labill ex Fr. (Fungi: Phallaceae), nuevo registro para el estado de Chiapas, México”, asimismo, un interesante artículo sobre herbolaria, “Plantas utilizadas por médicos tradicionales de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas, México”,

y como artículo principal, el interesante y completo trabajo sobre la “Vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México”, finalmente, se incluye un artículo técnico “Cálculo y diseño de dos secadores solares con sistema fotovoltaico para deshidratación de alimentos”, y un ensayo sobre la “Gestión integral de cuencas hidrográficas: una alternativa a la sustentabilidad de los recursos hídricos en México”.

Como sucedió -y esperamos que siga sucediendo-, en *Lacandonia*, se presenta una muestra de la pluralidad del quehacer en la investigación que se realiza dentro de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Volumen y número		Art. científicos	Art. técnicos	Ensayos	Notas
01	01	06	4	5	1
02	01	05	4	4	1
02	02	04	2	2	0
03	01	06	4	2	0
03	02	05	3	1	0
04	01	07	2	0	0
04	02	03	9	0	0
05	01	06	7	1	0
05	02	08	4	1	0
06	01	13	3	0	0
06	02	10	3	0	0
07	01	11	2	0	0
07	02	14	0	0	0
08	01	15	0	0	0
08	02	10	0	0	0
09	01	11	0	0	0
09	02	09	3	0	0
10	01	06	0	1	0
Total:		149	50	17	2

TOTAL DE ARTÍCULOS PUBLICADOS: 199, MÁS 17 ENSAYOS Y DOS NOTAS.

Repartidos en estos 19 números de *Lacandonia*, desde diciembre de 2007 hasta junio de 2016, se han descrito seis especies de plantas nuevas para la ciencia, dos nuevas especies de insectos, 30 nuevos registros de plantas para la flora de Chiapas y tres de fauna; 149 artículos científicos, 50 artículos técnicos, 17 ensayos y 2 reseñas de libros. Lo que hace un total de 218 artículos publicados. A la la vez,

se han publicado estudios regionales de flora y fauna, pero de igual manera, se incluyen listados regionales o estatales, tanto de flora como de fauna; monografías de géneros de plantas y familias botánicas o zoológicas; estudios sobre metabolitos secundarios, sobre técnicas de construcción y deficiencias en las mismas; artículos sobre sismicidad; conservación; políticas de género; historia; agua; contaminación; mejoramiento de alimentos; manejo forestal; temas psicológicos como drogadicción y conductas sexuales en adolescentes; plantas medicinales; etnobotánica; comportamiento animal; artículos paleontológicos; docencia; regeneración de suelos; semillas utilizadas en artesanías; incendios; germinación de semillas; diversas tecnologías aplicadas, como el biogás y secadores y destiladores solares; tratamientos dentarios; calidad del aire y temas educativos diversos.

A principio de 2011, se nos otorgó el registro ISSN, con lo cual *Lacandonia* alcanza un nuevo reconocimiento, y en breve comenzaremos a integrar miembros externos al Comité Editorial de la misma, a fin de tener una mejor evaluación de los artículos.

Exhorto de nuevo a todos los miembros de la comunidad unicachense, y universitaria en general, a continuar participando activamente enviando el resultado de sus investigaciones a este foro plural, y a la vez felicito y agradezco a los miembros del Comité Editorial por su valiosa participación y a todos quienes colaboran para llevar a buen puerto la edición de *Lacandonia*, desde luego, al gran equipo de Diseñadores y funcionarios, así como al Sr. Rector Ing. Roberto Domínguez Castellanos, su decidido apoyo por haber logrado la edición de estos números y esperamos que la publicación continúe editándose por tiempo indefinido. Muchas gracias.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 5 de mayo de 2016.

Carlos R. Beutelspacher Baigts
Editor

Evaluación del efecto antibacteriano de extractos de ocho plantas del estado de Chiapas

José Abelardo Castillo Archila¹, Gabriela Nallely Trejo Díaz¹, Adriana Caballero Roque¹,
Patricia Ivett Meza Gordillo¹, María Emperatriz Domínguez Espinosa¹,
Fátima Guadalupe Olivier López¹, Danya Midori Pulido González¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Potinaspak, C.P. 29018, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. jose.castillo@unicach.mx

RESUMEN

Se evaluó la capacidad antimicrobacteriana de los extractos acetónicos de *Peumus boldus*, *Cucurbita pepo*, *Piper auritum*, *Plantago major*, *Artemisia absinthum*, *Foeniculum vulgare*, *Parmenitiera aculeata* y *Croton guatemalensis* contra *Escherichia coli* spp y *Bacillus cereus*. Contra *B. cereus* presentaron actividad *P. major* y *P. boldus* con halos de 1 ± 0.1 y 1.1 ± 1 cm, respectivamente. En cuanto a *E. coli* solamente los extractos acetónicos de *P. boldus*, *P. major* y *C. pepo* presentaron efecto. Los halos de inhibición fueron de 0.5 ± 0.1 , 0.5 ± 0.1 y 0.9 ± 0.1 cm, respectivamente. El resto de especies vegetales no presentó ningún efecto, pese que hay evidencia de que pueden inhibir el crecimiento de varios patógenos.

Palabras clave: actividad antibacteriana; extractos orgánicos; plantas medicinales.

ABSTRACT

The antibacterial capacity of the *Peumus boldus*, *Cucurbita pepo*, *Piper auritum*, *Plantago major*, *Artemisia absinthum*, *Foeniculum vulgare*, *Parmenitiera aculeata* y *Croton guatemalensis* contra *Escherichia coli* spp y *Bacillus cereus* acetone extracts was evaluated. Against *B. cereus* present activity, *P. major* y *P. boldus* with haloes of 1 ± 0.1 and 1.1 ± 1 cm, respectively. As *E. coli*, only the acetone extracts of *P. boldus*, *P. major* y *C. pepo* showed an effect. The inhibition halos were of 0.5 ± 0.1 , 0.5 ± 0.1 y 0.9 ± 0.1 cm, respectively. The rest of vegetables species didn't show any effect, inspite of there is an evidence that they can inhibit many pathogenic growing.

Key words: antibacterial activity, organic extracts, medicinal plants.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempo remoto las plantas han proporcionado no solo sustento alimenticio al hombre, sino que también han ayudado a controlar ciertas enfermedades infecciosas. Se ha demostrado que un número singular de plantas contienen una gran cantidad de sustancias antimicrobianas, aunque la mayoría de tales compuestos activos no han sido completamente estudiados (Jongen, 2005). El augenol del clavo, la alicina del ajo y el timol del orégano son solo algunos ejemplos de sustancias de origen vegetal con efecto inhibitorio frente algunos microorganismos patógenos (Fernández, 2000).

En una revisión bibliográfica hecha por Márquez *et al.* (2003) en una selección de 60 artículos comprendidos entre 1976 y 2003 se registran 159 especies de plantas y 39 especies de microorganismos con efecto antimicótico, antiviral o antibacteriano. Otros autores en obras más

actuales mencionan que se conocen aproximadamente 1, 340 plantas como potenciales fuentes de componentes antimicrobianos (Shiva-Ramayoni, 2007).

Los alimentos son una de las vías por las cuales los microorganismos patógenos pueden ser transmitidos y causar enfermedad en las personas. Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) aunque difíciles de cuantificar, se estiman relevantes en la salud de los mexicanos (Flores, 2002). Para reducir la incidencia de enfermedades causadas por microorganismos patógenos en donde los alimentos están implicados, las industrias de este rubro, junto con el gobierno y científicos fomentan la investigación de propiedades antimicrobianas de compuestos obtenidos de fuentes naturales como las plantas, dada la tendencia de los consumidores por obtener productos más apegado a lo natural y libre de compuestos químicos sintéticos (Cerón, 2010).

El control de enfermedades transmitidas por los alimentos con productos de extracción de fuentes naturales

como lo son las plantas, da pie a indagar sobre los posibles efectos positivos de control de patógenos en diversos productos alimenticios, evidenciando primero el efecto en modelos *in vitro*.

METODOLOGÍA

Obtención de extractos crudos

Se recolectó la parte de la planta (limpia y triturada) usada frecuentemente en la herbolaría en mercados locales. De manera artesanal las flores de la planta se secan al sol para su uso, pero para los fines buscados, este secado no es suficiente por lo que se procedió a remover el resto de humedad colocándola en charolas metálicas y secándolas en estufa por dos días a una temperatura desde 40 hasta 50°C. Bajo condiciones asépticas se colocó la planta en una inmersión de acetona en una proporción de una parte de planta por cuatro de solvente repartidos por igual en cuatro matraces Enlermeyer de 250 mL. La planta se dejó inmersa en este solvente por tres días, pasado este tiempo se filtró con papel filtro No. 42 sobre un embudo de filtración de porcelana y vacío. La solución se concentró en rotavapor para obtener el extracto, el cual se somete a secado en estufa por 2-3 días a una temperatura de 35°C para eliminar trazas de solvente (Castillo, 2012).

Determinación de la actividad antimicrobiana

Para la prueba de actividad antimicrobiana se utilizó la técnica de difusión en agar con discos de papel filtro de 7 mm de diámetro previamente esterilizados, estos discos se impregnaron con una alícuota de 10 µL de extracto acetónico previamente preparado con 1µg del extracto seco disuelto completamente en 1mL de disolvente (agua destilada esterilizada). Las pruebas se realizaron por cuadruplicado.

Los microorganismos testados fueron *Escherichia coli* spp. y *Bacillus cereus*. El inóculo de cada bacteria se preparó sembrando una colonia de la cepa correspondiente en 10 mL de caldo nutritivo estéril en tubos de vidrio con tapa de rosca, se incubaron a 35°C durante 24 h, se hicieron diluciones de 10⁵ UFC/mL. Se adicionó 0.1 mL de inóculo en cajas Petri con agar cuenta estándar estéril distribuyéndolo uniformemente sobre la superficie del agar con una varilla de vidrio doblada en ángulo recto y se colocaron cuatro discos de papel filtro con el

extracto correspondiente. Las cajas se incubaron a 35°C, realizándose la medición de los halos de inhibición de crecimiento a las 24 h posteriores. El diámetro de la zona de inhibición se midió con un vernier y se expresó en milímetros (Rangel *et al.*, 2001; Asolini *et al.*, 2006).

RESULTADOS

La actividad antimicrobiana (AA) que ejercieron los extractos acetónicos tanto de hoja, tallos y semillas de las especies vegetales estudiadas, sobre las dos bacterias estudiadas se presentan en la tabla 1. De las ocho especies de plantas testadas contra *B. cereus* solamente presentó actividad antimicrobiana el extracto de *Plantago major* y *Peumus boldus* (figura 1b). Con halos de inhibición de 1 ± 0.1 y 1.1 ± 0.1 cm, respectivamente. Son pocos los estudios sobre estas especies vegetales pero Márquez *et al.* (1999) menciona que ambas especies poseen propiedades antibióticas.

Los extractos acetónicos de *Peumus boldus* L. (figura 1a), *Plantago major* L. y *Cucurbita pepo* L. presentaron cierto grado de eficiencia contra *Escherichia coli* spp. Los halos de inhibición que presentaron fueron de 0.5 ± 0.1, 0.9 ± 0.1 y 0.5 ± 0.1 cm respectivamente. Salazar *et al.* (2009) evaluaron la capacidad inhibitoria de extractos hidro-alcohólicos de varias plantas, entre ellas *Peumus boldus*, contra *E. coli* y *S. aureus*; el extracto resultó poco efectivo contra *E. coli*, pero sí tuvo un efecto contra *S. aureus*. Otros estudios (Sebastián, 2000) demuestran que aceites esenciales de *Peumus boldus* tienen una marcada actividad contra cepas de *Escherichia coli* CECT 515 y nula actividad contra *Staphylococcus aureus*. Estas diferencias entre los resultados posiblemente se deban a las técnicas empleadas para la extracción de los agentes activos y las diferencias en el tipo de cepas de las especies estudiadas.

En cuanto al extracto obtenido de *Cucurbita pepo* L., Hôpitalaux (2000) señala que extractos preparados con la planta entera, el fruto o las semillas, presentan AA a más de 14 cepas de bacterias y con respecto a eso se infiere la presencia de halos de inhibición contra *E. coli*.

Mesa *et al.* (2007), mencionan que el aceite esencial obtenido de diferentes partes de *Piper auritum* Kunth, muestran actividad antifúngica, insecticida, estimulante, bactericida, pero en este estudio se utilizaron los extractos acetónicos de esta especie vegetal y en consecuencia se atribuye el tipo de extracto utilizado a la nula inhibición contra los microorganismos estudiados.

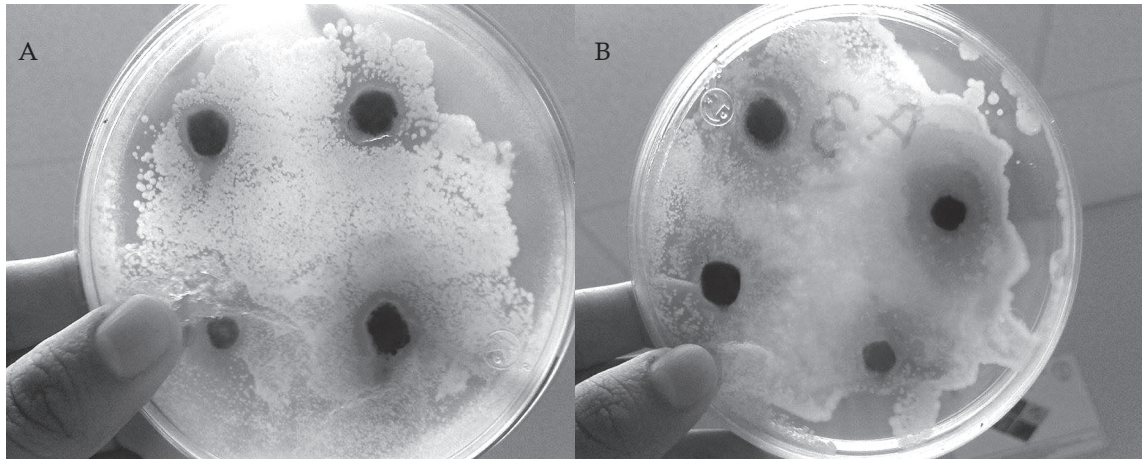


FIGURA 1

Actividad antimicrobiana de extracto *Peumus boldus* L. contra: a) *E.coli* spp; b) *Bacillus cereus*.

CONCLUSIÓN

Contra *B. cereus* presentaron actividad *P. major* y *P. boldus* con halos de 1 ± 0.1 cm y 1.1 ± 1 cm, respectivamente. En cuanto a *E. coli* solamente los extractos acetónicos de *P. boldus*, *P. major* y *C. pepo* presentaron efecto. Los halos de inhibición fueron de 0.5 ± 0.1 , 0.5 ± 0.1 y 0.9 ± 0.1 cm

respectivamente. El resto de especies vegetales no presentó ningún efecto, pese que hay evidencia de que pueden inhibir el crecimiento de varios patógenos. Tres extractos de plantas estudiados presentan actividad *in vitro*, pero es conveniente continuar el estudio para comprobar la eficiencia de estas sustancias bioactivas en matrices alimenticias o en desinfección de superficies de frutos.

Especie vegetal	Nombre común	Parte vegetal utilizada para el extracto	Efecto contra <i>E. coli</i> spp (diámetro del halo en cm)	Efecto contra <i>B. cereus</i> (diámetro del halo en cm)
<i>Peumus boldus</i> L.	Boldo	Hoja	$0.5 \pm 0.1^{**}$	$1.1 \pm 1.0^{**}$
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Semilla	$0.9 \pm 0.1^{**}$.*
<i>Piper auritum</i> K.	Hierba Santa	Hoja	.*	.*
<i>Plantago major</i> L.	Llantén	Hoja/Tallo	$0.5 \pm 0.1^{**}$	$1 \pm 0.1^{**}$
<i>Artemisia absinthum</i> L.	Ajenjo	Hoja	.*	.*
<i>Foeniculum vulgare</i> M.	Hinojo	Hoja/Tallo	.*	.*
<i>Parmentiera aculeata</i> K.	Cuajilote	Hoja/Tallo	.*	.*
<i>Croton guatemalensis</i>	Copalchi	Hoja	.*	.*

*No presentó halo de inhibición, **valor promedio del cuadruplicado.

TABLA 1

Actividad antimicrobiana (diámetro de la zona de inhibición) de extractos acetónicos de cuatro especies vegetales.

LITERATURA CITADA

- ASOLINI, C.F., A.M. TEDESCO, S.T. CARPES, C. FERRAZ Y S.M. DE ALENCAR, 2006.** Antioxidant and antibacterial activities of phenolic compounds from extracts of plants used as tea. *Braz J Food Technology* 9 (3): 209-215.
- CASTILLO A., J.A., 2012.** *Evaluación de componentes con efecto antibacteriano presentes en un extracto fitoquímico en un queso fresco pasteurizado.* Tesis de maestría. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- CERÓN G., M.I., 2010.** *Evaluación, aislamiento e identificación parcial de componentes con efecto antibacteriano presentes en un extracto fitoquímico.* Tesis de Maestría. UAMRA-UAEH. México.
- FERNÁNDEZ, E.E., 2000.** *Microbiología e inocuidad de los alimentos.* Universidad Autónoma de Querétaro. Pp. 261-300.
- FLORES L., J.L., 2002.** Comunicación y participación. La experiencia de México. *Foro Mundial FAO/OMS De Autoridades Sobre Inocuidad de los Alimentos.* Marruecos. Enero de 2002. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/MEETING/004/Y2122S.HTM> Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2015.
- HÔPITAUX, G.D., 2000.** *Propiedades antihelmínticas de las semillas de calabaza.* La Habana.
- JONGEN, W.M.F., 2005.** *Improving the safety of fresh fruit and vegetables.* Publication: Cambridge Woodhead Publishing.
- MÁRQUEZ-F, D., E. GALEANO Y A. MARTÍNEZ-M., 2003.** Productos Naturales con actividad antimicrobiana. Parte I. *Revista Vitae.* 10 (2): 61-71.
- MÁRQUEZ, A.C., F.O. LARA, B. ESQUIVEL R. Y R. MATA E., 1999.** *Plantas medicinales de México II. Composición, usos y actividad biológica.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- MESA, A.C., J. MONTIEL, C. MARTINEZ, B. ZAPATA, N. PINO, J.G. BUENO Y E. STASHENKO, 2007.** Actividad in vitro anti-candida y anti-aspergillus de aceites esenciales de plantas de la familia Piperaceae. *Scientia et Technica.* 13 (33): 247-249.
- RANGEL, D., I. GARCÍA, J. VELASCO, D. BUITRAGRO Y E. VELAZCO, 2001.** Actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos, acetónicos y acuoso de *Baccharis nitida*. *Rev Fac Farm.* 42: 43-46.
- SALAZAR, A.R., R. DE LA TORRE R.Y., C.G. ALANÍS B.A., L. PÉREZ A. Y N. WAKSMAN DE T., 2009.** Evaluación de la actividad biológica de productos herbolarios comerciales. *Medicina Universitaria;* 11 (44): 156-164.
- SEBASTIÁN P., C., 2000.** Evaluación de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales. *Revista Natura Medicatrix.* No. 58: 26-31.
- SHIVA-RAMAYONI, C.M., 2007.** *Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento.* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Efecto de la luz sobre el desarrollo de conidiasporas en *Metharizhium anisopliae* (Hipocreales: Clavicipitaceae)

Selene Lucero Aguilar-Gordillo^{1,2}, Juan Carlos Torres-Guzmán²,
Gloria Angélica Hernández-González², Miguel Ángel Hernández-Espinosa¹.

¹Centro de Investigaciones Costeras, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150, colonia Lajas Maciel, 29, 000 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. | ²Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato Noria Alta s/n, colonia Noria Alta, 36050 Guanajuato, Guanajuato, México. selene.aguilar@unicach.mx

RESUMEN

En la mayoría de los hongos la luz juega un papel fundamental en sus procesos biológicos, tales como la conidiación, proceso por el cual se generan estructuras denominadas esporas que tienen como función propagarse, adherirse e iniciar el ciclo invasivo de estos hongos sobre su huésped. En este estudio se realizaron ensayos de exposición a luz ultravioleta (UV) en el hongo entomopatógeno *Metharizhium anisopliae*, para conocer su respuesta a este estímulo y determinar su participación en la conidiación. Confirmando que *M. anisopliae* responde a la presencia de luz azul preferentemente y a luz roja. A su vez estudiamos factores independientes de luz azul que detonaran la conidiación, indicando que existen factores como: choque térmico, peróxido de hidrógeno, daño mecánico y UV que detonan la conidiación en este organismo, y el estrés osmótico con NaCl y KCl incluso a altas concentraciones no activan este proceso, pero sí reducen la conidiación y crecimiento micelial durante fotoperíodos. Información elemental si se pretende generar un control biológico sobre insectos plagas y reducir los impactos ambientales que se generan al pretender controlarlos empleando productos químicos dañinos para la salud y el medio ambiente.

Palabras clave: luz ultravioleta, ciclo circadiano, *Metharizhium anisopliae*, fotoperíodos, conidiación.

ABSTRACT

In most fungi light plays a fundamental role in biological processes such as conidiation, the process by which structures called spores whose function is to spread, join and start the invasive cycle of these fungi on the host. In this study were performed tests exposure to ultraviolet light (UV) in the entomopathogenic fungus *Metharizhium anisopliae*, for to know your response to this stimulus and determine their participation in conidiation. Confirming that *M. anisopliae* responds to the presence preferably of blue light and red light. In turn studied independent factors of blue light that detonate conidiation, indicating that exist factors such as heat shock, hydrogen peroxide, mechanical damage and UV detonating conidiation in this organism, and osmotic stress with NaCl and KCl even at high concentrations do not activate this process, but if they reduce conidiation and mycelial growth during photoperiod. Basic information if it is to generate a biological control of insect pests and reduce environmental impacts generated by attempting to control them using chemicals harmful to health and the environment.

Key words: ultraviolet light, circadian cycle, *Metharizhium anisopliae*, photoperiod, conidiation.

INTRODUCCIÓN

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, y que a diferencia de virus y bacterias no requieren ser ingeridos para infectar a su hospedero. Su mecanismo de acción es la penetración directa a través del integumento introduciendo el tubo germinativo de un conidio, además abarcan un amplio rango de hospederos y son capaces de infectar a estos en sus diferentes estados de desarrollo (Ferron, 1978; Hajek y St. Leger, 1994). Dentro de los

hongos entomopatógenos se encuentran *Metharizhium anisopliae*, un hongo saprofitico hifomicete, de distribución mundial (aislado de insectos infectados y suelo de todos los continentes, excepto de la antártica) y usado en el control de insectos plaga entre ellas: *Phyllophaga ravidia* (gallina ciega), *Plutella xylostella* (palomilla dorso de diamante), *Oebalus mexicana* (chinche café del sorgo), *Bemisia* spp. (mosquita blanca), invadiendo a más de 200 especies de insectos, con aislados especie-específicos (Paris *et al.*, 2003; Sandino, 2003; Zhang *et al.*, 2004; Rangel *et al.*, 2008A). Los conidios o esporas son estructuras especializadas

que le permiten a *M. anisopliae* dispersarse fácilmente hasta llegar a su huésped (insectos plaga de cultivos como crucíferas y maíz principalmente), crecer y desarrollarse hasta completar su ciclo de vida e iniciar nuevamente con la liberación de esporas. En campo se le puede identificar fácilmente por la presencia de conidios sobre la cutícula del insecto de color verde olivo, por lo cual se le conoce como “muerte verde” (St. Leger *et al.*, 1997; Sandino, 2003; Moon *et al.*, 2008).

La luz, al igual que en otros hongos parece estimular el desarrollo de conidios. La luz es un factor abiótico que es percibido por proteínas de unión a cromóforos que actúan como fotoreceptores, los cuales traducen la señal para la expresión de genes involucrados en funciones morfogénicas y procesos de reproducción como el fototropismo, habilidad para producir conidios y el desarrollo de estructuras sexual y asexual (Roberts y St. Leger, 2004; Schuster *et al.*, 2007). Los fotoreceptores o receptores de luz, generalmente son complejos proteína/cofactor (proteína/cromóforo) y se han identificado en bacterias, arqueobacterias y eucariotes. Estudios en sistemas eucarióticos han permitido identificar varios tipos de fotoreceptores para la luz azul y roja (Froehlich *et al.*, 2005; Kurti y Keyhani, 2008).

En otros organismos como en el ascomiceto *Neurospora crassa* (moho naranja del pan) se ha estudiado a fondo los mecanismos moleculares implicados en el control de las distintas respuestas a la luz, donde muchas de las respuestas a la luz en *Neurospora* son el resultado de la transcripción de genes involucrados en diferentes procesos fisiológicos, tales como la biosíntesis de carotenos (genes *al-1*, *al-2* y *al-3*), conidiación (gen *con*) y el reinicio del ciclo circadiano (gen *frq*) (Corrochano *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 2003; He y Liu, 2005; Esquivel-Naranjo y Herrera Estrella, 2007).

En el caso del hongo *Trichoderma atroviride* es utilizado como agente de biocontrol de una variedad de hongos fitopatógenos. Además, se ser útil como modelo fotomorfogénico debido a la esporulación sincronizada que presenta tras un pulso de luz azul (400-480 nm). En condiciones de total oscuridad y con los nutrientes necesarios *T. atroviride* crece indefinidamente como micelio, sin embargo la limitación de nutrientes y la luz detonan el desarrollo de estructuras reproductoras asexuales especializadas (conidios) (Casas-Flores *et al.*, 2004).

Ortíz-Meza (2010) aisló el gen *cie1* (elemento involucrado en la conidiación) de la cepa CARO4 de *M. anisopliae* y obtuvo una cepa transformante por antisentido del gen *cie1* denominado T15. En las que observó que la cepa silvestre CARO4 responde al estímulo luminoso formando anillos de conidiación en fotoperiodos de 12 h luz-12 h oscuridad,

contrario a lo observado con la cepa T15, la cual fue capaz de hiperconidiar en presencia o ausencia del estímulo luminoso, lo que llevó a sugerir que el gen *cie1* es un posible regulador negativo de la conidiación.

En este trabajo, se pretende determinar la participación del gen *cie1* frente al estímulo luminoso y durante el proceso de conidiación a través de ensayos con luz ultravioleta de amplio y bajo espectro.

METODOLOGÍA

Cepas

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron: la cepa silvestre de *M. anisopliae* CARO4 originaria de la región del Bajío, aislada en el Departamento de Ciencias Naturales y Exactas de la División de Ciencias de la Vida, Colima y la cepa T15, transformante que lleva el antisentido del gen *cie1* derivada de la cepa CARO4 obtenida en el Laboratorio de Genética y Biología Molecular de Hongos de la Universidad de Guanajuato.

Medios de cultivo sólidos y líquidos

Los medios de cultivo empleados para *M. anisopliae* fueron: Medio Mínimo (MM), Medio Dextrosa Sabourad (MDS) y para los medios de cultivo sólido se adicionaron 20 g de agar bacteriológico (Bioxon) por litro de medio de cultivo, con un pH final de 5.7 ± 0.2 . En el Cultivo en Medio Sólido se sembraron 500 conidios/mL de *M. anisopliae*, incubando a 28°C durante 10 días para la producción de conidios y en los Cultivos en Medio Líquido. Los conidios de *M. anisopliae* se sembraron en 100 mL de MDS líquido a una concentración de 1×10^6 conidios/mL, se incubaron por 48 h a 28°C, en agitación constante de 160 rpm.

Obtención de micelio y cuantificación de conidios

Se obtuvo micelio crecido en medio líquido a las 48 h de incubación el cual fue almacenado a -70°C. Los conidios obtenidos pos medio sólido se resuspendieron en 20 mL de agua desionizada estéril con Tritón X-100 al 0.01 %, se almacenaron a 4°C y fueron contabilizados en cámara de Neubauer.

Ensayos de luz UV

Para evaluar el efecto de la luz en el crecimiento y esporulación de la cepa CARO4 *M. anisopliae* y de la transformantes en antisentido del gen *cie1* (T15), 500 conidios de la cepa silvestre o de la transformante fueron inoculadas en cada placa de medio mínimo. Las placas fueron incubadas en periodos de 12 h de luz blanca-12 h oscuridad o en oscuridad constante (placas cubiertas con papel aluminio)

durante 10 días a 28°C en un incubador (Low Temperature Illuminate Incubator, Precision Scientific).

Para los ensayos de pulsos de luz azul, de la cepa CARO4 de *M. anisopliae*, se inocularon 500 conidios, contenidos en 100 µL, en cada caja de MM, se incubaron a 28°C por 48 h en oscuridad, transcurrido este tiempo se expusieron a un pulso de luz azul o roja (5.8 µm/s/m²) por 3 min o 5 min. Posterior al pulso se incubaron a 28°C por 168 h en oscuridad.

Ensayos con factores de estrés

Todos los ensayos de estrés se realizaron inoculando 500 conidios de la cepa CARO4 (contenidos en 100 µL) en cajas de MM, incubadas a 28°C por 48 h en total oscuridad, 1) Peróxido de hidrógeno: transcurridas las 48 h de incubación en total oscuridad, se colocó sobre el micelio formado 100 µL de peróxido de hidrógeno 2 mM y se dejó secar por 5 min.; 2) Luz ultravioleta: tras las 48 h de incubación en total oscuridad, se expuso a la cepa CARO4 por 1 min a 1600 Joules/m² a UVA y UVC; 3) Choque térmico: posterior a las 48 h en total oscuridad, se expuso a la cepa CARO4 a 37°C durante 2 h; 4) Daño mecánico: El micelio crecido por 48 h en total oscuridad fue cortado con la hoja de un bisturí estéril. Una vez realizado el ensayo de estrés sobre las cepa CARO4, se incubó a 28°C durante 8 días en total oscuridad, al término del periodo de incubación se cuantificaron las esporas.

Para los ensayos de estrés osmótico se preparó MM adicionado con NaCl o KCl, en las concentraciones de 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 y 2 M. Posteriormente se inocularon 500 conidios de la cepa CARO4 (contenidos en 100 µL) en cada uno de los medios y se incubaron a 28°C por 48 horas en total oscuridad o fotoperiodos (12 h luz-12 h oscuridad).

RESULTADOS

Respuesta a luz de la cepa CARO4 de *M. Anisopliae*

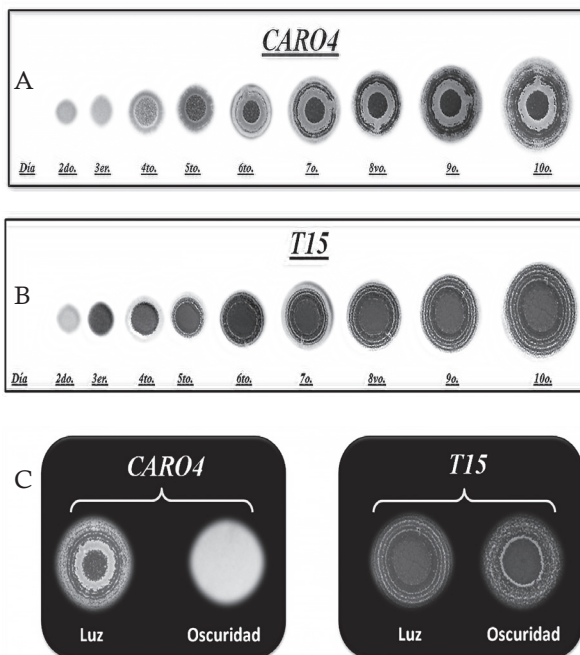
El fenotipo de la cepa silvestre CARO4 responde a los fotoperiodos (12 h luz-12 h oscuridad), en tanto que la cepa silvestre no es capaz de formar conidios en total oscuridad (figuras 1 C, E), pero cuando es expuesta a los fotoperiodos forma anillos de conidiación en respuesta al estímulo luminoso (figuras 1 A, C y D). La cepa transformante T15, es capaz de hiperesporular en presencia (formando anillos de conidiación) (figuras 1 B, C y D) o ausencia (conidiación no sincronizada) del estímulo luminoso (figuras 1 C y E).

En presencia de luz la transformante T15 produjo tres veces más conidios, que la cepa silvestre (6.02 x 10⁸ c/mL vs 2.06 x 10⁸ c/mL). En oscuridad la cepa CARO4

no conidió, y la transformante T15 produjo 5.78 x 10⁸ conidios/mL (figuras 1 D, E). Independientemente del estímulo luminoso la producción de conidios de la cepa T15 en ambas condiciones es similar (6.02 x 10⁸ c/mL en luz y 5.78 x 10⁸ c/mL en oscuridad).

Ensayos de respuesta a luz azul y roja con la cepa CARO4 de *M. Anisopliae*

Evidencia bioquímica y molecular de la existencia de una ruta de percepción de luz azul ha sido reportado en algunos hongos como *T. atroviride* (Berrocal-Tito *et al.*, 2000; Casas-Flores *et al.*, 2006; Rosales-Saavedra *et al.*, 2006; Esquivel-Naranjo y Herrera-Estrella, 2007), la cual es necesaria en la regulación de la fotoconidiación, por lo que se decidió exponer a pulsos de luz azul (450-495 nm) y luz roja (620-750 nm) a la cepa silvestre CARO4 de *M. anisopliae*, con el fin de analizar si este hongo responde a un estímulo luminoso específico. Cultivos de 48 h en medio mínimo en total oscuridad fueron expuestos al pulso de luz azul o roja durante 3 o 5 min, e incubados adicionalmente por 7 días en total oscuridad. La cepa silvestre CARO4 respondió a los pulsos de luz azul y roja formando conidios específicamente en el centro de la colonia, a diferencia del control negativo donde se observó que no formó conidios, indicando que la conidiación es específica del estímulo luminoso, ya sea por luz azul o roja (figura 2).



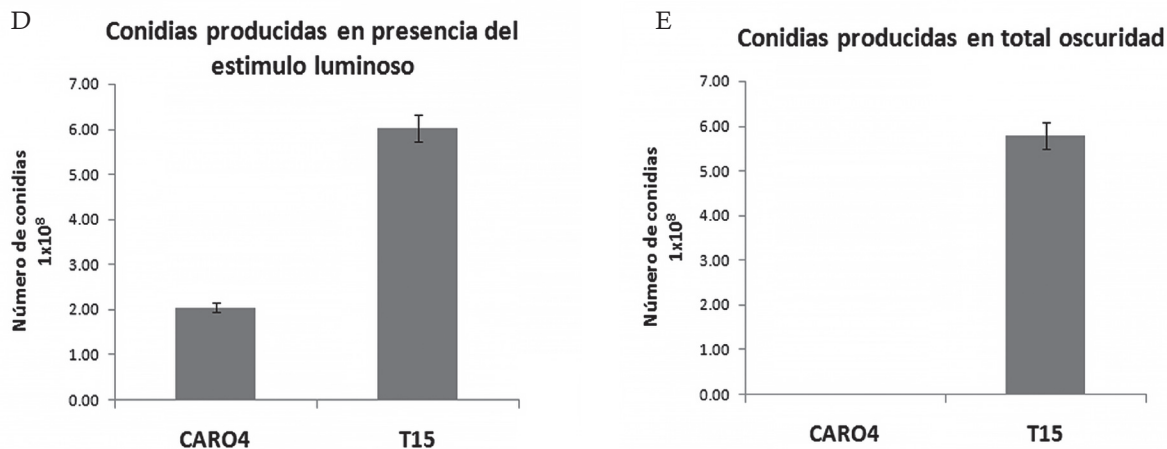


FIGURA 1

Efecto del fotoperiodo 12 h luz-12 h oscuridad en la conidiación de las cepas CARO4 y T15 de *M. anisopliae*. A) y B) Fenotipo de la cepa silvestre CARO4 y T15 durante 10 días de fotoperiodos, respectivamente. C) Fenotipo de la cepa CARO4 y T15 observado al término de los 10 días en los fotoperiodos y en total oscuridad. D) Conidias producidas por las cepas CARO4 y T15 al término de los 10 días de fotoperiodo. E) Conidias producidas al décimo día de total oscuridad por CARO4 y T15. Datos expresados como la media de tres repeticiones experimentales \pm DS.

La mejor respuesta con base en número de conidios producidos fue con el pulso de luz azul, que fue cinco veces mayor con respecto a la respuesta dada al pulso de luz roja, independientemente del tiempo de exposición de 3 o 5 min. En luz azul se produjeron un promedio de 1.6×10^8 conidios/mL, similar al producido en respuesta a la luz blanca. En tanto que en luz roja fue entre 3.17×10^7 y 3.33×10^7 conidios/mL.

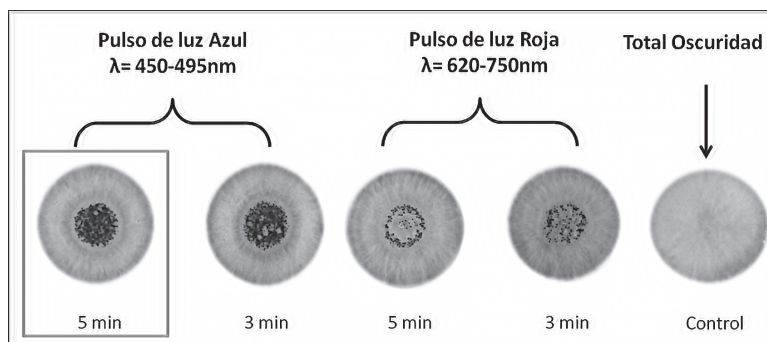


FIGURA 2

Ensayo de fotoconidiación de la cepa silvestre CARO4. Respuesta de la cepa silvestre al pulso de luz azul o roja, el control permaneció en total oscuridad durante nueve días.

Y con el fin de evaluar la intensidad máxima de luz azul a la que responde la cepa CARO4 se realizó un ensayo dosis-respuesta. Para este ensayo los cultivos de 48 h en total oscuridad, donde se expusieron a diferentes intensidades de luz azul 1 % ($0.2 \mu\text{m}^2/\text{s}$), 3 % ($0.7 \mu\text{m}^2/\text{s}$), 6 % ($1.4 \mu\text{m}^2/\text{s}$), 12 % ($2.8 \mu\text{m}^2/\text{s}$), 25 % ($5.8 \mu\text{m}^2/\text{s}$) y 50 % ($11.6 \mu\text{m}^2/\text{s}$). Observándose la detonación de la conidiación en todas las intensidades de luz azul

empleadas (1-50 %), encontrando una mayor respuesta con base en número de conidios a una intensidad de luz azul del 25 % ($5.8 \mu\text{m}^2/\text{s}$) y una respuesta saturante a una intensidad del 50 % ($11.6 \mu\text{m}^2/\text{s}$) (figuras 3A, B). Esto podría ser de utilidad cuando se requiera analizar la expresión a tiempos cortos del gen *cie1* mediante RT-PCR o PCR en tiempo real.

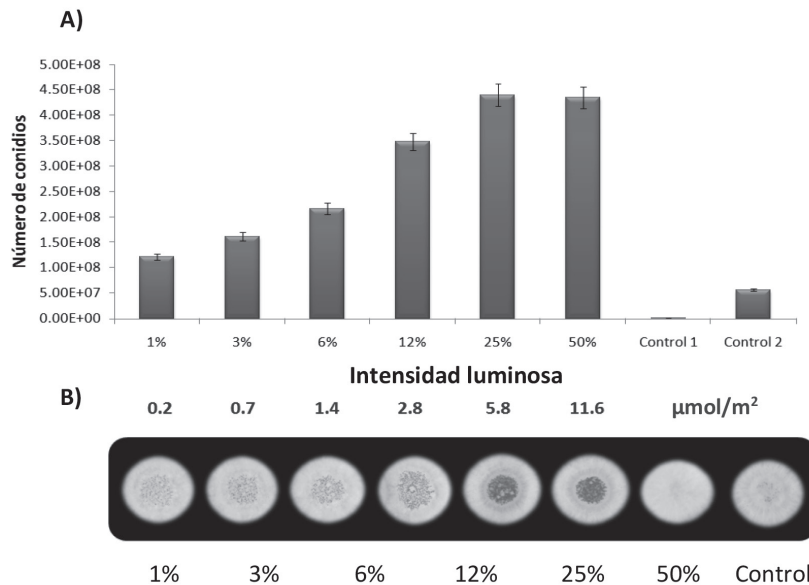


FIGURA 3

Ensayo Dosis-Respuesta de la cepa CARO4 a luz azul. A) Cuantificación de conidios de la cepa CARO4 expuesta a diferentes Intensidades de luz azul. El control 1 permaneció en total oscuridad y el control 2 se expuso a la luz de seguridad. B) Fenotipo observado de la cepa CARO4 expuesta a luz azul. Datos expresados como la media de tres repeticiones experimentales \pm DS.

Efecto de diversos detonantes de estrés en la conidiación de la cepa CARO4.

En *T. atroviride* se sabe que los genes BRL-1 y BLR-2 no son los únicos genes que favorecen la conidiación, ya que aun en las mutantes Δblr el estrés por daño mecánico es capaz de detonar este proceso de diferenciación. Por lo que para identificar factores que pudieran detonar la conidiación en la cepa CARO4 de *M. anisopliae* independientes del estímulo luminoso, se probó el estrés del tipo osmótico, estrés nutricional variando fuentes de carbono, estrés por choque térmico, estrés por daño mecánico y estrés oxidativo.

Para el estrés osmótico se inocularon conidios de CARO4, en medios que contenían KCl o NaCl, utilizando concentraciones de 0.2M a 2 M. Se observó que tanto el KCl y el NaCl en total oscuridad no son capaces de detonar la conidiación figuras 4A, 5A) pero sí causaron reducción del crecimiento radial. El NaCl inhibió el crecimiento a partir de 1.8 M (figuras 4B, 5B). En cuanto a la conidiación se observó una disminución de la conidiación a partir de 0.2 M con KCl y NaCl (1.8×10^8 c/mL y 1.38×10^8 c/mL) con respecto a la cepa silvestre (2.18×10^8 c/mL). La

inhibición total de la conidiación se dio a partir de 1 M de KCl y a 0.6 M de NaCl (figuras 4E, 5E).

El estrés por daño mecánico, choque térmico y estrés oxidativo (peróxido de hidrogeno, UV-A y UV-C), detonan la conidiación en la cepa CARO4 en total oscuridad (figuras 6). El estrés por peróxido de hidrógeno [2mM] produjo una mayor cantidad de conidios 6.14×10^8 c/mL, con respecto al daño mecánico que produce 5.7×10^8 c/mL, la luz UV-C que generan 3.68×10^8 c/mL, el estrés por temperatura que produce 3.43×10^8 c/mL, y finalmente el estrés que menor conidios genera en la cepa CARO4 fue la luz UV-A con 2.90×10^8 c/mL (figura 6C).

Los datos del crecimiento radial muestran, que el estrés donde se genera una drástica reducción con respecto a la cepa silvestre (4.6 cm) fue la luz UV-C con una reducción del 41.7 % (2.6 cm), al que le sigue el peróxido de hidrógeno con una reducción del 13.5 % (3.9 cm), y sin cambios significativos con respecto a la cepa silvestre se encuentran la luz UV-A que muestra una reducción del 1 % (4.52 cm), el daño mecánico con 0.26 % (4.59 cm) y el estrés por temperatura con 0.14 % (4.59 cm) (figura 6B).

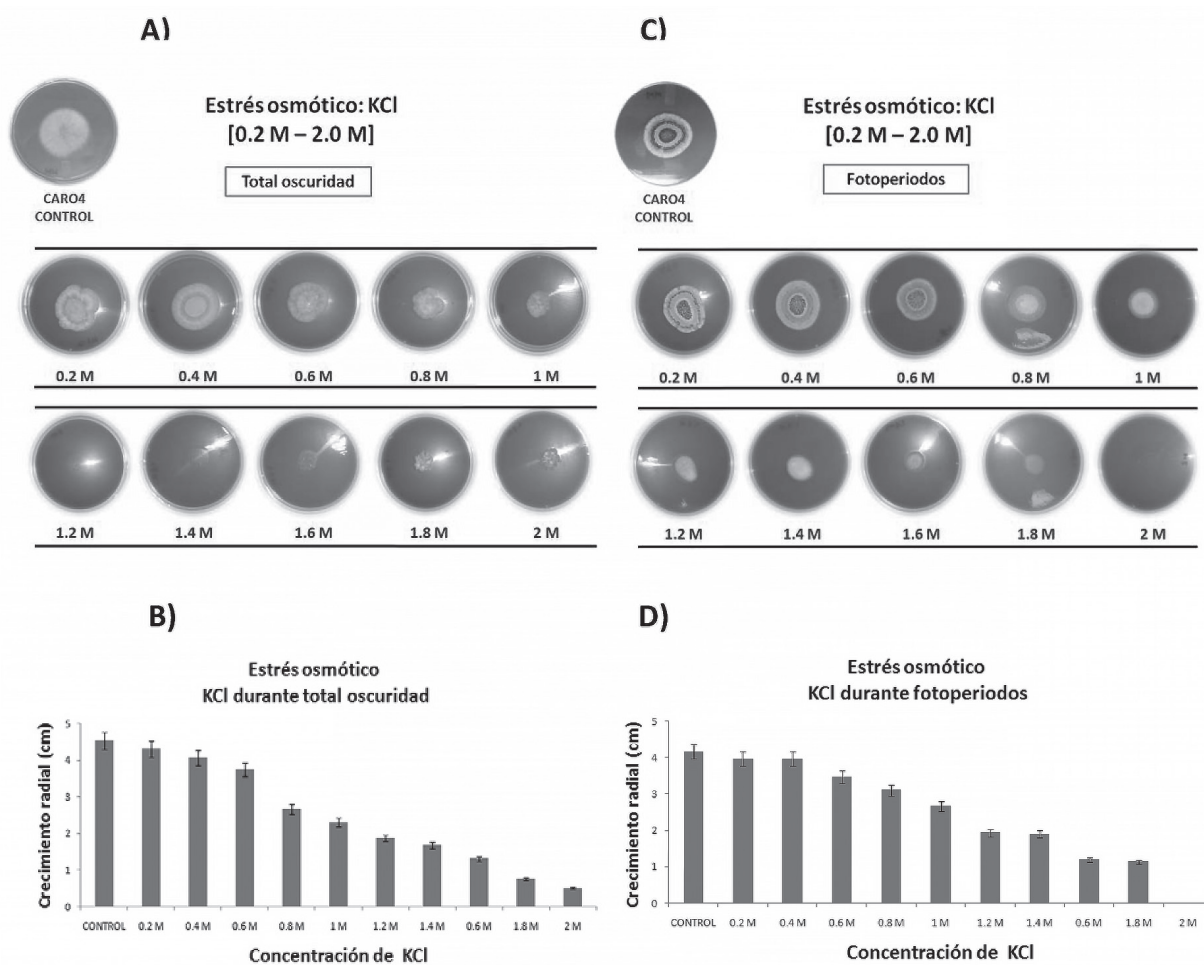


FIGURA 4

Efecto del estrés osmótico con KCl, en total oscuridad o durante fotoperiodos, en la conidiación y crecimiento de *M. anisopliae* cepa CAR04. A) Fenotipos observados bajo estrés con KCl y en total oscuridad. B) Reducción del crecimiento radial en total oscuridad. C) Fenotipos observados bajo estrés con KCl y fotoperiodos. D) Reducción del crecimiento radial durante fotoperiodos. E) Producción de conidios durante fotoperiodos. Los datos son la media de cuatro repeticiones experimentales independientes por cuadruplicado \pm DS.

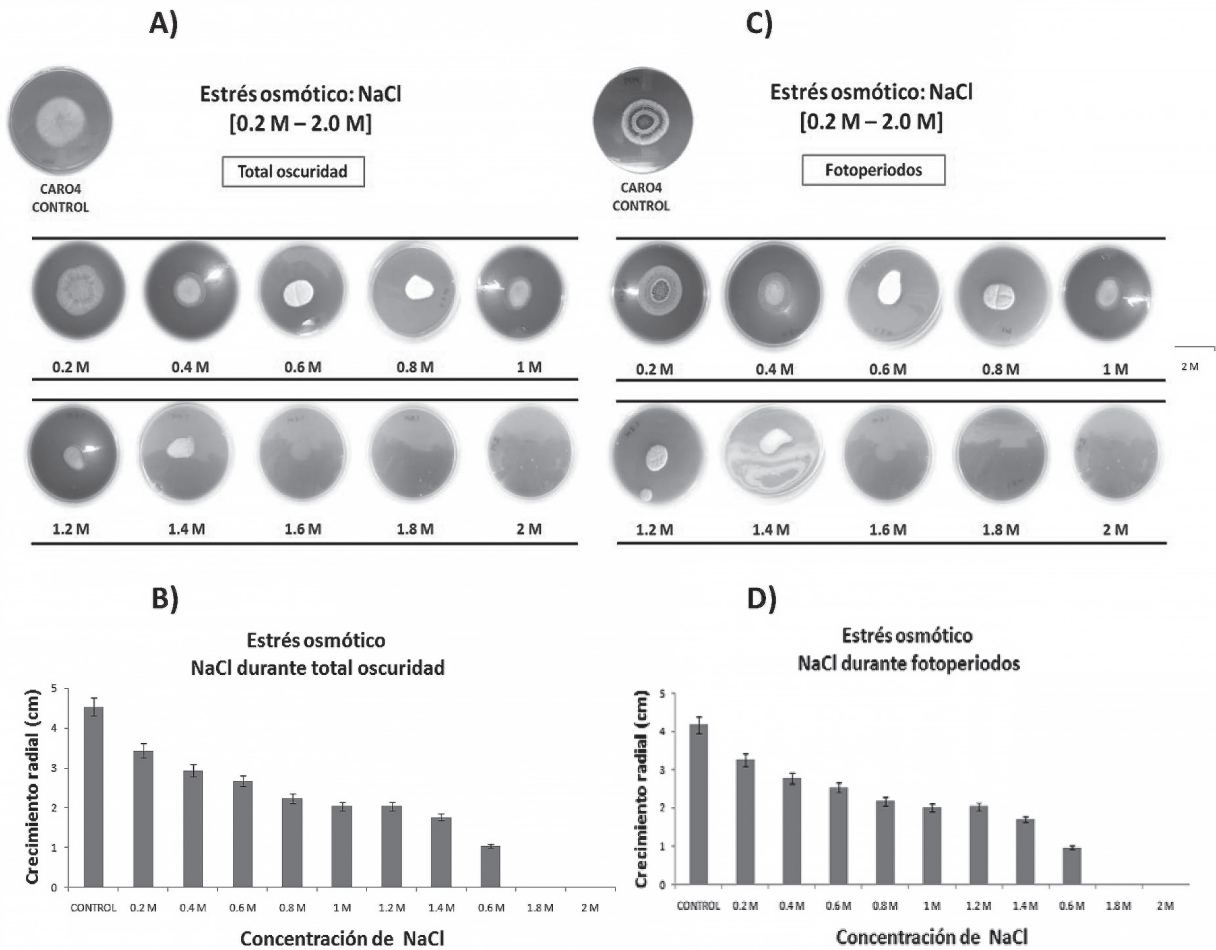


FIGURA 5

Efecto del estrés osmótico con NaCl, en total oscuridad y durante fotoperiodos, en la conidiación y crecimiento en la cepa CARO4 de *M. anisopliae*. A) Fenotipos observados bajo estrés con NaCl y en total oscuridad. B) Reducción del crecimiento radial en total oscuridad. C) Fenotipos observados bajo es estrés con NaCl y fotoperiodos. D) Reducción del crecimiento radial durante fotoperiodos. E) Producción de conidios bajo estrés y durante fotoperiodos. Datos expresados como la media de cuatro repeticiones experimentales independientes por cuadruplicado \pm DS.

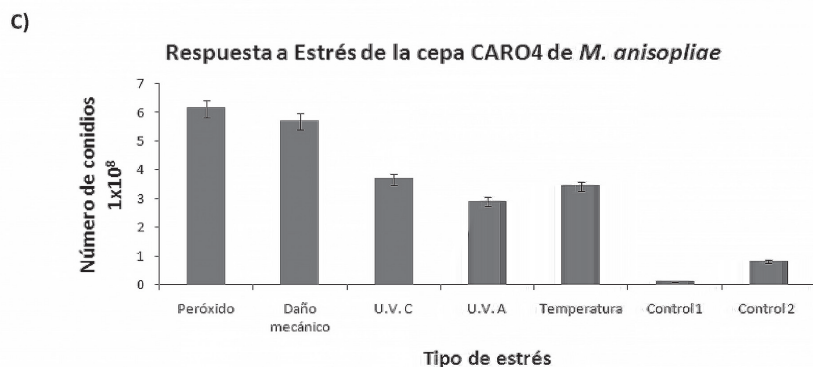
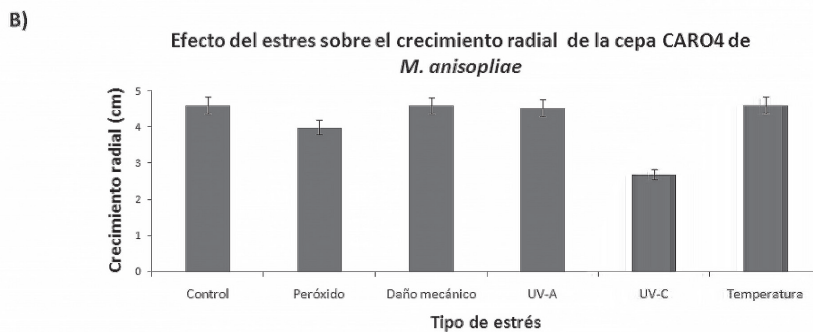
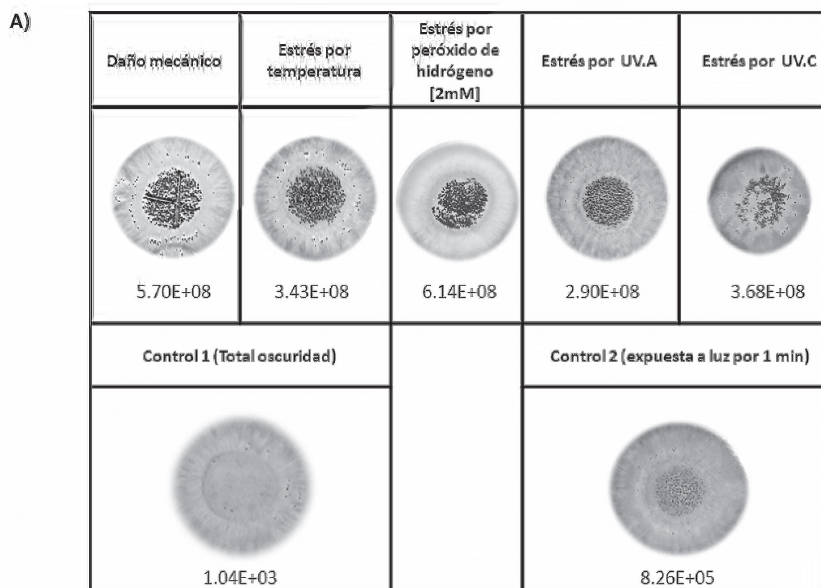


FIGURA 6

Efecto del estrés mediante daño mecánico, choque térmico y estrés oxidativo en la conidiación y crecimiento de la cepa CARO4 de *M. anisopliae*. A) Fenotipos observados al término de los 10 días de incubación en oscuridad tras haber sido sometidas a diferentes condiciones de estrés como se indica en material y métodos. B) Reducción del crecimiento radial. C) Producción de conidios. Los datos están expresados como la media de cuatro repeticiones experimentales \pm DS.

DISCUSIÓN

Respuesta de *M. anisopliae* al estímulo luminoso

En hongos se ha registrado que varios de los procesos fisiológicos y de desarrollo son influenciados por la luz (Schwerdtfeger & Linden 2003; Rosales-Saavedra *et al.*, 2006), principalmente en *N. crassa* y *T. atroviride*. En el ascomiceto *N. crassa*, todas las respuestas a la luz descritas hasta ahora, son detonadas por luz azul (Chen *et al.*, 2009) e incluyen la síntesis de carotenos, entrada al ciclo circadiano, fototropismo y formación de conidios (Chen *et al.*, 2009; Schwerdtfeger & Linden 2003; Linden *et al.*, 1997). En *T. atroviride*, modelo fotomorfo-genético, se demostró que su conidiación y crecimiento micelial son procesos regulados por la luz y la disponibilidad de nutrientes (Casa-Flores *et al.*, 2004; Esquivel-Naranjo y Herrera-Estrella, 2007); en tanto que en *M. anisopliae* la fotoconidiación no ha sido reportada, sin embargo, se sabe que la luz influye en el crecimiento micelial (Rangel *et al.*, 2008-A).

En la cepa CARO4 de *M. anisopliae* se observó su capacidad de responder al estímulo luminoso indicado por la formación de anillos de conidiación, así como su respuesta preferencial al pulso de luz azul. Interesantemente la cepa CARO4 responde también al estímulo de luz roja aunque con menor intensidad. Este mismo patrón de respuesta a luz azul y roja ha sido descrito en *T. atroviride* (Casas-Flores *et al.*, 2004). Esto sugiere la existencia de una posible ruta alterna de percepción y señalización inducida por la luz en la cepa CARO4 de *M. anisopliae*, como se ha descrito en *T. atroviride*, donde se observó el incremento de la expresión de los genes *blu-4*, *blu-15* y *blu-8* posterior a la exposición con luz roja, indicando la existencia de una ruta de señalización inducida por luz independiente de las proteínas BLR; también se ha demostrado que la luz roja puede tener un efecto positivo en la expresión de los genes como sucede con *blu-8*, en tanto que la luz azul tiene un efecto negativo en la expresión de este gen; también se demostró que los genes *blu-4* y *blu-15* pueden estar bajo el control de luz roja y azul (Rosales-Saavedra *et al.*, 2006). En *Aspergillus nidulans* se ha reportado que la luz roja tiene un efecto positivo en el desarrollo sexual (Blumenstein *et al.*, 2005), en la cepa CARO4 no hemos evaluado la participación de la luz roja en este proceso.

Otros Factores Involucrados en la Conidiación

Conocer los niveles de expresión del gen *cie1* y su posible participación como regulador negativo, así como la respuesta a la luz de la cepa CARO4, nos llevó a preguntarnos qué otros factores podrían detonar la conidiación en la cepa CARO4 crecida en total oscuridad.

El estrés osmótico (NaCl y KCl), del cual se ha reportado que en *M. anisopliae* cepa 2575 disminuye la producción de esporas (Rangel *et al.*, 2008-A). en la cepa CARO4 se observó que provoca una reducción en el crecimiento radial durante fotoperiodos y en total oscuridad, y no es capaz de detonar la conidiación en total oscuridad y además se ve disminuida durante fotoperiodos. Aunque pareciera que el estrés osmótico tiene un efecto nocivo en el hongo, también se sabe que este tipo de estrés induce una protección cruzada (resistencia) al choque térmico y UVB (Rangel *et al.*, 2008-B).

El estrés por daño mecánico, choque térmico, peróxido de hidrógeno, UV-A y UV-C, detonaron la conidiación en la cepa CARO4 en total oscuridad. Posiblemente como un fenómeno de protección cruzada que le permita al hongo sobrevivir y tomar ventajas de otros tipos de estrés que podrían estar afectándolo. Además, se ha reportado que en *M. anisopliae* el choque térmico también induce una protección cruzada en hongos a estrés oxidativo, choque térmico y radiación UV (Kapoor & Chakraborty, 1990; Park *et al.*, 1997; Rangel *et al.*, 2008-B). Se ha descrito que la exposición a radiación UV y al calor puede inducir la producción de conidios en hongos expuestos a estos agentes durante el crecimiento micelial (Rangel *et al.*, 2008-B). Se observó también una drástica reducción del crecimiento radial por efecto de UV-C y peróxido de hidrógeno; en tanto que con luz UV-A, daño mecánico y el estrés por temperatura no lo afectaron significativamente.

CONCLUSIONES

La cepa CARO4 de *M. anisopliae* al igual que otros hongos como *T. atroviride* responde al estímulo luminoso formando anillos de conidiación, y aunque responde al espectro de luz roja, la respuesta es de mayor grado al espectro de luz azul, con lo que se podría generar una mayor esporulación de estas cepas con respecto a las silvestre. Existen diversos factores, adicionales al estímulo luminoso, que detonan la conidiación en total oscuridad, como lo son el daño mecánico, choque térmico, estrés por luz ultravioleta (A y C), así como el estrés por peróxido de hidrógeno posiblemente debido a un efecto de protección cruzada.

El estrés osmótico con NaCl y KCl no detonan la conidiación, aunque tienen como efecto la reducción del crecimiento radial y la inhibición de la conidiación durante fotoperiodos. La luz favorece el desarrollo de conidios en la cepa silvestre CARO4 incrementando su posibilidad de acción y efectividad frente a los insectos plaga. Además, con base en los estudios con diversos detonantes de estrés nos sugieren que el proceso de conidiación podría estar dado por rutas de señalización distintas a la originada por el estímulo luminoso.

LITERATURA CITADA

- BLUMENSTEIN A., K. VIENKEN, R. TASLER, J. PURSCHWITZ, D. VEITH, N. FRANKENBERG-DINKEL & R. FISCHER, 2005. The *Aspergillus nidulans* phytochrome FphA represses sexual development in red light. *Current Biology* 15: 1833–1838.
- CASAS-FLORES S., M. RIOS-MOMBERG, M. BIBBINS, P. PONCE-NOYOLA & A. HERRERA-ESTRELLA, 2004. BLR-1 and BLR-2, key regulatory elements of photoconidiation and mycelial growth in *Trichoderma atroviride*. *Microbiology* 150: 3561–3569.
- CHEN C., C. RINGELBERG, R. GROSS, J. DUNLAP & J. LOROS, 2009. Genome-wide analysis of light-inducible responses reveals hierarchical light signalling in *Neurospora*. *EMBO Journal* 28: 1029-42.
- CORROCHANO L., F. LAUTER, D. EBBOLE & C. YANOFSKY, 1995. Light and developmental regulation of the gene con-10 of *Neurospora crassa*. *Developmental Biology* 167: 190-200.
- ESQUIVEL-NARANJO E. & A. HERRERA-ESTRELLA, 2007. Enhanced responsiveness and sensitivity to blue light by blr-2 overexpression in *Trichoderma atroviride*. *Microbiology* 153: 3909–3922.
- FERRON P., 1978. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology* 23: 409-442.
- FROELICH A., B. NOH, R. VIERSTRA, J. LOROS & J. DUNLAP, 2005. Genetic and molecular analysis of phytochromes from the filamentous fungus *Neurospora crassa*. *Eukaryotic Cell* 4: 2140–2152.
- HE Q. & Y. LIU, 2005. Molecular mechanism of light responses in *Neurospora*: from light-induced transcription to photoadaptation. *Genes & Development* 19:2888.
- HAJEK A. & R. ST. LEGER, 1994. Interaction between fungal pathogens and insect host. *Annual Review of Entomology* 39: 293-322.
- KAPOOR M. & B. CHAKRABORTY, 1990. Transformation of filamentous fungi by electroporation. *Nucleic Acids Research* 18: 6737- 1990.
- KURTTI T. & N. KEYHANI, 2008. Intracellular infection of tick cell lines by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Microbiology* 154: 1700–1709.
- LINDEN H., P. BALLARIO & G. MACINO, 1997. Blue light regulation in *Neurospora crassa*. *Fungal Genetics and Biology* 22: 141–150.
- LIU Y., Q. HE & P. CHENG, 2003. Photoreception in *Neurospora*: a tale of two white collar proteins. *Cellular and Molecular Life Sciences* 60: 2131–2138.
- MOON Y., B. DONZELLI, S. KRASNOFF, H. MCLANE, M. GRIGGS, P. COOKE, D. VANDENBERG, D. GIBSON & A. CHURCHILL, 2008. *Agrobacterium*-mediated disruption of a nonribosomal peptide synthetase gene in the invertebrate pathogen *Metarhizium anisopliae* reveals a peptide spore factor. *Applied and Environmental Microbiology* 74: 4366-4380.
- ORTIZ MEZA, A. 2010. Aislamiento de cDNAs de expresión diferencial durante el crecimiento de *Metarhizium anisopliae* en cutícula de *Phyllophaga ravidia* mediante la técnica RDA (análisis diferencial representativo). Tesis Doctorado. Universidad de Guanajuato. 102 p.

- PARIS S., D. WYSONG, J. DEBEAUPUIS, K. SHIBUYA, B. PHILIPPE, R. DIAMOND & P. LATGÉ, 2003. Catalases of *Aspergillus fumigatus*. *Infection and Immunity* 71: 3551–3562.
- PARK J., C. GRANT, P. ATTFIELD, I. DAWES, 1997. The freeze–thaw stress response of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* is growth phase specific and is controlled by nutritional state via the RAS-cyclic AMP signal transduction pathway. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 3818–3824.
- RANGEL D., D. ALSTON & D. ROBERTS, 2008-A. Effects of physical and nutritional stress conditions during mycelial growth on conidial germination speed, adhesion to host cuticle, and virulence of *Metarhizium anisopliae*, an entomopathogenic fungus. *Mycological Research* 112: 1355-1361.
- RANGEL D., A. ANDERSON & D. ROBERTS, 2008-B. Evaluating physical and nutritional stress during mycelial growth as inducers of tolerance to heat and UV-B radiation in *Metarhizium anisopliae* conidia. *Mycological Research* 112: 1362-1372.
- ROBERTS D. Y R. ST. LEGER, 2004. *Metarhizium* spp. Cosmopolitan insect-pathogenic fungi: micological aspects. *Advances in Applied Microbiology* 54:1-70.
- ROSALES-SAAVEDRA T., E. ESQUIVEL-NARANJO, S. CASAS-FLORES, P. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. IBARRA-LACLETTE, C. CORTES-PENAGOS & A. HERRERA-ESTRELLA, 2006. Novel light-regulated genes in *T. atroviride*: a dissection by cDNA microarrays. *Microbiology* 152: 3305–3317.
- SANDINO, V. M., 2003. Manejo integrado de la salivita de la caña de azúcar. Nicaragua. FUNICA/UNA/CATIE, 26 p.
- SCHUSTER A, C. KUBICEK, M. FRIEDL, I. DRUZHININA & M. SCHMOLL, 2007. Impact of light on *Hypocrea jecorina* and the multiple cellular roles of ENVOY in this process. *BMC Genomics* 8: 449.
- SCHWERDTFEGER C. & H. LINDEN, 2003. VIVID is a flavoprotein and serves as a fungal blue light photoreceptor for photoadaptation. *EMBO Journal* 22: 4846–4855.
- ST. LEGER R., L. JOSHI & D. ROBERTS, 1997. Adaptation of proteases and carbohydrates of saprophytic, phytopathogenic and entomopathogenic fungi to the requirements of their ecological niches. *Microbiology* 143: 1983-92.
- ZHANG Z., C. HENDERSON & S. GURR, 2004. *Blumeria graminis* secretes an extracellular catalase during infection of barley: potential role in suppression of host defence. *Molecular Plant Pathology* 5:537-547.

Aseroe rubra Labill ex Fr. (Fungi: Phallaceae), nuevo registro para el estado de Chiapas, México

Freddy Chanona Gómez¹
Claudia Guadalupe Serrano Heleria²

¹ Laboratorio Estatal de Salud Pública, Boulevard Salomón González Blanco núm. 3452, C.P. 29040, Tuxtla Gutiérrez Chiapas. Autor de correspondencia: fredpeluche2006@hotmail.com | ² Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, C.P. 29032, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

RESUMEN

Se registra por primera vez para Chiapas la especie *Aseroe rubra* Labill ex Fr., conocida solamente para el estado de Veracruz. El ejemplar fue recolectado en el municipio de Ocoatepec, Chiapas. Con este descubrimiento se amplía su rango de distribución para México.

Palabras claves: distribución, *Aseroe*, Fungi, Phallaceae, Chiapas, México.

ABSTRACT

It is recorded for the first time for Chiapas *Aseroe rubra* Labill ex Fr. species, known to the state of Veracruz only. The specimen was collected in the municipality of Ocoatepec, Chiapas. With this discovery its range is extended to Mexico.

Key words: distribution, *Aseroe*, Fungi, Phallaceae, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El género *Aseroe* fue propuesto por vez primera por Labillardière en 1800, y se caracteriza por presentar un receptáculo cilíndrico y un estipite emergente de una volva, y con excepción de *Aseroe floriformis* (descrita por Baseia & Calonge en 2005 en una localidad al noroeste de Brasil) todas tienen brazos apicales ya sea simples o bifurcados. Su distribución es pantropical (Calonge *et al.*, 2005) aunque puede expandirse a otras regiones del planeta (Baseia & Calonge 2005; Sousa *et al.*, 2012).

La especie tipo *Aseroe rubra* es originaria de Australia, Tasmania, Tanzania, Congo, Mauritania, Nueva Zelanda, Nueva Caledonia, Ceilán (Sri Lanka), Archipiélago Malayo, Sudáfrica (en bosques de pino) y Hawaii (Kreisel, 2001; Kreisel & Hausknecht, 2009). Esta especie fue introducida a Europa (Inglaterra) así como en algunos países de América, tales como Brasil y Costa Rica en donde se registró la variedad *brasiliensis* (se distingue por su mayor tamaño) y la variedad *junghuhnii* respectivamente, la cual fue descrita también para Indonesia.

Baseia & Calonge (2005) consideraban que el género *Aseroe* estaba conformado por dos especies: *A. rubra* y *A. arachnoidea* (similar a *A. rubra* pero con tonalidades

blanquecinas). Sin embargo en el 2007 se descubrió en Japón la especie *Aseroe coccinea* la cual posee brazos no bifurcados e interconectados (Kreisel & Hausknecht, 2009) pero de hábitat más frío. A pesar de ello, Gomes *et al.* (2007) afirman que este género actualmente se encuentra conformado solamente por tres especies (adicionando *A. floriformis*) por lo que las variedades tienden a ser sinonimia de las especies ya descritas (*A. rubra*, *A. arachnoidea* y *A. floriformis*).

MATERIAL EXAMINADO

El basidioma fue analizado y fotografiado en campo, realizándose la descripción de forma inmediata. Para evitar su rápido deterioro o destrucción este fue colocado en fresco en FAA. El espécimen fue depositado en el Laboratorio Estatal de Salud Pública en donde se realizó la identificación taxonómica mediante las claves Baseia & Calonge (2005).

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Carpoforo muy llamativo por su color rojizo, de 4 cm de alto y 5.3 cm de diámetro con 7 brazos radiales terminados en punta, subdivididos, desde 1.4 hasta 1.6 cm

de largo, muy frágiles, de consistencia y color similar al estipite, en forma de estrella o en forma de tentáculos, con superficie lisa (figuras 1 y 2). El centro está formado por una masa gelatinosa de color verde oliváceo, frágil y olor nauseabundo el cual es utilizado para la dispersión de sus esporas a través de los insectos (Gomes *et al.*, 2007). Estipite de color rosado-blanquecino a ligeramente pálido, de 3.0 cm de largo, cilíndrico, hueco, ligeramente alveolado el cual se encuentra encerrado en una volva blanquecina a ligeramente amarillenta, gelatinosa cuando joven de aproximadamente 2 cm., con rizomorfos blanquecinos. Basidiosporas cilíndricas, alargadas, lisas, con extremos redondeados, hialinas a oliváceas, de 6 x 1.8 µm.

HÁBITAT

El 21 de septiembre del 2015 realizando una caminata por un fragmento de selva mediana del municipio de Ocoatepec, Chiapas, se localizó un ejemplar (solitario) creciendo en la sombra y con hábitat húmico. Calonge *et al.* (2005) afirman que esta especie es frecuente en los trópicos ya sea de forma solitaria o en grupos durante la primavera y el invierno. Común en jardines, parques y bosques mesófilos de montaña.

UTILIDAD Y NOMBRE VERNÁCULO

Guzmán (2008) considera a esta especie como *no comestible* debido al olor putrefacto que desprende en estado adulto, de ahí que se le conozca (Veracruz) como “hongo apestoso” o “estrella apestosa”. En Chiapas no se conoce nombre vernáculo.

DISCUSIÓN

La descripción macroscópica realizada al ejemplar recolectado en Ocoatepec, Chiapas, coincide perfectamente con la realizada por Sáenz y Sáenz (1981); Baseia & Calonge (2005) y Guzmán (2008), es decir, concuerda con

la Especie Tipo. Sin embargo, la descripción realizada por Moore & Sullivan (2014) para ejemplares de Tasmania, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Hawaii estos tienen todos los brazos bifurcados lo que difiere ligeramente del ejemplar analizado en el Laboratorio Estatal de Salud Pública. Al comparar el espécimen en estudio con el descrito por Dring (1980) para Sri Lanka se concluye nuevamente que también difiere notablemente ya que dicho autor confirma que la especie *Aseroe ceylanica* Berk tiene brazos simples aunque con una distribución más tropical (Kreisel & Hausknecht, 2009). Dicha variabilidad ha sido discutida por Dring (1980) explicando que se han encontrado especímenes sin bifurcación, por lo que se ha sugerido realizar una nueva subdivisión de las especies ya descritas, efectuándose para esto estudios bioquímicos, ecológicos y moleculares.

Al realizar un análisis de las esporas observadas en los ejemplares estudiados por Sáenz y Sáenz (1981), Baseia & Calonge (2005), Guzmán (2008) y Moore & Sullivan (2014) coinciden perfectamente tanto en color como en tamaño y forma con el del ejemplar encontrado en Ocoatepec. Sáenz y Sáenz (1981) explican que la espora de *A. rubra* es tres veces más larga que ancha, caracterizado por el hilo basidial en forma de depresión o hueco, por lo que la denominaron *cicatriz hilar* (Fleger & Hooper, 1980) lo cual atestigua su adaptación evolutiva, puesto que su dispersión está asociada a la estructura, color y olor de sus cuerpos fructíferos ya que estos tienden a ser dispersados por insectos, lo que hace innecesaria su expulsión violenta, el cual tiene como finalidad realizar su propagación (Sáenz y Sáenz, 1981).

AGRADECIMIENTO

Al doctor Carlos R. Beutelspacher por las fotografías obsequiadas para el presente documento. Asimismo, se agradece al Laboratorio Estatal de Salud Pública por las facilidades prestadas para realizar la identificación taxonómica del ejemplar descrito.

LITERATURA CITADA

- BASEIA I.G. & F.D. CALONGE, 2005. *Aseroë floriformis*, a new phalloid with a sunflower-shaped receptacle. *Mycotaxon* 92: 169-172.
- CALONGE F. D., M. MATA & J. CARRANZA, 2005. Contribución al catálogo de los Gasteromycetes (Basidiomycotina, Fungi) de Costa Rica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62 (1): 23-45.
- DRING D.M., 1980. Contributions towards a rational arrangement of the Clathraceae. *Kew Bulletin* 35: 1-96.

- FLEGER S.L. & G.R. HOOPER, 1980.** Ultrastructure and development of *Mutinus caninus* and the occurrence of an eight spore basidium. *Mycologia* 72: 1001-1014.
- GOMES L. A., B. D. BARBOSA SILVA, R. SOUZA ARAÚJO, E. I. GOULART BASEIA, 2007.** Espécies raras de Phallales (Agaricomycetidae, Basidiomycetes) no Nordeste do Brasil. *Acta Botânica de Brasil* 21(1): 119-124.
- GUZMÁN G., 2008.** *Hongos de parques y jardines y sus relaciones con la gente*. Instituto de Ecología. Xalapa, Ver. 242 p.
- KREISEL, H., 2001.** Checklist of the gasteral and secotioid *Basidiomycetes* of Europe, Africa, and the Middle East. *Österreichische Mykologische Gesellschaft* 10: 213-313.
- KREISEL, H. & A. HAUSKNECHT 2009.** The gasteral *Basidiomycetes* of Mascarenes and Seychelles 3. Some recent records. *Österreichische Mykologische Gesellschaft* 18: 149-159.
- MOORE S. & O. SULLIVAN, 2014.** *A Guide to Common Fungi of the Hunter-Central River Region*. Hunter Local Land Services. NSW Government. Australia.
- SÁENZ J.A. Y V. SÁENZ-GÓMEZ, 1981.** Estudio de esporas de seis especies de Falales (Phallales) al microscopio electrónico de barrido. *Revista de Biología Tropical* 29 (2): 299-303.
- SOUSA T., P. MARINHO, B. TOMIO & I. GOULART-BASEIA, 2012.** *Abrachium*, a new genus in the Clathraceae, and Itajahya reassessed. *Myxotaxon* (119): 419-429.

APÉNDICE



Aseroë rubra



Plantas utilizadas por médicos tradicionales de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas, México

José Alberto Hernández Alcázar¹, Carolina Cruz Cruz¹
Roberto García Martínez¹, Erick de Jesús Gutiérrez Bravo¹
Fabiola Karina Urbina Rojas¹, Jessica Elizabeth Rodríguez Escobar¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Código Postal 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre el uso de plantas útiles por médicos tradicionales en la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas. Para ello, se desarrollaron entrevistas semiestructuradas con el método bola de nieve y colectas botánicas con personas claves. Se registraron 45 especies que corresponden a 38 géneros y 30 familias. Se clasificaron en seis categorías de uso: 19 plantas medicinales (42.22%), 10 espirituales (22.22%), nueve comestibles (20%), tres combustibles (6.66%), dos medicinal-espiritual (4.44%) y con sólo una planta (2.22%) usada como ornamental o herramienta. Los médicos tradicionales han aprovechado los recursos vegetales que tienen a la mano, manteniendo el conocimiento tradicional del uso de plantas de generación en generación.

Palabras clave: etnobotánica, plantas útiles, médicos tradicionales, Pantelhó, Chiapas, México.

ABSTRACT

A study on the use of useful plants of traditional doctors in the county seat of Pantelhó, Chiapas was made. To do this, semi-structured interviews were conducted with the snowball method and botanical collections with key people. 45 species belonging to 38 genera and 30 families were recorded. They were classified into six categories of use: medicinal plants 19 (42.22%), spiritual 10 (22.22%), edible-plants 9 (20%) fuel 3 (6.66%), medicinal and spiritual 2 (4.44%) and only one plant (2.22%) used as ornamental or tools. Traditional doctors have taken advantage of plant resources at hand, keeping the traditional knowledge of the use of plants for generations.

Keywords: ethnobotanic, useful plants, traditional medical, Pantelhó, 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 necesidades; existiendo siempre una mutua dependencia entre las plantas y los humanos, las sociedades, etnias y culturas manteniendo así una relación estrecha con la flora en todos los ámbitos durante su vida (Roque *et al.*, 2012).

Los recursos vegetales son utilizados en la actualidad por amplios y diversos sectores de la sociedad. Todos los pueblos poseen un sistema médico compuesto básicamente por una cosmología que da fundamento a la causa, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, así como un contexto cultural dentro del cual se desarrollan las actividades médico-terapéuticas junto con un repertorio

de sustancias farmacéuticas (Balick and Cox, 1996). En algunos casos, como lo es el de áreas rurales, donde tienen amplia vigencia los sistemas médicos tradicionales, y otras zonas alejadas o excluidas del sistema oficial de salud se apela a las plantas como la principal fuente de elementos terapéuticos (Pochettino *et al.*, 1997)

En países como México, donde se alberga una alta diversidad tanto biológica como cultural, existe un gran conocimiento y uso de los recursos biológicos por parte de diferentes grupos étnicos (Vázquez *et al.*, 2006); solo basta echar una mirada a los mercados populares, en donde se comercializa una gran cantidad de plantas y partes derivadas de estas para diferentes usos que van desde lo comestible hasta lo ritual (Díaz-Montesinos *et al.*, 2011; Manzanero-Medina *et al.*, 2009) sin embargo, pocos estudios abarcan el aspecto de la flora utilizada por los médicos tradicionales a pesar de ser una práctica milenaria. Dada la escasa

información al respecto, en el presente trabajo se tiene como objetivo determinar la riqueza florística utilizada por los médicos tradicionales de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas, en la región de los Altos y contribuir así con los estudios etnobotánicos realizados en el estado.

ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas (figura 1). Sus coordenadas geográficas son 17°00'N y 92°29' W.

Este municipio limita al norte con Simojovel y Chilón, al sur con Chenalhó y San Juan Cancuc, al este con Sitalá y al oeste con Chalchihuitán. Cuenta con una extensión territorial de 192.52 km² que representa el 3.62% de la superficie de la región Altos y el 0.18 % del estado; su altitud es de 1,300 m.s.n.m.

Su vegetación la componen bosques de encinos. Dentro del municipio se localizan ríos y arroyos, alimentando al río Catalina que se encuentra al norte y que es el más conocido. El clima es semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano (INAFED, 2005).



FIGURA 1

Mapa de la ubicación de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas.

MÉTODO

Se llevaron a cabo tres visitas en total a la cabecera municipal de Pantelhó, durante los meses de septiembre y octubre de 2015 en las cuales se realizaron entrevistas semiestructuradas a los médicos tradicionales del área de estudio, basadas en el muestreo bola de nieve (Goodman, 1961), la cual consiste en localizar a una persona clave y después pedirle recomendación sobre otra persona con los mismos conocimientos que ella y así sucesivamente. Para ello, se usó una ficha como guía que incluyó datos de nombre común, uso, parte de la planta usada, forma de obtención, época donde se obtiene el recurso, qué enfermedad, qué cura, preparación, forma de administración y consumo (estos últimos rubros cuando sea necesario) y finalmente se pidieron los datos personales del informante (nombre, edad, lengua).

También se realizó una salida a campo para recolectar las plantas señaladas por los entrevistados, en las cuales se contó con la ayuda de un guía perteneciente al área de estudio. La técnica de colecta y prensado se llevó a cabo conforme al manual de Lot y Chiang (1986). Se tomaron en cuenta los siguientes datos en la colecta de cada una de las plantas útiles: fecha, lugar y número de colecta, coordenadas, altitud, forma de vida y nombre común.

Las colectas se herborizaron para su preservación y etiquetado en el Herbario Eizi Matuda del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH, en donde se realizó la identificación taxonómica a género o especie de los ejemplares, cotejando las colectas con el material botánico de dicho herbario. Por último se generó una base de datos con la información recabada: familia, nombre científico y común, forma de vida, categoría de uso (de acuerdo a lo que indicó la población), parte(s) de la planta usada (las definidas por los informantes), dónde se encuentran y modo de preparación; que sirva como precedente para otros estudios con fines similares.

RESULTADOS

En total se entrevistaron a 11 médicos tradicionales (10 hombres y una mujer). Ellos reconocieron un total de 45 especies vegetales útiles las cuales corresponden a 38 géneros y 30 familias. En donde la familia mejor representada es Asteraceae, mientras que el género con más especies es *Pinus* (ver anexo 1). Estudios realizados por numerosos autores en diferentes regiones de México han documentado la utilización de un gran número de recursos vegetales por las poblaciones indígenas y campesinas tradicionales (Caballero *et al.*, 1998). La gran cantidad

relativamente de especies encontradas en esta zona indica la importancia del conocimiento tradicional acerca del uso de las plantas útiles en este sitio. Por otro lado, la familia Asteraceae ocupa un lugar preponderante en la flora de México, tanto a nivel de géneros como de especies y contribuye substancialmente a la enorme riqueza florística de nuestro país (Villaseñor, 1993) y por su parte los bosques de pino-encino son los más frecuentes en los Altos de Chiapas (Romo, 2000), por lo que es normal que esta familia y género sean los mejor representados en el estudio.

Las especies encontradas se clasifican en seis categorías de uso: 19 plantas medicinales (42.22%), 10 espirituales (22.22%), nueve comestibles (20%), tres combustibles (6.66%), dos medicinal-espiritual (4.44%) y sólo una planta ornamentales y herramientas (2.22%). Algunos de los beneficios de las plantas útiles es que proporcionan a la gente principalmente leña y carbón como combustible, material de construcción, artículos de uso agrícola y doméstico, semillas, frutos, néctar, forraje, cera, y sustancias medicinales, así como esencias y condimentos, así los factores primordiales para la aceptación de una especie útil están relacionados con los beneficios económicos, aunque los factores sociales son determinantes (Niembro, 1986; Benítez *et al.*, 2004).

Por lo que respecta a las formas de vida, las hierbas son las más comunes representadas con el 64.44% de las plantas, seguida de los árboles y arbustos con el 20 y 11.11%, respectivamente y finalmente las suculentas colgantes y trepadoras, ambas con el 2.22%. Esto concuerda con lo reportado por Albuquerque y Andrade (1998) en cuanto a que este tipo de formas biológicas son importantes y altamente toleradas y buscadas por los usuarios.

Además, se encontró que los médicos tradicionales utilizan nueve partes diferentes de la planta y de nueve formas diferentes; las partes más frecuentemente empleadas son las hojas y la planta entera y los usos son hervido y como barrido (figuras 1 y 2). La alta frecuencia del uso de la planta entera y de las hojas es debido a que están representadas principalmente por algunas de las categorías más importantes en este trabajo (medicinal, espiritual y alimenticio). Las diversas maneras de preparación demuestran que los habitantes de la comunidad todavía conocen mucho de su flora medicinal.

En cuando a la obtención o localización de las plantas, los entrevistados señalaron que el 44.44% de las plantas las encuentran en el huerto familiar, el 22.22% en el bosque, en el camino un 11.11%, en la milpa 8.88% y comprado 6.66% (figura 3). El aprovechamiento de los recursos vegetales por las poblaciones locales en México

involucra plantas bajo diferentes formas de manipulación, en relación con esto debe señalarse que diversos estudios de caso han mostrado que el mayor número de especies utilizadas son plantas silvestres. El número de especies bajo alguna forma de manejo incipiente es menor, mientras que las plantas cultivadas constituyen un grupo muy pequeño con respecto a las anteriores (Caballero *et al.*, 1998), por lo que, en este estudio, las plantas cultivadas en huertos ocupan el primer lugar después de las plantas silvestres.

CONCLUSIÓN

Se registraron 45 especies de plantas útiles las cuales corresponden a 38 géneros y 30 familias. El género

y familia mejor representados es Asteraceae y *Pinus*, respectivamente. Probablemente la riqueza de especies utilizadas aumente conforme se intensifique el esfuerzo de muestreo y se entreviste a un número mayor de médicos tradicionales de zonas aledañas, pues las condiciones ecológicas de las comunidades vegetales de los Altos de Chiapas generan una gran diversidad en la flora local, lo que se ve reflejado en el gran número de asentamientos humanos que aprovechan sus recursos desde épocas prehispánicas. Este tipo de estudio es primordial para reafirmar los conocimientos ancestrales de la flora utilizada, y aunque falta abordar esta temática desde otros enfoques, nos ayudan a entender la estrecha relación que los pueblos tienen con las comunidades vegetales donde residen.

LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE U.P. Y L.H.C. ANDRADE, 1998. Etnobotánica del género *Ocimum* L. (Lamiaceae) en las comunidades afrobrasileñas. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 56: 107-118.
- BALICK, M. J. Y COX, P. A. 1996. *Plants, people, and culture: the science of ethnobotany*. Scientific American Library.
- BENÍTEZ B.G., M. PULIDOS S., Y M. EQUIHUA Z., 2004. *Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones*. Instituto de Ecología, A.C., Sistema de Investigación del Golfo de México. Comisión Nacional Forestal. Xalapa, Ver., México.
- CABALLERO N., J., A. CASAS, A., L. CORTÉS Y C. MAPES, 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños*. 16: 181-195.
- DÍAZ-MONTESINOS, M., O. FARRERA-SARMIENTO Y M. ISIDRO-VÁZQUEZ, 2011. Estudio etnobotánico de los principales mercados de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH* 5 (5): 21-42.
- GOODMAN L. 1961. Snowball sampling. *Annals of mathematical statistics* 32:148-170.
- INAFED. 2005. *Pantelho*. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07066a.html> (Consultado el 7 de septiembre de 2015).
- LOT, A. Y F. CHIANG, 1986. *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la flora de México. Departamento de Botánica, Instituto de Biología. UNAM.
- MANZANERO-MEDINA, G., A. FLORES-MARTÍNEZ, E. SANDOVAL-ZAPOTITLA, R. BYE-BOETLER, 2009. Etnobotánica de siete raíces medicinales en el mercado de Sonora de la Ciudad de México. *Polibotánica*. 27: 191-228.
- NIEMBRO, R., A. 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. Edit. Limusa, México, D.F. pp. 21-22.

- POCHETTINO, M. L., M.R. MARTÍNEZ, B. ITTEN, Y M. ZUCARO, 1997.** El uso de plantas medicinales en la atención primaria de la salud: estudio etnobotánico en una población urbana (Pdo. La Plata, Prov. Buenos Aires, Argentina). *Parodiana 10*: 141-152.
- ROMO I. 2000.** *Estructura y condiciones microambientales en bosques perturbados de Los Altos de Chiapas, México.* Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 121 p.
- ROQUE, A.C., L.H. HERNANDEZ, P.M. GORDILLO, A.G. TALAGUARI, C.O. GARCÍA Y D.E. CASTILLEJOS, 2012.** Plantas de uso frecuente en la alimentación y salud en dos localidades de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *LACANDONIA rev. Ciencias UNICACH 6 (2)*: 43-49.
- VÁZQUEZ, P. E., MÉNDEZ, R. M., GUIASCÓN, Ó. G. R. Y PIÑERA, E. J. N. 2006.** Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América, 31*: 491-499.
- VILLASEÑOR, J.L., 1993.** La familia Asteraceae en México. *Revista Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV)*: 117-120.

ANEXO 1. BASE DE DATOS. Siglas usadas BMM= Bosque Mesófilo de Montaña, BQ= Bosque de *Quercus*, BP= Bosque de Pino

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA	FORMA BIOLÓGICA	HÁBITAT	TIPO DE USO	PARTE EMPLEADA	UTILIDAD
Epazote	Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Comestible	Hierba	Huerto	Hervido	Toda	Alimento
Hinojo	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Flores	Cólico
Palma	Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i>	Herramienta	Hierba	Huerto	Barrido	Ramas	Barrer
Sábila	Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe barbadensis</i>	Medicinal	Arbusto	Huerto	Infusión	Hojas	Curar heridas
Ajenjo	Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Dolor de estómago, diarrea
Chicoria	Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i>	Comestible	Hierba	Milpa	Hervido	Toda	Alimento
Lechuga	Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Comestible	Hierba	Comprado	Crudo	Toda	Alimento
Chilchagua	Asteraceae	<i>Tagetes nelsonii</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Dolor de estómago
Joo'sh	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Combustible	Árbol	BMM	Quemado	Madera	Leña
Nabito	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>	Comestible	Hierba	Huerto	Hervido	Raíz	Alimento
Repollo	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i>	Comestible	Hierba	Comprado	Crudo	Toda	Alimento
Mostaza	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp.	Comestible	Hierba	Milpa	Hervido	Toda	Alimento
Maguay morado	Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Calor de estómago
Tzemani	Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i>	Medicinal-Espiritual	Hierba	BMM	Hervido	Hojas	Piedras en el riñón
Cola de borrego	Crassulaceae	<i>Sedum morganiatum</i>	Medicinal	Suculenta colgante	Huerto	Untado	Hojas	Enfermedades oftálmicas
Siempre viva	Crassulaceae	<i>Sedum praealtum</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Untado	Hojas	Fuego labial
Chayote	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Comestible	Trepadora	Milpa	Hervido	Tallo	Alimento
Ciprés	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Espiritual	Árbol	BP	Barrido	Hojas	Barridos espirituales
Cola de caballo	Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i>	Medicinal	Hierba	BMM	Hervido	Hojas	Piedras en el riñón
Chante	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus</i> sp.	Espiritual	Hierba	Ruderal	Barrido	Hojas	Barridos espirituales
Wayal Chish	Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp.	Medicinal	Hierba	BMM	Barrido	Toda	Dolor de piernas
Shinich té	Faboideae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Combustible	Árbol	BMM	Quemado	Madera	Leña
Roble	Fagaceae	<i>Quercus</i> sp.	Combustible	Árbol	BQ	Quemado	Madera	Leña
Geranio	Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.	Ornamental	Hierba	Huerto	Ornamental	Toda	Ornamental
Hierba martina	Lamiaceae	<i>Hyptis verticillata</i>	Espiritual	Hierba	Ruderal	Barrido	Ramas	Barridos espirituales, mal de ojo
Hierbabuena	Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i>	Comestible	Hierba	Huerto	Hervido	Toda	Dolor de estómago, alimento
Albahaca	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Espiritual	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Barridos espirituales
Romero	Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Espiritual	Arbusto	Ruderal	Hervido	Hojas	Barridos espirituales
Granada	Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	Medicinal	Árbol	BMM	Hervido	Cáscara	No abortar

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA	FORMA BIOLÓGICA	HÁBITAT	TIPO DE USO	PARTE EMPLEADA	UTILIDAD
Palo de corazón	Magnoliaceae	<i>Talauma mexicana</i>	Medicinal	Árbol	BMM	Hervido	Hojas	Enfermedades cardíacas
Mavarisco	Malvaceae	<i>Althaea officinalis</i>	Espiritual	Hierba	Ruderal	Barrido	Hojas	Barridos espirituales
Shauk	Oleaceae	<i>Ligustrum</i> sp.	Espiritual	Arbusto	BMM	Barrido	Ramas	Barridos espirituales
Ocote	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Espiritual	Árbol	BP	Quemado	Corteza	Barridos espirituales
Juncia	Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Espiritual	Árbol	BP	Barrido	Hojas	Para aire
Toj	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Espiritual	Hierba	BMM	Hervido	Hojas	Barrer
Hierba santa	Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Medicinal	Arbusto	Huerto	Hervido	Hojas	Cólico
Lengua de toro	Poaceae	<i>Pendiente</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Barrido	Toda	Barridos espirituales
Míspero	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Medicinal	Árbol	Huerto	Hervido	Hojas	Presión alta
Míspero	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Medicinal	Árbol	Huerto	Hervido	Hojas	Presión alta
Cordón de San Francisco	Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Barrido	Hojas	Dolor de estómago
Coralillo	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Gastritis
Ruda	Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Medicinal-Espiritual	Arbusto	Huerto	Machacado	Hojas	Barridos espirituales
Hierba mora	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	Comestible	Hierba	Milpa	Hervido	Toda	Alimento
Sosa	Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	Medicinal	Hierba	Huerto	Hervido	Hojas	Antiséptico
Riñonina	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Medicinal	Hierba	BMM	Hervido	Toda	Dolor de estómago, presión alta
Verbena	Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i>	Medicinal	Hierba	Ruderal	Licuada	Hojas	Cólicos

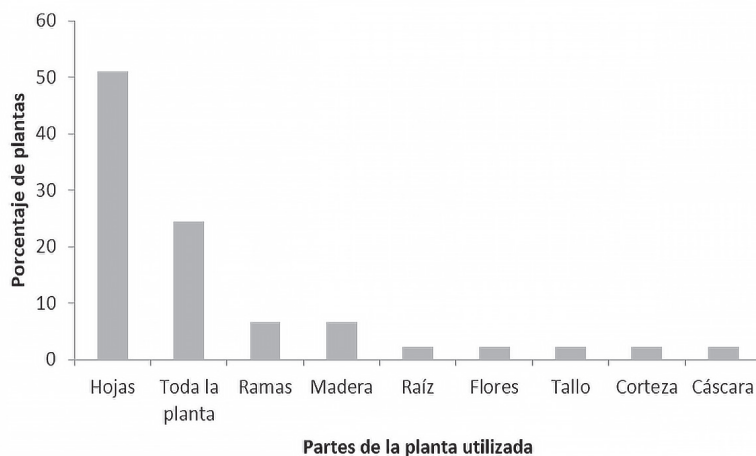


FIGURA 2 Porcentaje de partes que se utilizan de la plantas.

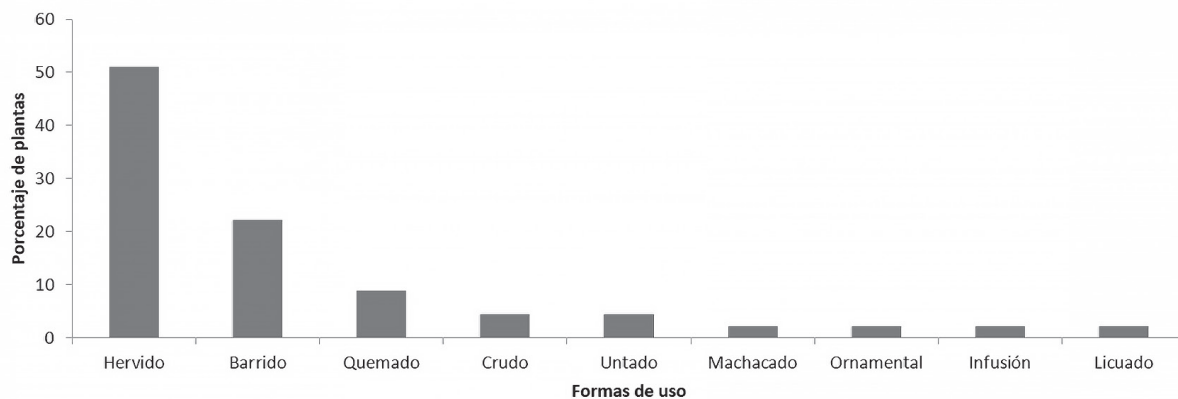


FIGURA 3

Representación del porcentaje de las formas de uso de las plantas utilizadas.

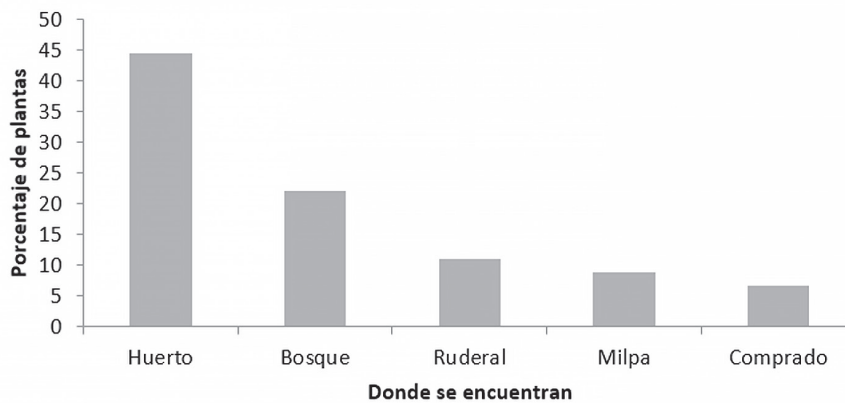


FIGURA 4

Representación del porcentaje de la obtención o localización de las plantas útiles.

Vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Eduardo Palacios Espinosa†

Carlos R. Beutelspacher¹

Obet Sarmiento Cortez¹

¹Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29000, Email: rommelbeu@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió la vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, encontrándose dos tipos de vegetación primaria, la Selva Mediana Subperennifolia y la Selva Baja Caducifolia. Se encontraron 501 especies de plantas vasculares, agrupadas en 357 géneros y 101 familias, de ellas, 12 son pteridofitas y afines, una coniferofita y 489 antofitas, a su vez, 422 son dicotiledóneas y 67 monocotiledóneas. Las familias mejor representadas en cuanto a número de especies son: Fabaceae (61), Asteraceae (46), Poaceae (25), Euphorbiaceae (20), Malvaceae (19), Rubiaceae (18), Acanthaceae (16), Apocynaceae (12), Orchidaceae (12) y Convolvulaceae (11). Se hizo un análisis de las relaciones que guarda la flora del área de estudio con la de Tabasco y la Estación Biológica Los Tuxtlas, Veracruz, por considerarlas representativas de la flora oriental mexicana; con la de Quintana Roo, como muestra de la Península de Yucatán y con la de la Estación Chamela, Jalisco, por su ubicación en la vertiente Pacífica y por su flora occidental mexicana. Para esta comparación se utilizó el Índice de Similitud de Sorensen ISs. En cuanto a las formas biológicas de las especies presentes, existen 169 especies de árboles, 75 arbustos, 198 son hierbas, 47 bejucos (herbáceas trepadoras) y 12 epífitas.

Palabras clave: vegetación, flora, El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

ABSTRACT

There was studied the vegetation and Flora of the Ecological and Recreative Park The Zapotal in Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico, being two types of primary vegetation, the Subtropical dry forest and Tropical Deciduous Forest. They found 501 species of vascular plants, grouped in 357 genera and 101 families, of them, 12 are Pteridofitas and allied, a Coniferofita and 489 Antofitas, in turn, 422 are Dicotiledóneas and 67 Monocotiledóneas. The families better represented as for number of species are: Fabaceae (61), Asteraceae (46), Poaceae (25), Euphorbiaceae (20), Malvaceae (19), Rubiaceae (18), Acanthaceae (16), Apocynaceae (12), Orchidaceae (12) and Convolvulaceae (11). Was made an analysis of the relationships that keeps the flora of the area of study with the one of Tabasco and the station biological Los Tuxtlas, Veracruz, as representative of the Eastern Mexican flora; with the Quintana Roo, as a sign of the Yucatán Peninsula, with the of the chamela biological station, Jalisco, by its location on the Pacific slope and its Mexican Western flora. The ISs Sorensen similarity index was used for this comparison. In terms of biological forms of the species present, 169 species of trees, bushes 75, 198 are herbs, 47 (herbaceous vines) vines and epiphytes 12.

Key words: vegetation, flora, The Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Al revisar la literatura sobre la flora regional en Chiapas, para su actualización, encontramos el interesante y completo trabajo de tesis de Eduardo Palacios Luna (fallecido el 18 de mayo del 2005), sobre la vegetación y Flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, el cual permanecía inédito, por lo que, con la autorización de la bióloga Teresa Cabrera Cachón, viuda de Palacios, se

acordó que sería interesante actualizar la nomenclatura botánica del citado trabajo. La literatura citada, aparte de rehacer los mapas y gráficas, a fin de poderlo publicar, lo cual hacemos ahora, esperando que esta contribución de Eduardo, sea de interés para la comunidad científica y un pequeño homenaje para el primer autor.

El Parque Ecológico Recreativo, El Zapotal, está ubicado al SE de Tuxtla Gutiérrez Chiapas; es un Área Natural Protegida por decreto del gobierno del estado en 1980. Su superficie es de 10 has, más 92 decretadas en

1990 como zona de amortiguamiento. Se localiza entre los 16° 43' 02'' y 16° 43' 40'' de latitud norte, y entre los 93° 05' 33'' y 93° 06' 08'' de longitud oeste. La altitud de su territorio varía desde 600 hasta 850 msnm. Incluye en su extensión al Parque Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZOOMAT); hecho que ha reforzado en gran medida la conservación de sus recursos vegetales. Se reconocieron dos tipos de vegetación primaria: la Selva Mediana Subperennifolia y la Selva Baja Caducifolia, además hay formaciones Sabanoides y otras asociaciones secundarias.

Considerando que uno de los objetivos de la creación de la reserva es el de conservar la flora y fauna características de la región, y teniendo en cuenta que hasta la fecha, si bien se han realizado intentos, no existe un estudio de su vegetación, ni un inventario florístico. Se ha pretendido con el desarrollo de este trabajo llenar en parte ese vacío de información y colaborar así al mejor conocimiento de los recursos naturales de la zona.

Al respecto, cabe destacar la importancia que se reconoce en los últimos años a las investigaciones tendientes al inventario de recursos bióticos tropicales, debido en parte a la diversidad biológica que albergan los ecosistemas del trópico, a la gran presión antropogénica que sufren y al poco conocimiento que de ellos se tiene (Campbell, 1989).

Las investigaciones sin ecológicas e inventarios florísticos son así, condición indispensable para una mejor planeación y logro de los objetivos de las acciones de conservación. En este sentido, dada su condición de área natural protegida, la información precisa sobre la identidad de las plantas facilitará la realización de estudios posteriores que repercutirán en un mejor entendimiento de la dinámica de las comunidades vegetales y el buen manejo de la reserva.

Finalmente y bajo estas consideraciones, la Depresión Central de Chiapas es una de las regiones con mayor presión humana, y paradójicamente, menos estudiada desde el punto de vista botánico (Sousa, com. Pers., Reyes-García y Sousa, 1997), quizá por predominar en ella un tipo de vegetación poco exuberante como es la Selva Baja Caducifolia (Miranda, 1952; Rzedowski, 1983), aunque en contraparte es uno de los ecosistemas con mayor diversidad florística en el país (Rzedowski, 1991; Breedlove, 1981), razones que hace más que necesario y urgente su estudio.

ANTECEDENTES

El Zapotal sin duda ha representado una zona muy importante para los habitantes de la región. Los pobladores zoques de los terrenos que ahora forman parte del mu-

nicipio de Tuxtla Gutiérrez encontraban ahí una fuente de recursos vegetales a los que la vida cultural de esta etnia se encuentra muy ligada. Por lo que seguramente este macizo forestal ha sido desde tiempos prehispánicos una reserva natural, aunque esto no se haya podido documentar en el presente trabajo, las evidencias posteriores parecen indicarlo así.

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ubicación geográfica

El Parque Ecológico El Zapotal se localiza dos km al SE de Tuxtla Gutiérrez, a los 16° 43' de Lat. N y 03° 06' de Long. O. Fisiográficamente es parte de la elevación conocida como Meseta de Copoya, incluida en la Depresión de Chiapas (Müllerried, 1957). Su rango altitudinal va desde los 600 hasta los 850 msnm, ocupando el declive norte y parte de la mesa en sus niveles más altos (figura 1). La superficie total de la reserva es de 102 has, 15 áreas y 45 centiáreas.

Las colindancias de la reserva son: al norte con el ejido Francisco I. Madero; al sur con propiedad de Humberto y David Gómez; al oriente con pequeñas propiedades de Francisco Guillén Álvarez, Flor de Genero Chandoquí, Amado López, Trinidad Sánchez López y el CERESO N° 1; al poniente con el ejido Francisco I. Madero.

Geología

La Mesa de Copoya se caracteriza por los afloramientos de capas marinas del Terciario Inferior que yacen sobre el complejo basal de edad Precámbrica y Paleozoica. El declive norte posee rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del Eoceno, destacando las limonitas con areniscas, mientras que en la Mesa y parte sur de la misma dominan las calizas sedimentarias del Oligoceno. Estas últimas pueden observarse al sur de la Meseta en forma de bancos más o menos horizontales que se exponen en una pared casi vertical de aproximadamente 20 m de altura media (Müllerried, 1957; INEGI, 1985). Las evidencias fósiles que se han recolectado en la región, son corales del Terciario, dientes de tiburón y corteza vegetal subfosilizada del Eoceno.

Topografía

Para efectos del presente trabajo, se distinguen cuatro zonas de relieve característico en los terrenos del parque: a). El Declive Norte, que comprende más o menos las dos terceras partes de su territorio con orientación NO y suaves pendientes que varían desde 12 hasta 30%, entre los 600 y los 740 msnm, con afloramientos de roca caliza

y pedregosidad variables; *b*). El Peñasco, que incluye los terrenos de fuerte pendiente por arriba de los 750 msnm con pendiente mayor al 50 % e incluso sobrepasando el 100 % en algunos puntos hacia los 760-780 msnm, altitud a la que se levanta un farallón vertical desde 10 hasta 20 m que delimita la mesa propiamente dicha, ahí los terrenos son cada vez más pedregosos, destacando la presencia de grandes monolitos calizos. La pared de estratos sedimentarios es menos alta hacia el E donde casi desaparece y emerge en forma creciente con dirección E-SO donde alcanza casi los 20 m de altura. Esta zona representa una

angosta franja de transición hacia las tierras de la Mesa que se ubican por arriba de los 800 de altitud comprendiendo casi una tercera parte del territorio protegido; *c*).- Terrenos de la Mesa al sureste del Parque, con este nombre se distingue una zona comprendida entre los 800 y 840 m de altitud que presenta muy poca pendiente, 0-15 % pero con alta pedregosidad; *d*).- El Cerro, se denomina así a una elevación que sobrepasa escasamente los 850 msnm, delimitado perfectamente por los cauces de dos arroyos temporales, también con exposición del estrato rocoso y que representa el extremo suroeste del Zapotal (figura 2).

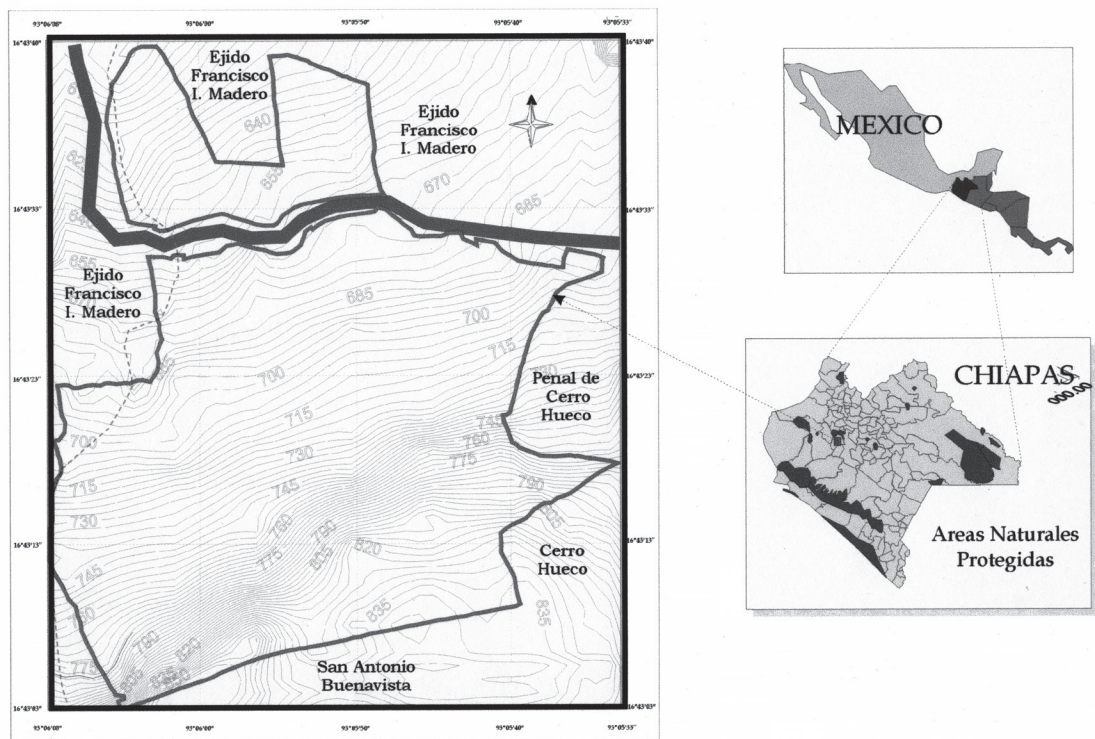


FIGURA 1

Delimitación geográfica del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

EDAFOLOGÍA

Respecto a los suelos, la unidad edafológica dominante en el declive norte de la reserva es el regosol calcárico, con feozem háplico y litosol, de texturas medias. En la zona escarpada que marca el límite norte de la Mesa se encuentra el litosol con rendzinas y luvisol crómico en proporciones menores: todos ellos de texturas medias (INEGI, 1985). Estos suelos tienen como factor común su edad geológica

reciente, por lo que se encuentran poco desarrollados y poseen gran cantidad de materia orgánica acumulada, sin que sus horizontes se encuentren diferenciados.

Mediante el análisis de las muestras recogidas en campo durante el desarrollo del presente trabajo, encontramos que de acuerdo a su textura en el declive norte, predominan los suelos francos limosos y arcillo-limosos, y en la Mesa se encuentran los suelos francos a arcillo-arenosos: todos alcalinos.

CLIMA

Cardoso (1979), basado en la información de 36 años, menciona que el clima de la región de Tuxtla Gutiérrez, corresponde al tipo Cálido Subhúmedo, con lluvias de verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, presentando una temporada corta de menos lluvia (canícula o sequía intraestival) en la mitad del periodo lluvioso; siendo el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, con poca oscilación térmica y el mes más caliente está antes del solsticio de verano; los vientos dominantes provienen del NO, correspondiendo a la fórmula $Aw''(w)(i'')g$ de la clasificación de Koeppen, modificada por García (1998).

La precipitación total anual es de 948.2 mm y la temperatura media es de 24.7°C, con vientos dominantes del NO.

En este trabajo se han analizado datos utilizables de 16 años a partir de 1971, y no se observan diferencias significativas (figura 3), como puede corroborarse con los datos de la tabla 1.

ESTACIÓN HIDROMÉTICA B
 45'' Lat. N
 UBICACIÓN: TUXTLA GUTIÉRREZ 9
 07'' Long. O
 ALTITUD 536 msnm

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T.A
T °C	22.05	22.58	25.13	27.09	28.19	26.68	26.02	25.98	25.65	24.81	23.98	22.38	25.03
P	0.81	0.16	2.31	11.78	96.48	181.7	171.1	197.4	213.9	55.60	10.93	2.53	944.9

TABLA 1 Marcha de la temperatura media y precipitación mensual.

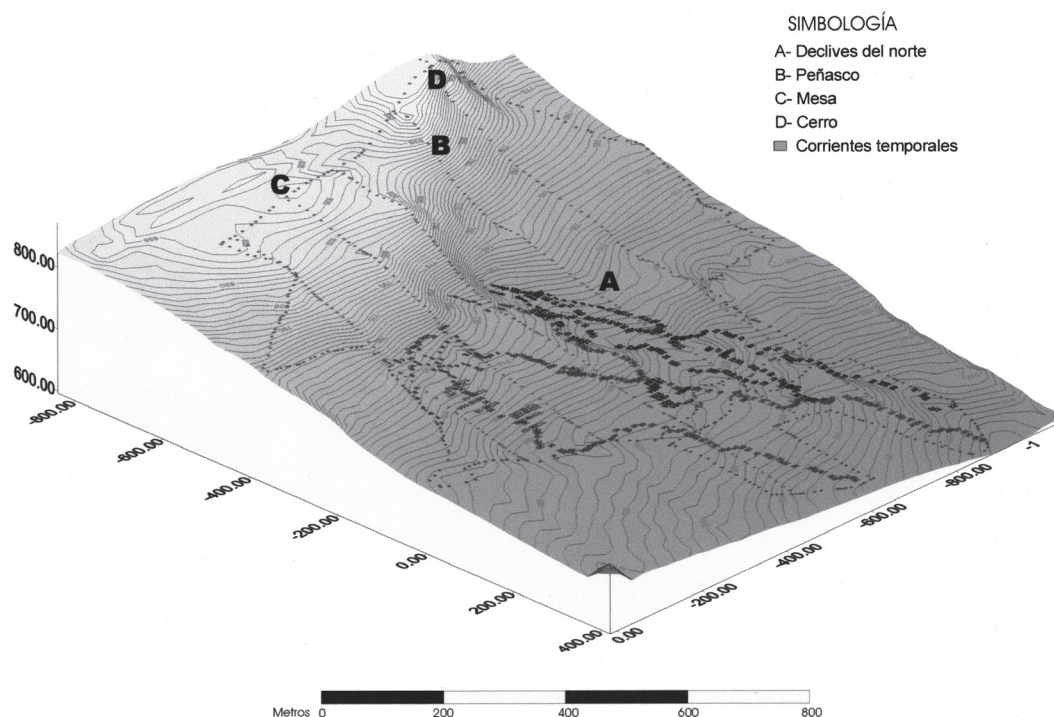


FIGURA 2 Perfil hidrológico y zonas de relieve del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal.

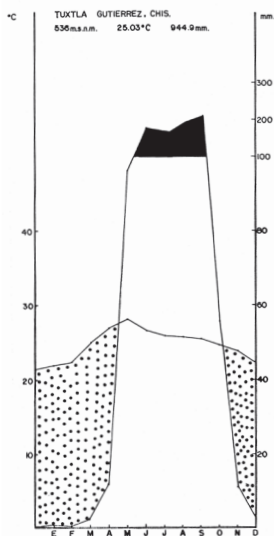


FIGURA 3

Diagrama ombrotérmico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Cardoso (1979) también menciona que por la poca extensión latitudinal del estado, ésta no es significativa para la distribución de la temperatura, y que en cambio la altitud tiene mayor influencia. Por lo que de acuerdo al gradiente térmico de la región, las partes más altas de la reserva deben tener una temperatura media anual cercana a los 23.6°C. Además, la topografía y la existencia de manantiales que forman pequeñas corrientes deben incrementar la humedad relativa, influyendo ambos fenómenos sobre el microclima, como ha sido demostrado en otros lugares (Barradas y Fanjul, 1985; Barradas, 1989).

HIDROGRAFÍA

La Mesa de Copoya, por su relieve prácticamente plano, carece de escurrimiento o corrientes superficiales de importancia. Los ríos y arroyos principales que circundan a esta elevación son: al N el río Sabinal, al S el río Suchiapa, al E y NE el río Grijalva, y al O y SO el arroyo Sabinal, afluente del río Suchiapa. En realidad, por la distancia y altitud a la que corren estos ríos tiene escasa o nula influencia sobre la meseta y más bien son receptores de las corrientes temporales que se forman durante la época lluviosa. En los terrenos de la reserva, al pie del peñasco nacen varios manantiales que son causantes en gran medida de la mayor humedad que se presenta en esta parte del municipio de Tuxtla (figura 4). Tales manantiales se forman por la filtración del agua en el terreno cárstico que caracteriza a la Mesa y que aflora más abajo. En la

actualidad se observa una disminución en el número y permanencia de esas corrientes como resultado de la deforestación que se presenta en los terrenos más altos fuera de la reserva. El límite oeste y suroeste del parque coincide en su mayor parte con el hecho del mayor arroyo de temporal que escurre en la zona con dirección sur a norte.



FIGURA 4

Uno de los arroyos que irrigan El Zapotal en época de lluvias.

VEGETACIÓN

La vegetación del parque (figura 5), corresponde a los dos tipos más frecuentes en la Depresión Central, que fueron llamados por Miranda (1952), Selva Alta o Mediana Subdecidua y Selva Baja Decidua; después, Miranda y Hernández X. (1963), les nombraron Selva Mediana Subperennifolia y Selva Baja Caducifolia, respectivamente. Rzedowski (1983), los clasifica como Bosque Tropical

Subcaducifolio y Bosque Tropical Caducifolio; posteriormente, Breedlove (1981), los describe con el nombre de Tropical Seasonal Forest y Tropical Deciduous Forest.

En 1985, Baker (*op. cit.*), estudió brevemente la vegetación con los objetivos de determinar los habitats presentes en la reserva, la composición y su distribución, así como proveer un soporte de información sobre la vegetación a las investigaciones de fauna, y registra la existencia de tres tipos: Semi-evergreen Forest, que alcanza alturas de

casi 30 m, con dos asociaciones, el bosque dominado por Sapotaceae (sic), Zapote Forest, y el *Bursera* Forest. El segundo es el Low Deciduous Woodland, El tercer tipo corresponde al *Acacia* Scrub, con alturas por debajo de los 10 m, que según el mismo autor domina la parte plana más alta de la reserva.

A continuación se presenta una tabla de equivalencias y correspondencia entre las diferentes nomenclaturas empleadas según los sistemas citados.

MIRANDA, 1952	MIRANDA Y HERNANDEZ X., 1963.	RZEDOWSKI, 1978.	BREEDLOVE, 1981.	BAKER, 1985.
Selva Alta Subdecidua	Selva Alta o Mediana Subperennifolia	Bosque Tropical subcaducifolio	Tropical Seasonal Forest	Semi-evergreen Forest
Selva Baja Decidua	Selva Baja Caducifolia	Bosque Tropical Caducifolio	Tropical Deciduous Forest	Low Deciduous Woodland. Acacia Scrub
Sabana	Sabana	Pastizal	Short Tree Sabana	Acacia Scrub

TABLA 2

Correspondencia entre la nomenclatura de los tipos de vegetación presentes en la reserva, según diferentes sistemas de clasificación.

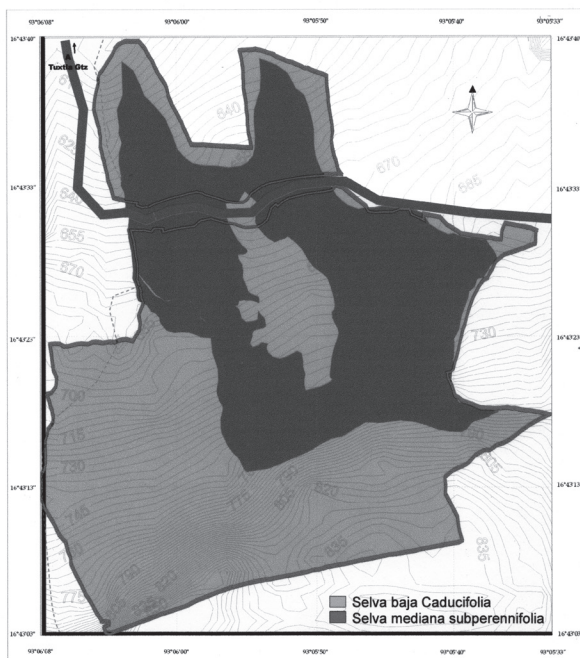


FIGURA 5

Tipos de vegetación existentes en el Parque Ecológico El Zapotal.

METODOLOGÍA

Para la realización del presente estudio se dividieron las actividades, según su naturaleza, en tres aspectos: aquellas relativas al estudio del ambiente físico, la flora y la vegetación.

CLIMA Y SUELOS

Con la finalidad de corroborar la información vertida en la literatura respecto al clima y suelos en particular, y en menor grado la edad geológica de los estratos superficiales, se realizaron revisiones y muestreos de campo. En el caso del clima se revisaron datos de 16 años de la estación Tuxtla Gutiérrez, administrada por CFE, que es latitudinalmente, la más cercana al sitio de estudio.

Para los suelos, se hicieron muestreos de acuerdo con el instructivo para la toma de muestras de suelo de la Dirección General de Agricultura del estado de Veracruz, DGACV (1981), a lo largo de un transecto altitudinal eligiendo los sitios de muestro según la ubicación de las diferentes unidades de la FAO-UNESCO, vertidas en la carta edafológica 1:50,000 de INEGI (1984). En casa punto se trató de obtener más de una muestra cuando fisinómicamente se observaban diferencias significativas en la comunidades vegetales representadas. Las muestras

fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería para su respectivo análisis.

Para precisar la edad geológica del sitio, se recogieron muestras aflorantes durante los recorridos de campo, mismas que fueron remitidas al IHN, donde el biólogo J. Avendaño Gil, responsable de la Colección Paleontológica se encargó de catalogarlas y determinar su afinidad estratigráfica por comparación con piezas previamente fechadas.

VEGETACIÓN

Para el análisis de las formaciones vegetales se siguió el método propuesto por Miranda *et al.* (1967), con algunas adecuaciones para las necesidades específicas de este trabajo.

Contrario a lo que sucede en la mayoría de los estudios de vegetación, donde se realizan los muestreos y

normalmente se envían los ejemplares para su identificación, aquí se invirtió en gran medida el proceso, pues el estudio de vegetación se realizó hasta que se tuvo un conocimiento suficiente de la composición florística de las comunidades bajo estudio, para poder identificar *in situ* las especies en las unidades de muestreo, lo cual es recomendable (Gómez-Pompa *et al.*, 1964). De acuerdo con Caín (1938), se determinó el área mínima de muestreo, para definir el tamaño de los cuadrantes o parcelas a estudiar. Estos se establecieron, hasta donde fue posible, a intervalos de 50 m, a lo largo de un transecto en banda orientado de norte a sur, en sentido de la inclinación dominante del terreno, desde los 630 hasta los 850 msnm (figura 6). De esta forma se trazaron 16 cuadrantes de 400 m² que representan una superficie total de 6, 400 m².

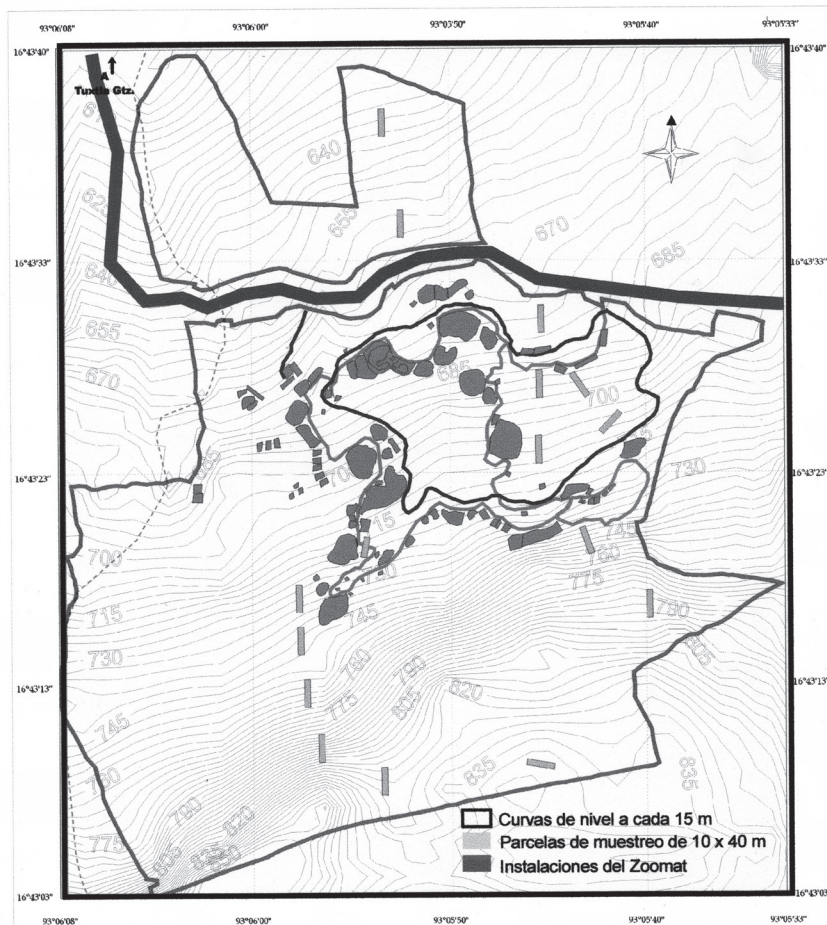


FIGURA 6

Mapa topográfico y ubicación de sitios de muestreo en el Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal.

Cada unidad de muestreo fue trazada de 10 por 40 m y delimitada por estacas y cuerda. En cada cuadrante se tomaron datos del ambiente físico como son el suelo, topografía, inclinación, % de pedregosidad, y exposición. En la Selva Mediana se registraron todas las plantas con diámetro a la altura del pecho (dap) superior a los 5 cm, y en las comunidades de Selva Baja Caducifolia a partir de los 3 cm de dap. Para cada individuo registrado se midió su altura, dap, cobertura y se anotaron datos sobre su fenología. Esta información se vació en una matriz y además se mapeó la ubicación de los individuos en cada cuadrante para facilitar la posterior elaboración de los perfiles de vegetación

Con los datos obtenidos se calculó el área basal de cada especie, la densidad, densidad relativa, dominancia, dominancia relativa, frecuencia relativa, y su valor de importancia, de acuerdo con Franco *et al.* (1985); y Kaputska (1986).

EL área basal se calculó a partir de los datos de circunferencia y dap tomados en el campo para cada individuo registrado bajo los criterios ya mencionados. La fórmula es:

$$AB = \pi r^2$$

La densidad es el número de individuos de una especie por unidad de área y se calculó con el siguiente procedimiento:

$$DENSIDAD = \frac{\text{Número de individuos de la especie } x}{(\text{Área muestreada}) (\text{Unidad de área})}$$

La densidad relativa es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies:

$$DENSIDAD RELATIVA = \frac{(\text{Densidad de la especie } x) \times (100)}{(\text{Densidad total})}$$

La dominancia es la cobertura de todos los individuos de una especie medida en unidades de superficie:

$$DOMINANCIA = \frac{\text{Área basal total de la especie}}{(\text{Área muestreada})(\text{Unidad de área})}$$

La dominancia relativa es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies consideradas.

$$DOMINANCIA RELATIVA = \frac{(\text{Dominancia de la especie } x) \times (100)}{(\text{Dominancia total})}$$

La frecuencia es el número de muestras en las que aparecen una especie, en relación al número total de cuadrantes muestreados.

$$FRECUENCIA = \frac{(\text{N cuadrantes con la especie } x)}{(\text{Total de cuadrantes muestreados})}$$

La frecuencia relativa es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies, y fue calculada con la fórmula:

$$FRECUENCIA RELATIVA = \frac{(\text{Frecuencia de la especie } x) \times 100}{(\text{Frecuencia total})}$$

Para conocer el grado de influencia que las diferentes especies registradas tienen en la comunidad, se calculó el valor de importancia, el cual se define como la sumatoria de los valores correspondientes a la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa.

$$\text{VALOR DE IMPORTANCIA} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa.}$$

FLORA

Considerando que para cualquier estudio florístico el programa de recolecciones debe abarcar por lo menos un año, con el fin de detectar a las especies que florecen y fructifican en las distintas estaciones se realizaron salidas a campo con un intervalo mínimo de quince días, haciendo un total de 95 visitas durante el desarrollo del proyecto. El tiempo efectivo empleado en él, es de aproximadamente dos años y medio.

Durante los recorridos de campo, efectuados al azar, es decir, sin una ruta preconcebida, se recolectaron muestras de árboles, arbustos y herbáceas en floración o con frutos. La mayoría de las colectas estuvo integrada por tres ejemplares, y en los casos que la abundancia de material lo permitió se hicieron por tetra o quintuplicado; salvo en algunos casos, se recolectó solo un ejemplar. La recolección y procesamiento del material se realizó de acuerdo con las técnicas estándares de recolección y preparación de ejemplares botánicos para herbario (Benson, 1979; Lot y Chiang, 1986). Hasta donde fue posible la información para cada colecta se concentró utilizando la etiqueta general del Herbario CHIP. Duplicados de estas colectas están depositados en el Herbario Nacional (MEXU), en el Herbario del Instituto de Ecología (XAL), en el Herbario de la Facultad de Biología de Xalapa, Veracruz (XALU) y en el Herbario de la Aca-

demia de Ciencias de California (CAS), principalmente. La colección completa se encuentra en el Herbario del Instituto de Historia Natural (CHIP). Por otra parte, para la actualización de la nomenclatura, se consultaron los tomos publicados de la Flora Mesoamericana, así como el trabajo de Mickel y Smith (2004), aparte de las páginas www.tropicos.org/ y www.theplantlist.org/

RESULTADOS

Vegetación

Con base en la metodología descrita se estableció el área mínima de muestreo que resultó ser de 280 m² y esta se incrementó a 400 m², para reducir márgenes de error y también para facilitar el trazo de los cuadrantes. En total se estudiaron nueve parcelas de 10 x 40 m que suman 3,600 m² para la Selva Mediana Subperennifolia, y siete que hacen 2800 m² para la Selva Baja Caducifolia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se reconocen dos tipos de vegetación primaria en la reserva: Selva Mediana Subperennifolia y Selva Baja Caducifolia, según la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963); además de algunas asociaciones de tipo secundario que se describen solo cualitativamente ya que no fue objetivo del presente estudio su análisis cuantitativo.

Selva mediana subperennifolia

La Selva Mediana Subperennifolia (figura 7) encuadra muy bien con la descrita por Miranda (1952), como Selva Alta Subdecidua para la región de la Depresión Central; y también con la que hacen Téllez y Sousa (1982), para el estado de Quintana Roo; así como con la descripción que para este tipo de ecosistema hace Rzedowski (1983), bajo el nombre de Bosque Tropical Subcaducifolio, refiriéndose a México en general.

La vegetación alcanza una altura desde 25 hasta 30 m, presenta un 63 % de elementos perennifolios, distribuidos en proporciones similares en los diferentes estratos. El tamaño foliar de las especies dominantes corresponde a la categoría de mesofilia de Raunkaier. Los suelos a los que se asocia son regosoles y regosol-feozem, de colores pardo claro a pardo oscuro con clasificación textural de migajón limoso, francos y migajón arcilloso, alcalinos con p^H desde 8.0 hasta 8.2 en extracto, y los cationes intercambiables más abundantes son Ca y Mg, con un porcentaje de materia orgánica desde 4.9 hasta 6.6. El afloramiento de rocas se da sobre todo al pie de la meseta y en menor grado en algunas zonas del declive.

El diámetro de los árboles en promedio supera los 30 cm, existiendo individuos de gran talla con diámetros

desde 1 hasta 2 m o más. El área basal que alcanzan las especies es de 86.87 m²/ha, que es superior al reportado para otras zonas con vegetación similar (Bachem y Rojas, 1994). Se observa una marca sobreexposición de las copas, que resulta en una cobertura del 309 % de la superficie muestreada.



FIGURA 7

Selva Mediana Subperennifolia, en primer plano *Brosimum alicastrum* y atrás *Astrotium graveolens*.

Estructura vertical (estratificación) de la selva mediana subperennifolia

En la figura 8, se presentan las alturas máximas alcanzadas por las diferentes especies censadas contra una secuencia jerárquica de especies, es decir, de las de mayor altura a las más bajas; siguiendo el criterio manejado por Meave (1990), para definir la estratificación de los componentes, el cual, según el mismo autor, no deja de ser artificial (figura 10).

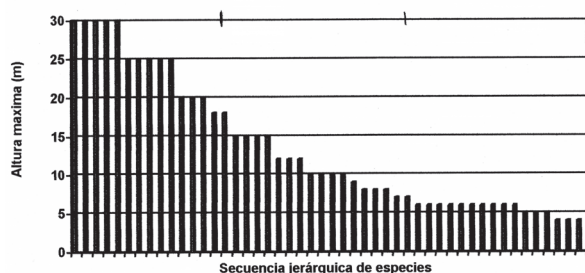


FIGURA 8

Altura máxima de las especies registradas en este estudio para la Selva Mediana Subperennifolia, en orden decreciente.

Se registraron y midieron 244 árboles y arbustos con dap de más de 5 cm, y se definen tres estratos en la vegetación leñosa. El primer estrato representado por los arbustos, pequeños árboles y árboles jóvenes de renuevo de las especies dominantes, que va desde los 4 hasta 6.9 m. El segundo, denominado estrato arbóreo inferior que agrupa a las especies con alturas desde 7 hasta 15 m. El tercero o estrato arbóreo superior (figura 11) que va desde 15.1 hasta 25 m. Un último grupo es el representado por las eminencias del estrato superior que alcanzan alturas hasta de 30 m pero que no forman propiamente un estrato, a juzgar por su densidad.

Esta estratificación, así definida, coincide básicamente con la que hacen los autores ya mencionados para este mismo tipo de vegetación.

Se registraron 13 especies de árboles que alcanzan alturas desde 18 hasta 25 m, las cuales forman el estrato arbóreo superior, y se presenta ordenados según su valor de importancia (tabla III)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Diospyros nigra</i>	Zapote negro	Perennifolio
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Perennifolio
<i>Brosimum alicastrum</i>	Mojú	Perennifolio
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Caducifolio
<i>Aphanante monoica</i>	Conserva	Perennifolio
<i>Styrax argenteus</i>	Chucamay	Perennifolio
<i>Zuelania guidonia</i>	Paragüita	Caducifolio
<i>Astronium graveolens</i>	Jocotillo	Caducifolio
<i>Ficus maxima</i>	Amate	Perennifolio
<i>Beilschiedia riparia</i>	Guaquemico	Perennifolio
<i>Trichilia havanensis</i>	Cucharita	Perennifolio
<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	Caducifolio

TABLA 3

Especies de árboles del estrato arbóreo superior.

El mango *Mangifera indica*, cae dentro de este grupo de especies pero por tratarse de una especie exótica, con baja frecuencia e igual densidad. Se elimina adrede del análisis general de la vegetación, aun cuando en algunas zonas del parque es abundante.



FIGURA 9

Manilkara zapota, el chicozapote, una de las especies codominantes del estrato arbóreo superior.

En el estrato medio, desde 7 hasta 15 m, las especies registradas fueron 17 las cuales son enlistadas en orden de importancia (tabla IV)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Daphnopsis americana</i>	Talismecate	Perennifolio
<i>Trophis racemosa</i>	Ramón colorado	Perennifolio
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Caducifolio
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	Caducifolio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Annona purpurea</i>	Chincuya	Caducifolio
<i>Semialarium mexicanum</i>	Piojo	Perennifolio
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Caducifolio
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba, pochota	Caducifolio
<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	Perennifolio
<i>Rogiera stenosphon</i>	Cangrejo	Perennifolio
<i>Ardisia escallonioides</i>	Huitumbillo	Perennifolio
<i>Diphysa americana</i>	Guachipilín	Caducifolio
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guajpó	Caducifolio
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito, cimarrón	Perennifolio
<i>Leucaena esculenta</i>	Guash colorado	Perennifolio
<i>Ehretia tinifolia</i>	Nambimbo	Perennifolio
<i>Piper aduncum</i>	Pimientilla	Perennifolio

TABLA 4

Especies que forman el estrato medio de la Selva Mediana Subperennifolia.

Las 21 especies que forman el estrato arbustivo o bajo, representadas por auténticos arbustos y pequeños árboles, considerando entre los 4-6.9 m de altura, son las siguientes (tabla V):

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Koanophyllum albicaulis</i>	Siete pellejos	Perennifolio
<i>Piper amalago</i>	Hierba satilla	Perennifolio
<i>Annona reticulata</i>	Anona	Caducifolio
<i>Urera baccifera</i>	Chichicaste	Caducifolio
<i>Simarouba amara</i>	Aceituna	Perennifolio
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta	Perennifolio
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Carnero	Perennifolio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Calyptanthus chiapensis</i>	Pimienta	Perennifolio
<i>Myriocarpa longipes</i>	Palo de pólvora	Caducifolio
<i>Randia</i> aff. <i>aculeata</i>	Maluco de montaña	Caducifolio
<i>Cordia</i> sp.		Caducifolio
<i>Piper martensianum</i>	Hierbasatilla	Perennifolio
<i>Neopringlea viscosa</i>	Palo de chachalaca	Caducifolio
<i>Trichilia hirta</i>	Napahuite	Caducifolio
<i>Eugenia yunckeri</i>	Chasá	Perennifolio
<i>Vachellia pringlei</i>	Guamúchil	Perennifolio
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo de brujo	Caducifolio
<i>Acalypha villosa</i>		Perennifolio
<i>Quadrella lundellii</i>		Perennifolio
<i>Crittonia morifolia</i>	Palo de agua	Perennifolio
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuaulote	Perennifolio

TABLA 5

Especies que forman el estrato arbustivo o bajo de la Selva Mediana Subperennifolia.

En el estrato herbáceo de la Selva Mediana Subperennifolia, predominan *Adiantum tenerum*, *Pteris grandifolia*, *Thelypteris hispidula*, *Thelypteris ovata* var. *lindheimeri*, *Ruellia breedlovei*, *Barleria oenotheroides*, *Olyra latifolia*, y numerosas plántulas de las especies arbóreas dominantes, entre ellas *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Diospyros nigra*.

Descripción de las asociaciones de la Selva Mediana subperennifolia

Es conveniente aclarar que, como ya lo analizara Rzedowski (1983) y Miranda (1952), existe gran variación en las comunidades de este tipo de vegetación, pues según varíe la exposición y la topografía, cambian las especies presentes y la estructura de las asociaciones; por eso a continuación se describen las principales asociaciones encontradas, y se presenta un perfil de cada cuadrante estudiado.

Cada asociación se presenta acompañada del nombre común de sus especies dominantes para facilitar el manejo y cita de esta información para investigadores que no estén familiarizados con la nomenclatura botánica.

Asociación *Manilkara-Brosimum* (Selva de Zapote colorado y Mojú)

El cuadrante se trazó cerca del extremo norte del parque, en sentido de la pendiente, el terreno tiene un suave declive de topografía regular, y altitud de 650 msnm, con exposición de N e irrigado superficialmente por una corriente de temporal que ha formado una capa calcárea.

La comunidad tiene una altura máxima de 20 m, destacando por su dominancia *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Daphnopsis americana*, que es además muy frecuente, *Diospyros nigra* y *Cedrela odorata*. Entre las especies del estrato medio figuran *Zuelania guidonia*, *Daphnopsis americana*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Semialarium mexicanum*, *Trophis racemosa*, *Piper aduncum*, *Bursera simaruba*, *Styrax argenteus*, *Cecropia peltata*, *Leucaena esculenta* y *Alvaradoa amorphoides*. El estrato bajo lo forman árboles jóvenes de las especies ya mencionadas y otras como *Coccoloba barbadensis*, *Trichilia havanensis*, *Acrocomia aculeata*, *Spondias purpurea*, *Piper amalago*, *Bocconia arborea*, *Simarouba amara*, *Vachellia collinsii*, *Annona reticulata*, *Astronium graveolens*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylosma flexuosa*, *Ficus aurea*, *Randia armata* y *Koanophyllon albicaulis*. El estrato herbáceo es pobre, pero son abundantes las plantas de *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *C. Barbadensis*, y algunas herbáceas verdaderas como *Croton ciliatoglandulosus* y el helecho *Thelypteris hispidula* (figura 10).

Asociación *Ficus-Cedrela* (Selva de Amate y Cedro)

Esta se presenta alrededor de las oficinas centrales, donde son frecuentes los amates. El cuadrante se ubicó al SE de estos edificios, trazado en dirección de la pendiente con exposición NO, el terreno es de relieve regular con ligera pendiente, que abarca un rango altitudinal desde

700 hasta 710 msnm, el suelo es regosol calcárico, con abundante materia orgánica superficial.

La comunidad tiene un dosel cerrado, con altura desde 20 hasta 25 m y eminencias de 30 m. Las especies dominantes en el estrato arbóreo superior son *Ficus maxima*, *Cedrela odorata*, *Diospyros nigra* y *Trichilia havanensis*. En el estrato medio predominan *Styrax argenteus*, *Manilkara zapota*, *Ehretia tinifolia*, ejemplares jóvenes de *Diospyros nigra*, y *Cordia alliodora*, los individuos del estrato arbóreo bajo son renuevos de *Aphanante monoica*, *Simarouba amara*, *Astronium graveolens*, *Zuelania guidonia* y el arbusto *Crittonia morifolia*. El sotobosque es bastante limpio con una manifiesta ausencia de elementos herbáceos y por el contrario gran abundancia de plantas menores de 4 m de *Brosimum alicastrum*, *Aphanante monoica*, *Manilkara zapota*, *Chrysophyllum mexicanum*, el arbusto *Cnidocolus aconitifolius* (figura 11).

Por sus características se trata de una comunidad poco diversa y al parecer bastante madura, pues en este punto se ubicaron árboles de gran talla de las especies que resultan ser las dominantes de este tipo de vegetación, refiriéndonos al parque en general.

Asociación *Brosimum-Aphanante* (Selva de Mojú y Conserva)

El cuadrante se trazó al E de encierro del tapir en sentido de la pendiente, en terreno de topografía irregular con suelo bastante rocoso, con 25° (55 %) de inclinación y exposición N.

Esta asociación alcanza una altura de 25 m, con eminencias de 30 m, se observa solo dos estratos en las especies leñosas, en su composición dominan *Brosimum alicastrum* y *Aphanante monoica*, en el estrato arbóreo superior o dosel, acompañados de *Astronium graveolens* y *Manilkara zapota*; en el estrato bajo se encuentra *Piper amalago*, *Urera baccifera*, *Koanophyllon albicaulis*, *Calyptanthus chiapensis*, *Myriocarpa longipes*, *Annona purpurea*, e individuos jóvenes de las especies dominantes (figura 12). También se encuentran arbustos como *Piper martensianum*, y renuevos de *Zuelania guidonia* y *Quadrella pringlei*.

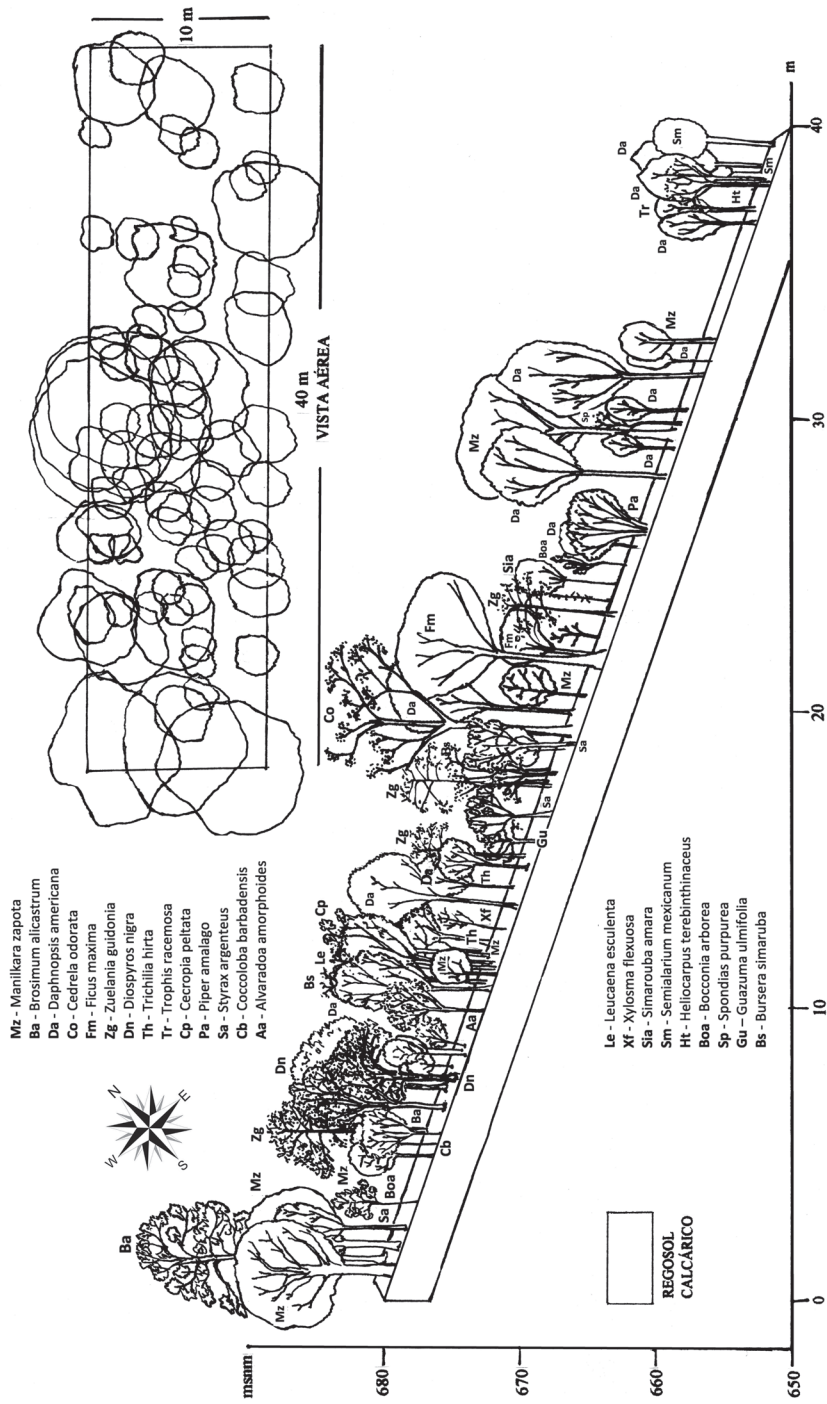


FIGURA 10 Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Manilkara-Brosimum*.

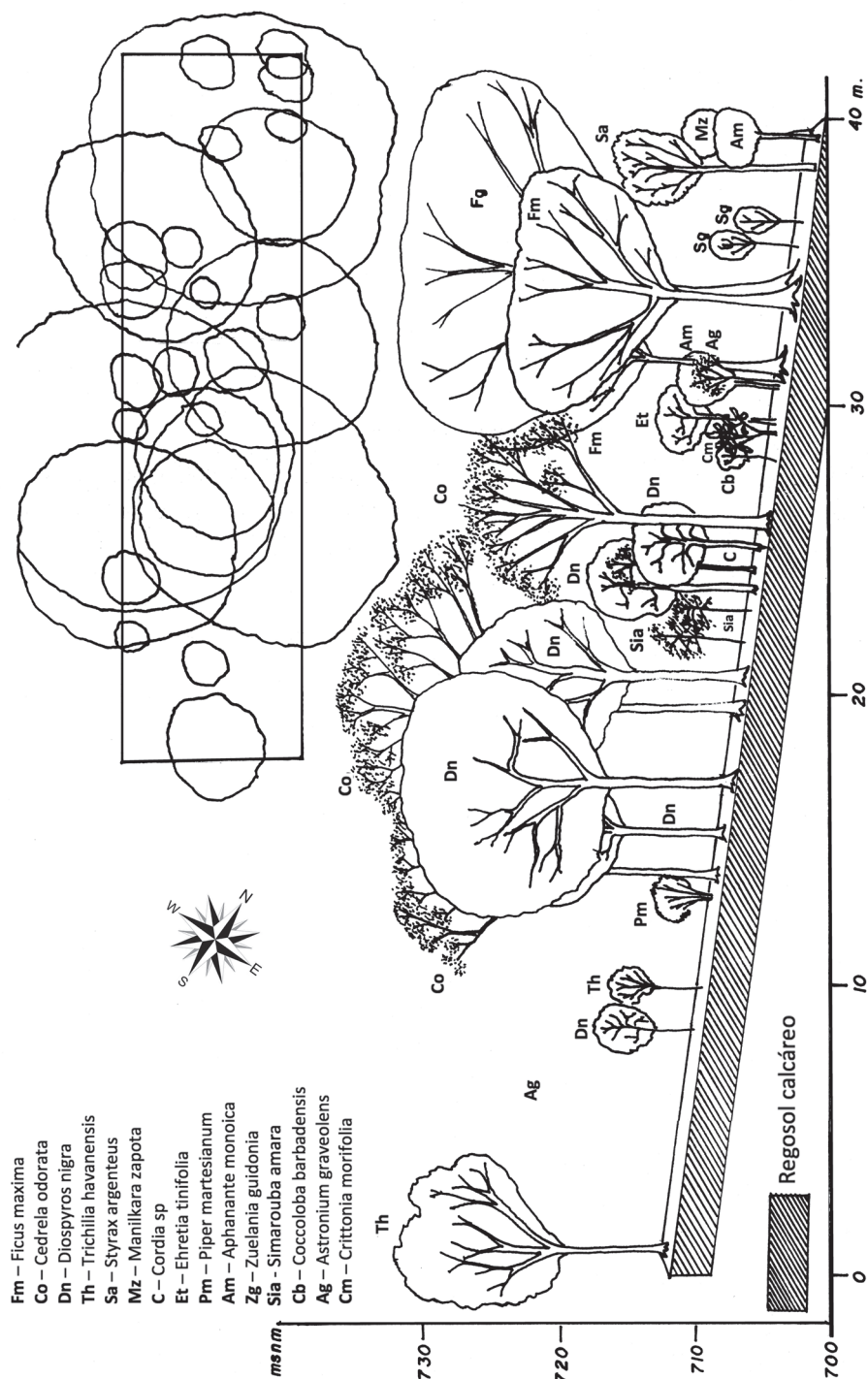


FIGURA 11 Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Ficus-Cedrela-Diospyros* (Selva de Amate-Cedro-Zapote negro).

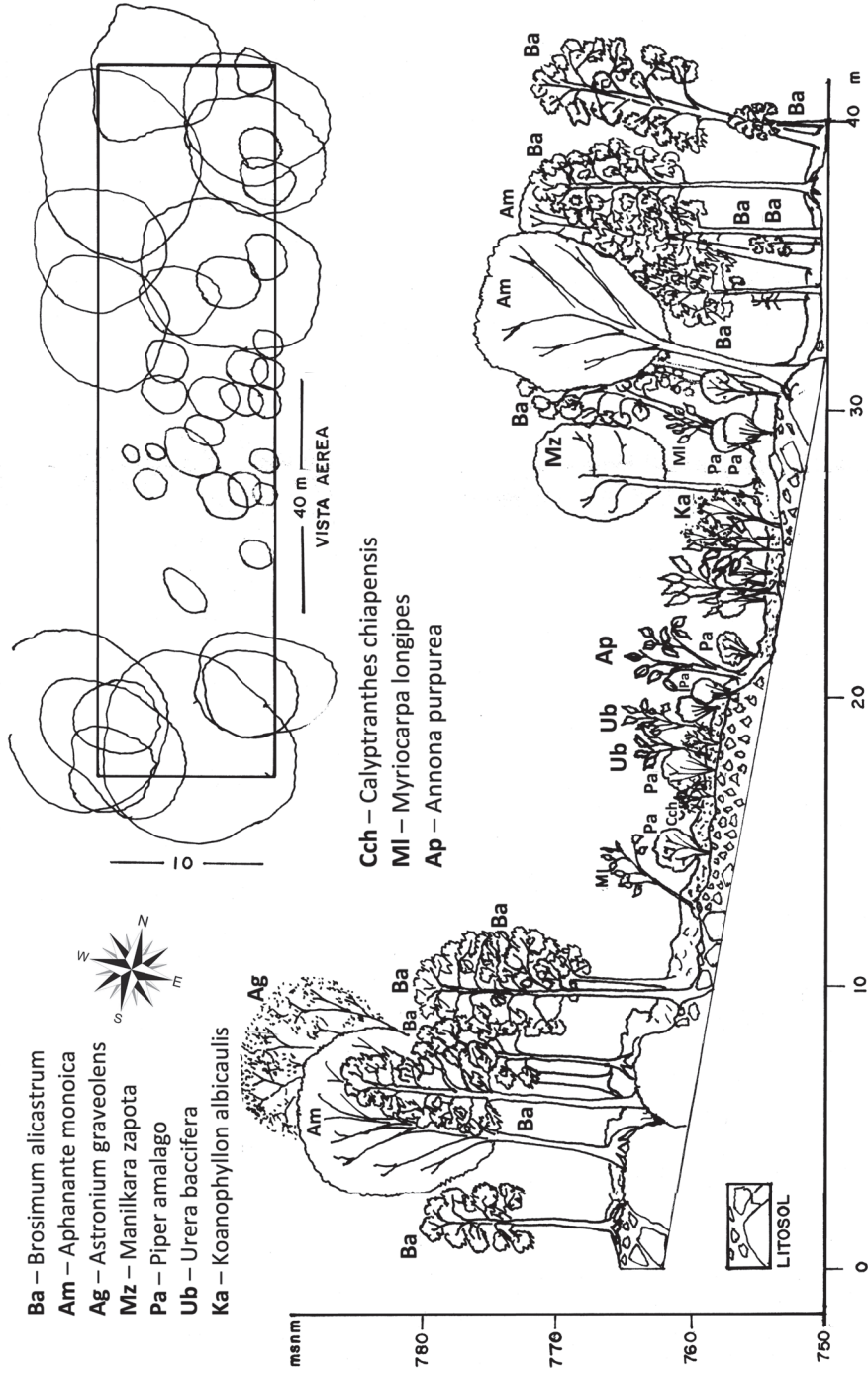


FIGURA 12 Perfil de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Brosimum-Aphananthe*.

Asociación *Manilkara-Brosimum* (Selva de Chicozapote y Mojú)

El muestreo se realizó al S de las oficinas centrales, en terreno de suelo profundo sin pedregosidad aparente, trazando el cuadrante en sentido de la pendiente, que es del 30 % con orientación N.

La comunidad presenta alturas de 25 a 30 m, y en el estrato superior dominan, en orden de importancia, *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Aphanante monoica*, y *Diospyros nigra*; el dosel es discontinuo y el estrato medio es dominado casi exclusivamente por *Cecropia peltata*, acompañada de algunos individuos de *Koanophyllon albicaulis* que alcanzan alturas máximas de nueve m. En el estrato bajo domina esta última especie acompañada de *Piper amalago*, *Zuelania guidonia*, *Annona reticulata*, *Solanum nudum*, *Tabernaemontana eubractea*, *Quadrella incana*, *Malpighia glabra*, *Vachellia collinsii*, *Piper marginatum* y *Coursetia caribaea*. En el estrato herbáceo es común el helecho *Adiantum tenerum* y *Croton ciliatoglandulosus*, *Ruellia breedlovei*. También son frecuentes aquí, plantas muy jóvenes de *Zuelania guidonia*, *Trichilia hirta* y *Aphanante monoica* (Fig. 13).

Asociación *Manilkara-Diospyros* (Selva de Chicozapote y Zapote negro)

Se registró al O del auditorio principal a una altitud de 780 msnm, con exposición N, el terreno es de topografía regular sin rocas y con inclinación del 30 %.

El estrato arbóreo superior alcanza una altura de 20 m, con eminencias de 25, es dominado por *Manilkara zapota*, *Diospyros nigra* y *Cedrela odorata*. Los árboles del estrato medio pertenecen a las especies *Aphanante monoica*, *Daphnopsis americana*, *Cecropia peltata* y *Zuelania guidonia*. El estrato bajo lo conforman *Koanophyllon albicaulis*, *Annona reticulata*, *Pimenta dioica*, *Brosimum alicastrum* y *Astronium graveolens* (Fig. 14).

En esta comunidad se presenta un estrato arbustivo denso del cual se registraron 62 individuos con altura menos a los 4 m o bien más altos pero que no alcanzaban el dap mínimo de 5 cm utilizado en este trabajo. Estos pertenecen a especies de los estratos superiores y también están presentes *Crittonia morifolia*, *Xylosma flexuosa*, *Vachellia collinsii*, *Trichilia hirta*, *Eugenia yunckeri*, *Simarouba amara*, *Cnidocolus* sp., *Piper martinianum*, *Bursera simaruba*, *Casearia corymbosa*, *Trophis racemosa*, *Exothea paniculata*, *Styrax argenteus* y *Swietenia humilis*.

En el estrato herbáceo son frecuentes los helechos *Adiantum tenerum* y *Anemia adiantifolia*, así como plantas muy jóvenes de *Brosimum alicastrum* y *Eugenia yunckeri*.

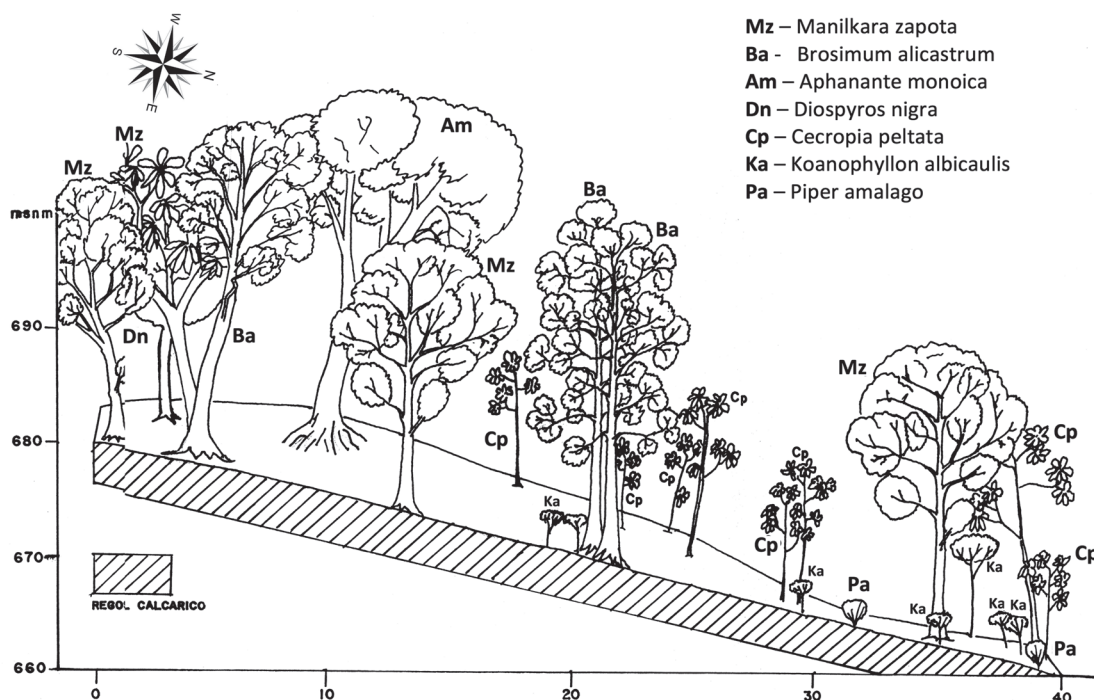


FIGURA 13

Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Manilkara-Brosimum*.

Asociación *Diospyros-Manilkara* (Selva de Zapote negro y Chicozapote)

En esta comunidad se observa en diferentes puntos del parque donde el terreno presenta ligeras depresiones con suelos profundos y sin rocas aparentes. El punto de muestreo se ubicó al N de la carretera de acceso, el cuadrante se trazó en sentido de la pendiente que es del 30 % y tiene orientación N, sobre la cota de los 660 msnm.

El dosel es más bien bajo, pues solo alcanza los 15 m de altura, y está dominado por *Diospyros nigra*, *Manilkara zapota* y *Ceiba pentandra*. El estrato medio es poco marcado y solo se registraron un par de individuos de *Styrax argenteus* y uno de *Trophis racemosa*. En el estrato bajo dominan el arbusto *Piper amalago*, plantas jóvenes de *Daphnopsis americana*, y *Zuelania guidonia*, *Annona reticulata*, *Koanophyllon albicaulis*, *Quadrella pringlei*, *Astronium graveolens* y *Quadrella lundellii* (figura 15). De altura menor a los 4 m abundan *Manilkara zapota*, *Trichilia havanensis*, *Brosimum alicastrum*, *Piper spp.*, *Simarouba amara* y las herbáceas *Olyra latifolia* y *Thelypteris hispida*.

Asociación *Diospyros-Cedrela* (Selva de Zapote y Cedro)

La parcela de muestreo se ubica al N del Aula Fauna (aula nueva), a unos 15 m y perpendicular a ella. El terreno presenta suelos profundos del tipo regosol calcárico, escasa pendiente del 15 % topografía regular.

La comunidad presenta tres estratos (figura 16), es poco diversa y es marcadamente dominada por *Diospyros nigra*, *Cedrela odorata*, *Manilkara zapota* y *Mangifera indica* en el dosel. El estrato medio lo forman *Styrax argenteus*, *Annona purpurea*, *Diphysa americana*, y *Zuelania guidonia*. En el estrato arbustivo predominan *Koanophyllon albicaulis* y *Annona reticulata*. Otras especies arbóreas presentes como renuevos son *Tabebuia rosea*, *Piper aduncum*, *Licania arborea*, *Pimenta dioica*, *Simarouba amara*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Aphananthe monoica*, *Coccoloba barbadensis*, *Ficus aurea*, *Astronium graveolens*, *Swietenia* sp. Además los arbustos *Piper curvatipes*, *Parathesis donnell-smithii*, *Neurolaena lobata*, *Psychotria erythrocarpa*, *Piper martensianum*, *Senecio deppeanus*, *Ardisia scallonioides*, *Crittonia morifolia*. Entre las herbáceas están *Costus* sp., *Spathiphyllum phyniifolium*, *Thelypteris hispida*, *Adiantum tenerum*, *Olyra latifolia*, *Syngonium podophyllum*, y los bejucos *Gonolobus* sp., *Smilax mollis*, y *Dalbergia glabra*.

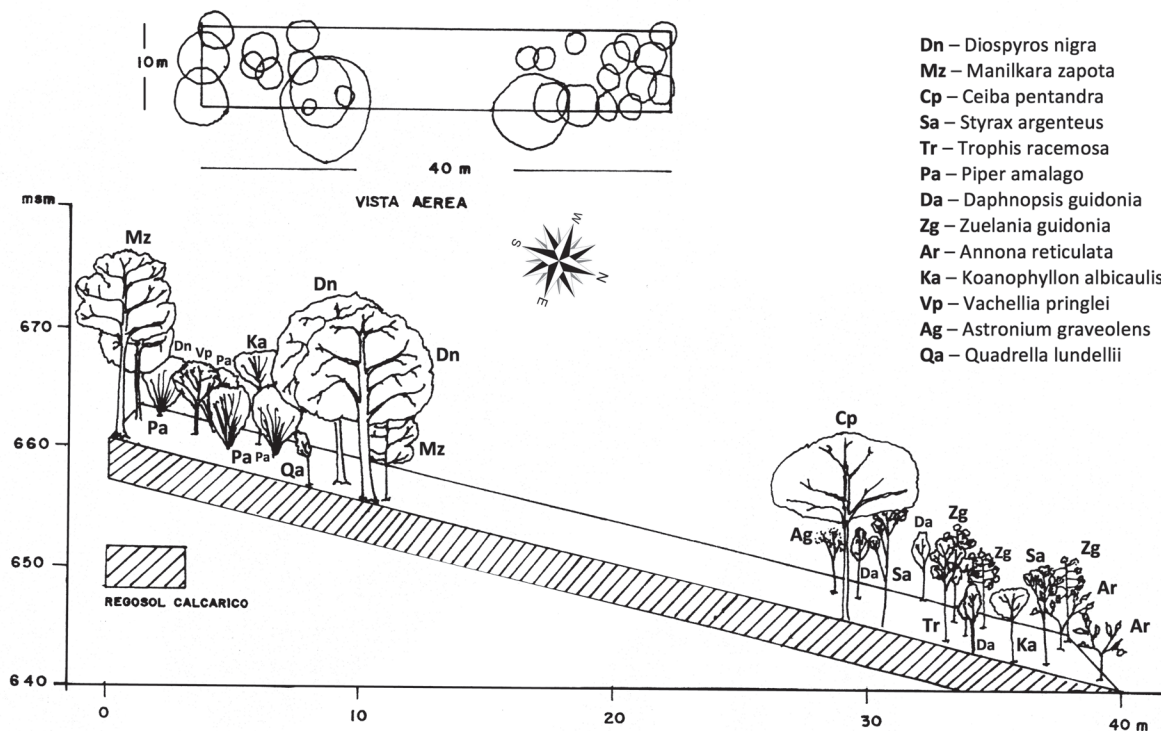


FIGURA 15

Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Diospyros-Manilkara*.

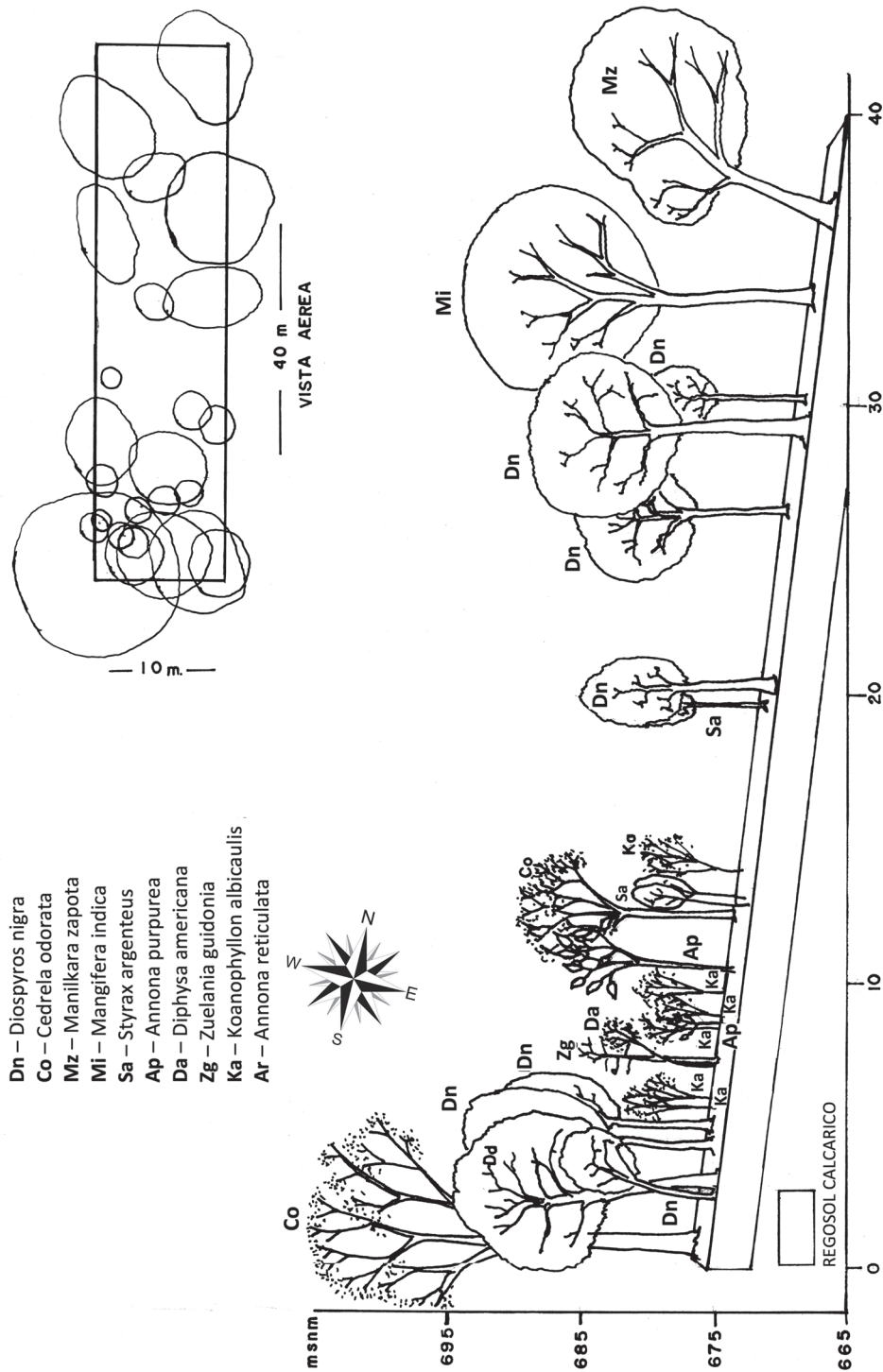


FIGURA 16

Perfil de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación **Diospyros-Cedrela**.

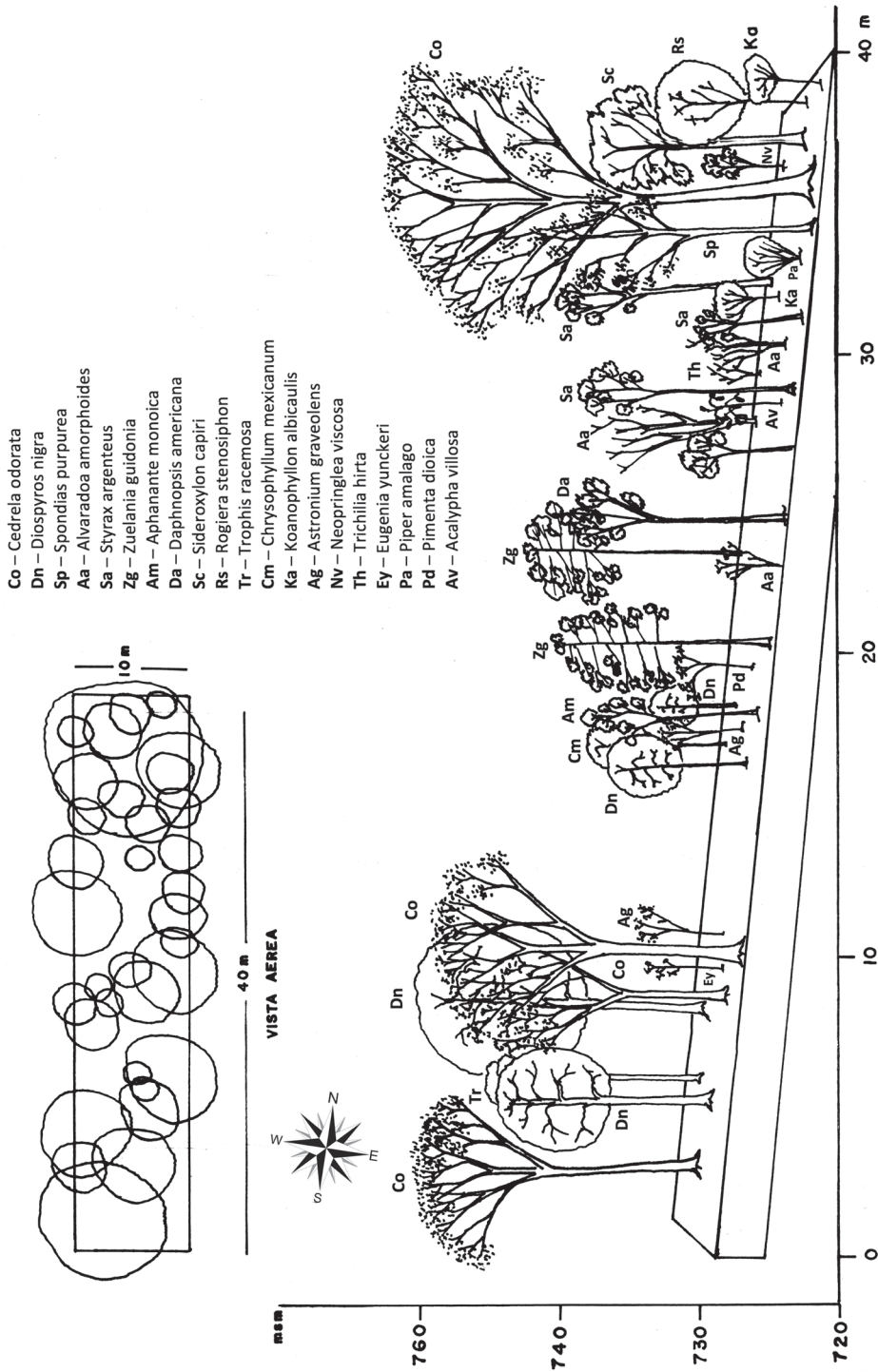


FIGURA 17 Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación Cedrela-Diospyros.

Asociación *Cedrela-Diospyros* (Selva de Cedro y Zapote negro)

El cuadrante se trazó a 730 msnm, a la altura del encierro del venado temazate o cabrito y al oriente de este punto, la inclinación es solo del 112 % de relieve regular y expuesto al N, no presenta rocas ni pedregosidad aparente, el suelo corresponde a la unidad regosol calcárico, con abundante materia orgánica superficial.

La comunidad presenta tres estratos arbóreos (figura 17), y alcanza alturas desde 20 hasta 30 m. El dosel está formado por tres especies *Cedrela odorata*, *Diospyros nigra* y *Spondias purpurea*. Los árboles del estrato medio registran alturas desde 7 hasta 15 m y pertenecen a nueve especies *Alvaradoa amorphoides*, *Styrax argenteus*, *Zuelania guidonia*, *Aphanante monoica*, *Daphnopsis americana*, *Sideroxylon capiri* var. *tempisque*, *Rogiera stenosisphon*, *Trophis racemosa* y *Chrysophyllum mexicanum*. En el piso arbóreo bajo se midieron arbustos y árboles de ocho especies diferentes, como son *Koanophyllum albicaulis*, *Astronium graveolens*, *Neopringlea viscosa*, *Trichilia hirta*, *Eugenia yunckeri*, *Piper amalago*, *Pimenta dioica* y *Acalypha villosa*. El estrato arbustivo desde 1 hasta 4 m es cerrado y lo conforman *Piper*, *Parathesis*, *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, y *Diospyros nigra*. Algunas lianas de *Bignoniaceae* y *Celtis iguanaea*, también están presentes.

Entre las herbáceas menores de 1 m, figuran helechos, *Piper*, *Olyra latifolia* y renuevos de los árboles ya mencionados.

Asociación *Beilschmiedea-Styrax* (Selva de Guaquemico y Chucamay)

Esta comunidad es de distribución restringida y se observa muy localizada entre el encierro de las guacamayas rojas y el del quetzal, donde fue trazada la unidad de muestreo, el terreno presenta una pendiente del 15 % con exposición al N, y el relieve tiene una depresión diagonal desde SO hasta EN por la que escurre una corriente de temporal. Existe también ligera exposición de la roca madre.

A pesar de que la zona es atravesada por el andador del recorrido el dosel permanece prácticamente inalterado (figura 18). El estrato superior alcanza alturas desde 20 hasta 25 m con eminencias de 30 m, y es dominado por *Beilschmiedea riparia*, *Styrax argenteus*, *Cedrela odorata* y *Zuelania guidonia*. Algunos individuos jóvenes de las especies anteriores, *Ardisia escallonioides* y *Annona reticulata* forman un segundo estrato. El componente arbustivo está casi ausente, por razones de la pavimentación del andador y áreas de observación para los visitantes. Sin embargo, entre los arbustos más bajos y plantas de porte herbáceo son comunes *Parathesis donnell-smithii*, *Piper amalago* y renuevos de *Manilkara zapota*, *Diospyros nigra* y *Brosimum alicastrum*. De hecho, vale comentar que la distribución de la especie dominante, es determinada por la existencia de arroyos (Miranda, 1952).

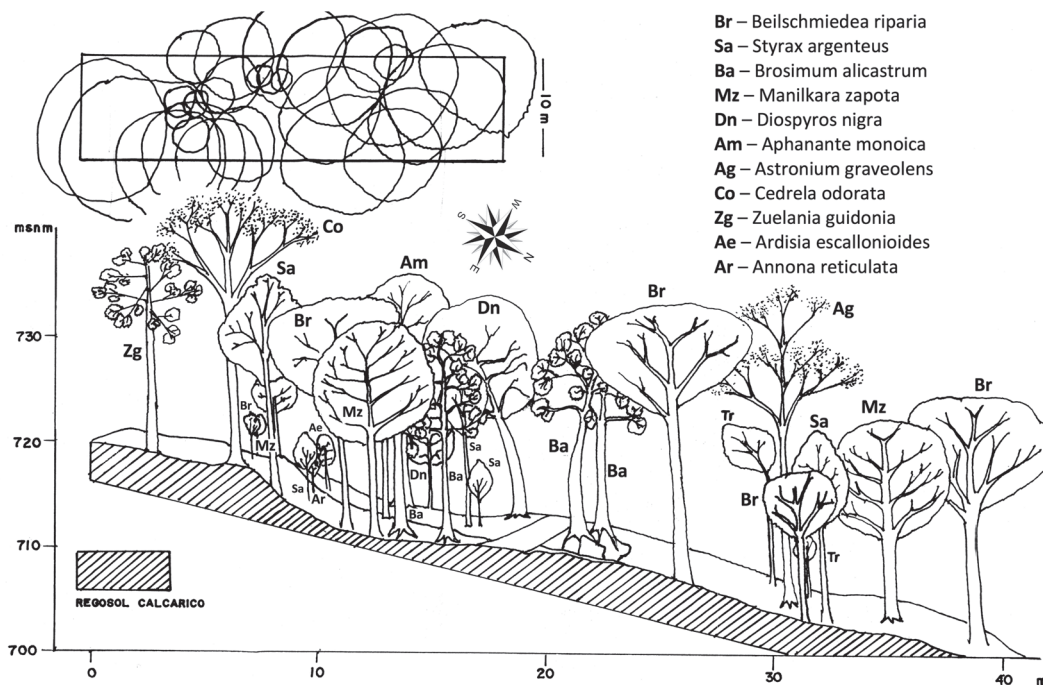


FIGURA 18

Perfil de Selva Mediana Subperennifolia. Asociación *Diospyros-Manilkara*.

A juzgar por la diversidad del dosel, nueve especies, con árboles de gran talla, desde 18 hasta 30 m, se trata de una comunidad madura, pues varias de estas especies, en otros cuadrantes fueron registradas con tallas menores, al parecer como componentes sucesionales.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Este tipo de vegetación es el que ocupa mayor superficie en la reserva, dos terceras partes aproximadamente, alanza un a altura máxima de 15 m, más frecuentemente desde 10 hasta 12 m, (figura 19) con predominancia de los elementos caducifolios pues, en este caso, hasta el 78 % de los árboles de las especies dominantes pierden sus hojas en la temporada seca, los árboles se ramifican desde muy abajo y sus cortezas son papiráceas, corchosas o algunas con espinas. El diámetro de los árboles de mayor talla por lo general no sobrepasa los 50 cm, registrando un Área Basal total de 38.37 m² / ha, las hojas son predominantemente compuestas, y el tamaño foliar corresponde a la categoría de nanofilia de Raunkiaer. Las copas de los elementos arbóreos no son muy densas alcanzando el 159.5 % de cobertura total para el área muestreada.



FIGURA 19

Aspecto de la Selva Baja Caducifolia en la temporada lluviosa.

Esta formación está asociada a una larga temporada seca de siete meses en la región, suelos someros, como litosoles y rendzinas con gran afloramiento de rocas, en terrenos con mayor exposición y muy escarpados de manera que el drenaje rápido impide la disponibilidad de agua, o bien terrenos planos donde los otros factores juegan un papel determinante. El análisis de suelos reveló que las comunidades vegetales de este tipo se encuentran sobre regosoles, litosoles y rendzinas, claros a café claros, alcalinos con p^H desde 8.0 hasta 8.1, con alto contenido de cationes intercambiables de Ca y Mg, y desde 3.4 hasta 9.5 % de materia orgánica.

ESTRUCTURA VERTICAL (ESTRATIFICACION) DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA

De acuerdo con los criterios seguidos para el muestro de las especies leñosas en este tipo de vegetación se registraron y midieron 623 individuos de 98 especies, que forman tres estratos, uno de arbustos y árboles desde 3 hasta 4.5 m, el estrato medio desde 5 hasta 7.9 m, y el dosel con árboles desde 8 hasta 15 m. En algunas asociaciones particulares hay un solo estrato arbóreo, en la (figura 20) se puede observar el arreglo de las especies según sus alturas máximas en orden decreciente.

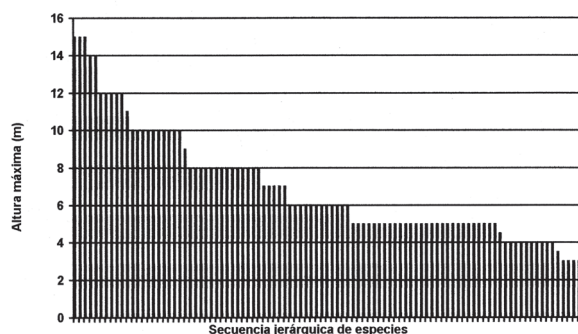


FIGURA 20

Altura máxima de las especies presentes en Selva Baja Caducifolia, en orden decreciente.

El dosel o estrato III, está formado por 37 especies, entre las cuales las principales son las 15 que se presentan a continuación, ordenadas según su valor de importancia (cuadro VI).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Caducifolio
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	Caducifolio
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	Caducifolio
<i>Neopringlea viscosa</i>		Caducifolio
<i>Ficus aurea</i>	Higo	Caducifolio
<i>Eugenia capulioides</i>	Chasá	Perennifolio
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot, lantá, moján	Caducifolio
<i>Quadrella pringlei</i>		Perennifolio
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Ashicamá, chaperla, nayapupo	Caducifolio
<i>Vachellia collinsii</i>	Ishcanal	Perennifolio
<i>Montanoa tomentosa</i> subsp. <i>xanthiifolia</i>	Malacate blanco	Caducifolio
<i>Trichilia hirta</i>	Napahuite	Caducifolio
<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	Perennifolio
<i>Casearia corymbosa</i>	Café de montaña	Caducifolio

TABLA 6

Especies que forman el dosel de la Selva Baja caducifolia.

El estrato II está conformado por 44 especies, de las cuales las 15 más importantes son las siguientes, que como se mencionó antes en algunas situaciones pueden llegar a constituir el único estrato arbóreo (cuadro VII).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Aguaná, nangaño	Caducifolio
<i>Bernardia yucatanensis</i>	Ocotillo	Caducifolio
<i>Eugenia yunckeri</i>		Caducifolio
<i>Randia armata</i>	Maluco de montaña	Caducifolio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Tecoma stans</i>	Candox	Caducifolio
<i>Maytenus matudae</i>		Perennifolio
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo de brujo	Caducifolio
<i>Verbesina breedlovei</i>		Caducifolio
<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>calothyrsus</i>	Quinonopin	Perennifolio
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Pompushuti	Caducifolio
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> subsp. <i>buxifolium</i>		Perennifolio
<i>Semialarium mexicanum</i>	Palo de piojo	Perennifolio
<i>Helicteris baruensis</i>	Sututí	Caducifolio
<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	Caducifolio
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Carnero	Caducifolio

TABLA 7

Especies que forman el estrato medio de la Selva Baja Caducifolia.

En el estrato I, formado por arbustos y pequeños árboles, desde 3 hasta 4.5 m, se registraron 15 especies, de las cuales las principales son las siguientes (cuadro VIII).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Bursera schlechtendalii</i>	Copalito	Caducifolio
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Palo de Brasil	Caducifolio
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Siqueté, profeta	Perennifolio
<i>Agonandra racemosa</i>	Aceituna	Caducifolio
<i>Bohemeria</i> sp.		Caducifolio
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Pojankopak	Caducifolio
<i>Erythroxylon havanense</i>	Agusá, escobillo	Caducifolio
<i>Calliandra canescens</i>		Caducifolio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FOLLAJE
<i>Annona reticulata</i>	Anona	Caducifolio
<i>Quadrella incana</i>		Perennifolio
<i>Petrea volubilis</i>	Capitán lila	Caducifolio
<i>Guettarda</i> sp.		Caducifolio
<i>Cnidocolus</i> sp.	Chaya	Caducifolio
<i>Lonchocarpus</i> sp.		Caducifolio
Especie desconocida 1		Caducifolio

TABLA 8

Especies dominantes del estrato bajo o arbustivo de la Selva Baja Caducifolia.

En ciertas formaciones sabanoides, al parecer de origen secundario, *Bursera schlechtendalii* y *Haematoxylon brasiletto* suelen ser de las principales especies arbóreas a pesar de su baja talla. Las otras dos especies, *Leucaena diversifolia* y *Bucida macrostachya*, principalmente esta última, llegan a ser dominantes en el estrato arbóreo superior de algunas asociaciones, aunque en el área muestreada estuvieron poco representadas.

DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Al igual que sucede en el tipo de vegetación anterior, las comunidades de la selva baja caducifolia varían considerablemente por un determinismo ambiental, por tal razón se describen a continuación las asociaciones en los siete sitios muestreados en este trabajo.

Asociación *Alvaradoa-Eugenia* (Selva Baja de Camarón y Chasá)

El punto de muestreo se ubica unos 20 m al O del herpetomuseo, a 730 msnm, en terreno de suave pendiente, 15 %, y topografía regular, el suelo presenta una pedregosidad desde 30 hasta 40 %, y exposición N.

La comunidad alcanza una altura máxima que varía desde 10 hasta 14 m y presenta dos estratos arbóreos y uno arbustivo (figura 21). El superior es dominado por

Alvaradoa amorphoides, *Eugenia capulioides*, *Zuelania guidonia*, *Cedrela odorata*, *Bursera simaruba*, *Coccoloba barbadensis*, *Montanoa tomentosa* subsp. *xanthiifolia*, *Daphnopsis americana*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Diospyros salicifolia*, *Diphysa americana*, *Bourreria huanita*, *Leucaena esculenta* subsp. *collinsii* y *Cordia alliodora*. En el segundo estrato las especies dominantes son *Eugenia yunckeri*, *Stemmadenia pubescens*, *Senecio deppeanus*, *Albizia tomentosa*, *Trichilia hirta*, *Neopringlea viscosa*, *Xylosma flexuosa*, *Casearia corymbosa*, *Randia armata*, *Sideroxylon capiri* var. *tempisque* y *Semialarium mexicanum*.

En el estrato arbustivo dominan *Tecoma stans* y *Bonellia macrocarpa*, además son comunes renuevos de los árboles dominantes de los otros estratos y de *Quadrella incana*, *Q. pringlei*, *Aphelandra scabra* y la herbácea *Henrya insularis*. Algunas trepadoras como *Securidaca diversifolia*, *Dalbergia glabra*, *Pisonia aculeata*, *Petrea volubilis* y *Celtis iguanaea*, también están presentes.

La proximidad de esta asociación a la Selva Mediana Subperennifolia determina la existencia de elementos de la ecotonía entre ambos tipos, tales como *Cedrela odorata* y *Sideroxylon capiri* var. *tempisque*.

Asociación *Neopringlea-Alvaradoa-Trichilia* (Selva Baja de Palo de chachalaca, Camarón y Napahuite)

El cuadrante fue trazado aproximadamente a cincuenta metros arriba del anterior, al SO del encierro de los sensores, a una altitud de 740 msnm, el terreno presenta exposición N, con una inclinación del 15 % y desde 40 hasta 50 % de pedregosidad.

La comunidad es densa y diversa, se registraron en total 99 individuos dentro del rango de medidas considerado, presenta dos estratos arbóreos (figura 22), y solo se observó un ejemplar de *Bonellia macrocarpa* en el estrato arbustivo. El dosel es discontinuo y es dominado por *Neopringlea viscosa*, *Alvaradoa amorphoides* y *Trichilia hirta*, acompañados de *Vachellia collinsii*, *Bursera simaruba*, *Gyrocarpus mocinnoi*, *Bursera excelsa*, *Senna atomaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Stemmadenia pubescens*, y una especie de árbol que no fue posible de determinar al tiempo en que se hizo el levantamiento pues se encontraba totalmente en latencia, y el individuo censado no correspondía a ninguna de las especies conocidas. En el segundo estrato de árboles se registraron 14 especies:

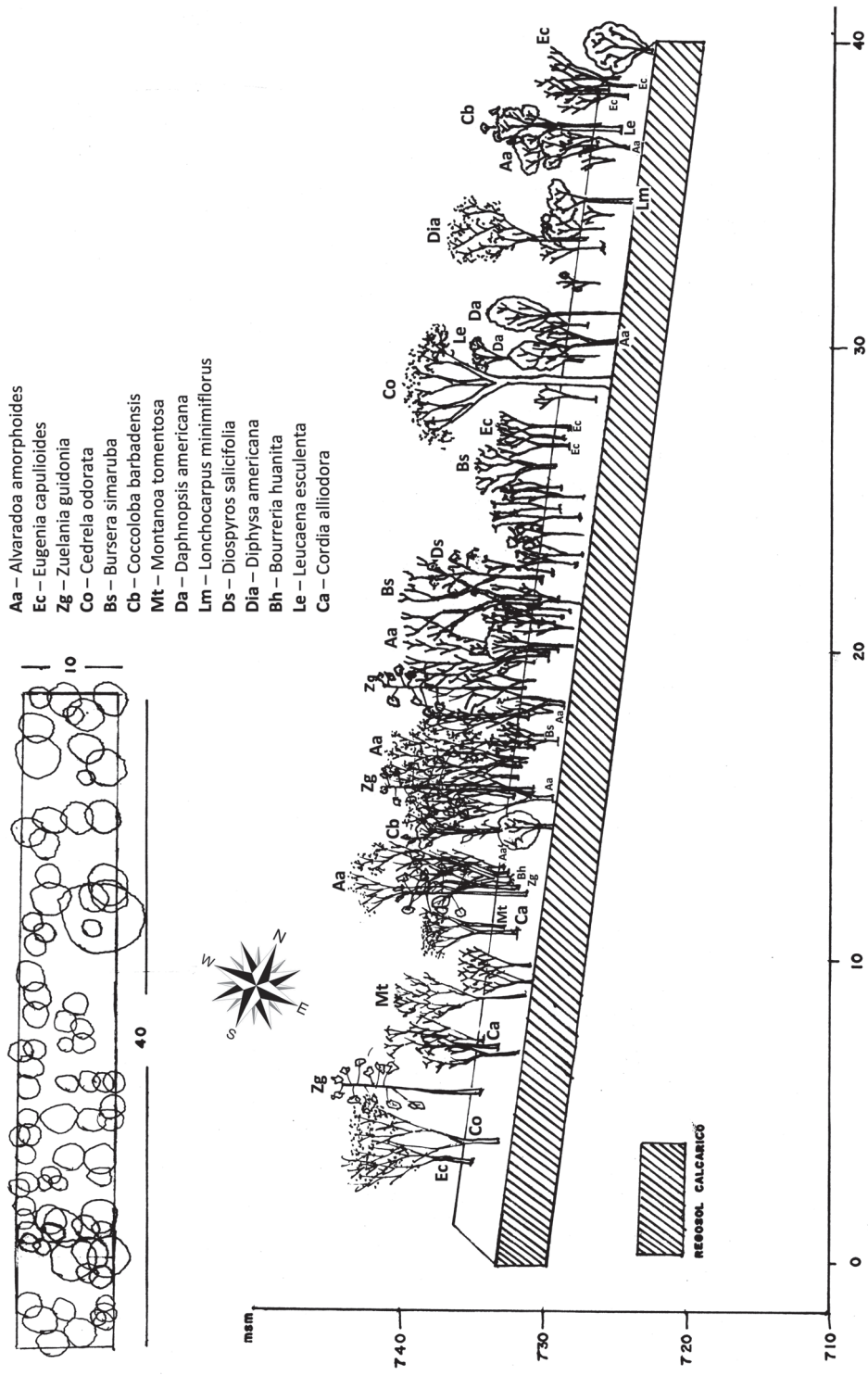


FIGURA 21 Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación **Alvaradoa-Eugenia**.

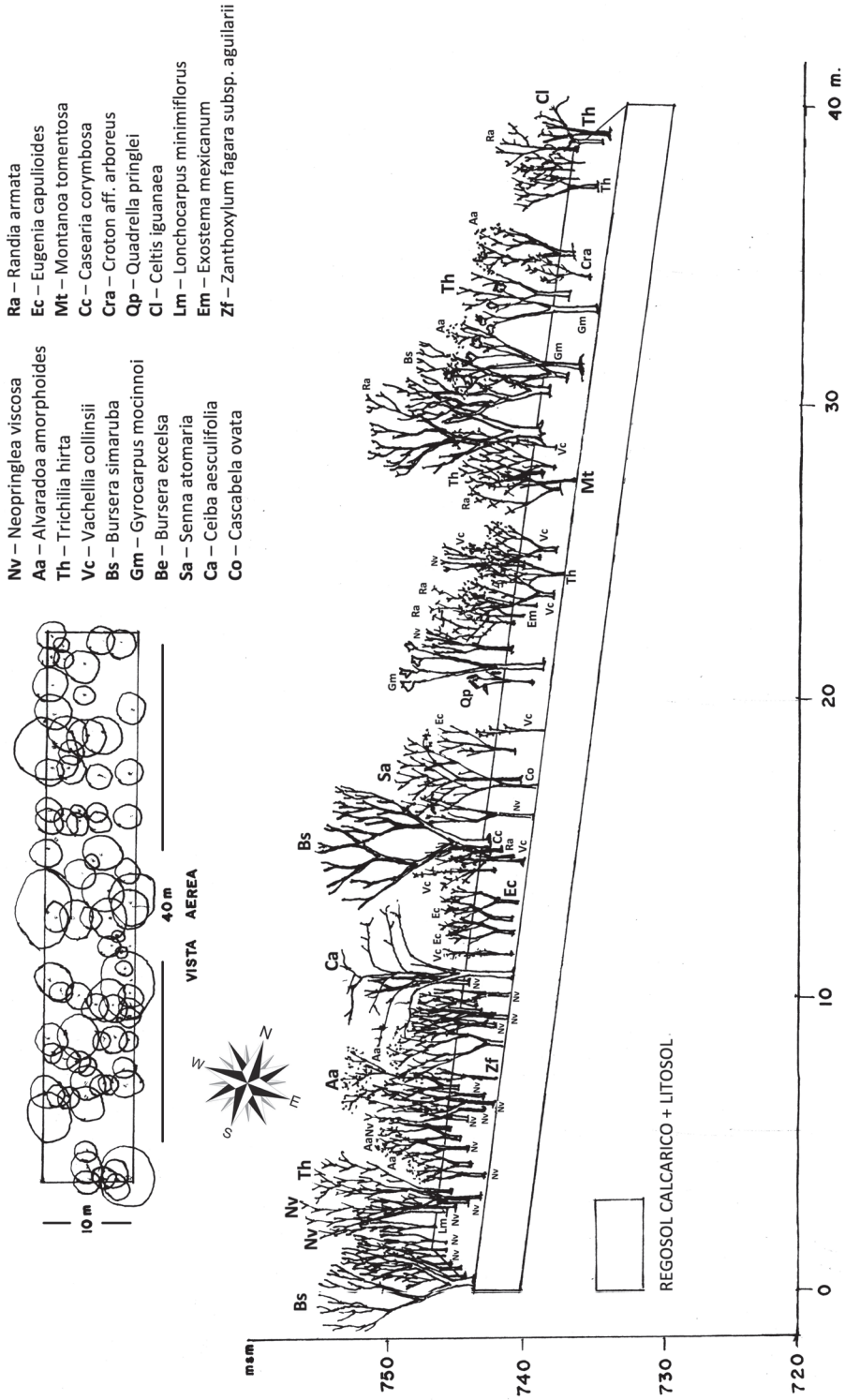


FIGURA 22 Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación *Neopringlea-Alvaradoa-Trichilia*.

Cascabela ovata, *Randia armata*, *Eugenia capulioides*, *Montanoa tomentosa*, *Casearia corymbosa*, *Croton* aff. *arboreus*, *Quadrella pringlei*, *Celtis iguanaea*, *Xylosma flexuosa*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Exostema mexicanum*, *Eugenia yunckeri*, *Zanthoxylum fagara* subsp. *aguilarii* y *Leucaena diversifolia*. El estrato arbóreo en la época seca es prácticamente inexistente.

Al elaborar el diagrama de perfil se omitieron los individuos con alturas inferiores a los 5 m, para evitar la saturación debido a la alta densidad del cuadrante.

Asociación *Bursera–Eugenia–Heliocarpus* (Selva Baja de Mulato, Chasá y Guajpó)

Se observa a 50 m, más o menos, al S del punto de muestreo anterior, en terreno con el 20 % de pendiente, expuesta 30° al NO, y 40 % de pedregosidad, a una altitud de 750 msnm.

La comunidad es bastante cerrada y presenta tres pisos, el más alto, alcanza una altura desde 10 hasta 12 m, con algunas eminencias desde 14 hasta 15 m, y está dominado por *Bursera simaruba*, *Eugenia capulioides* y *Heliocarpus terebinthinaceus* como especies principales, acompañadas de *Lonchocarpus minimiflorus*, *Leucaena esculenta*, *Stemmadenia pubescens*, *Bursera tomentosa*, *Gyrocarpus mocinnoi*, *Zanthoxylum fagara* subsp. *aguilarii* y *Lysiloma acapulcensis*. El estrato medio es muy diverso, lo componen 22 especies diferentes, que alcanzan alturas máximas desde 5 hasta 7.9 m, y que en orden de importancia son, *Trichilia hirta*, *Colubrina triflora*,

Bursera excelsa, *Diospyros salicifolia*, *Vachellia collinsii*, *Fraxinus purpusii*, *Erythrina goldmanii*, *Amyris elemifera*, *Semialarium mexicanum*, *Xylosma flexuosa*, *Cascabela ovata*, *Bauhinia cookii*, *Quadrella pringlei*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Cedrela odorata*, *Hibiscus purpusii* y *Bauhinia divaricata*. Numerosos individuos de los pisos anteriores con alturas inferiores a 4 m se observan en el estrato bajo, además de *Tecoma stans*, *Alvaradoa amorphoides* y *Cnidioscolus aconitifolius* (figura 23).

Asociación *Bursera–Quadrella–Ficus* (Selva Baja de Mulato, Alcaparra e Higo)

Esta comunidad fue muestreada 50 m al S de la anterior, en terreno irregular con pendiente del 75 % afloramiento de rocas y exposición N, entre 759 y 780 msnm.

En la vegetación leñosa se observan tres estratos (figura 24), el más alto es dominado por *Bursera simaruba*, *Quadrella pringlei*, *Ficus aurea*, y *Cordia* sp.; en el estrato medio, que es más diverso y cerrado, dominan *Gymnopodium floribundum*, *Bernardia yucatanensis*, *Maytenus matudae*, *Verbesina breedlovei*, *Vachellia pringlei*, *Cedrela oaxacensis*, *Coccoloba acapulcensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Neopringlea viscosa*, *Montanoa tomentosa* subsp. *xanthiifolia*, *Exothea paniculata* y *Zanthoxylum fagara* subsp. *aguilarii*. Entre los arbustos menores de 5 m se encuentran, *Euphorbia schlechtendalii*, *Bohemeria* sp., *Bonellia macrocarpa*, *Senecio* sp., *Calliandra houstoniana*, *Amyris elemifera*, *Guettarda* sp. y *Bucida machrostachya*, además de individuos jóvenes de las especies de los otros estratos.

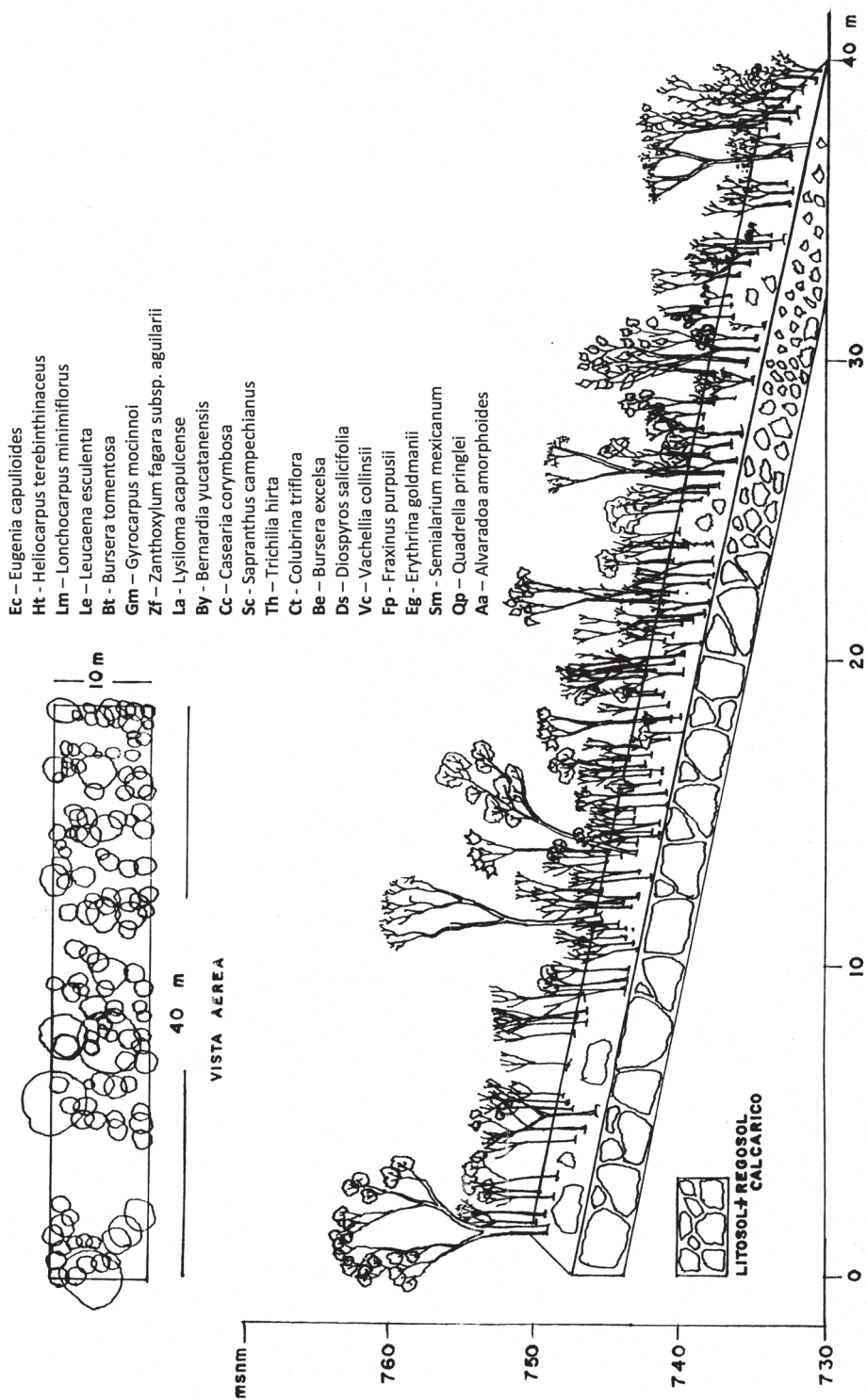


FIGURA 23 Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación *Bursera-Eugenia-Heliocarpus*.

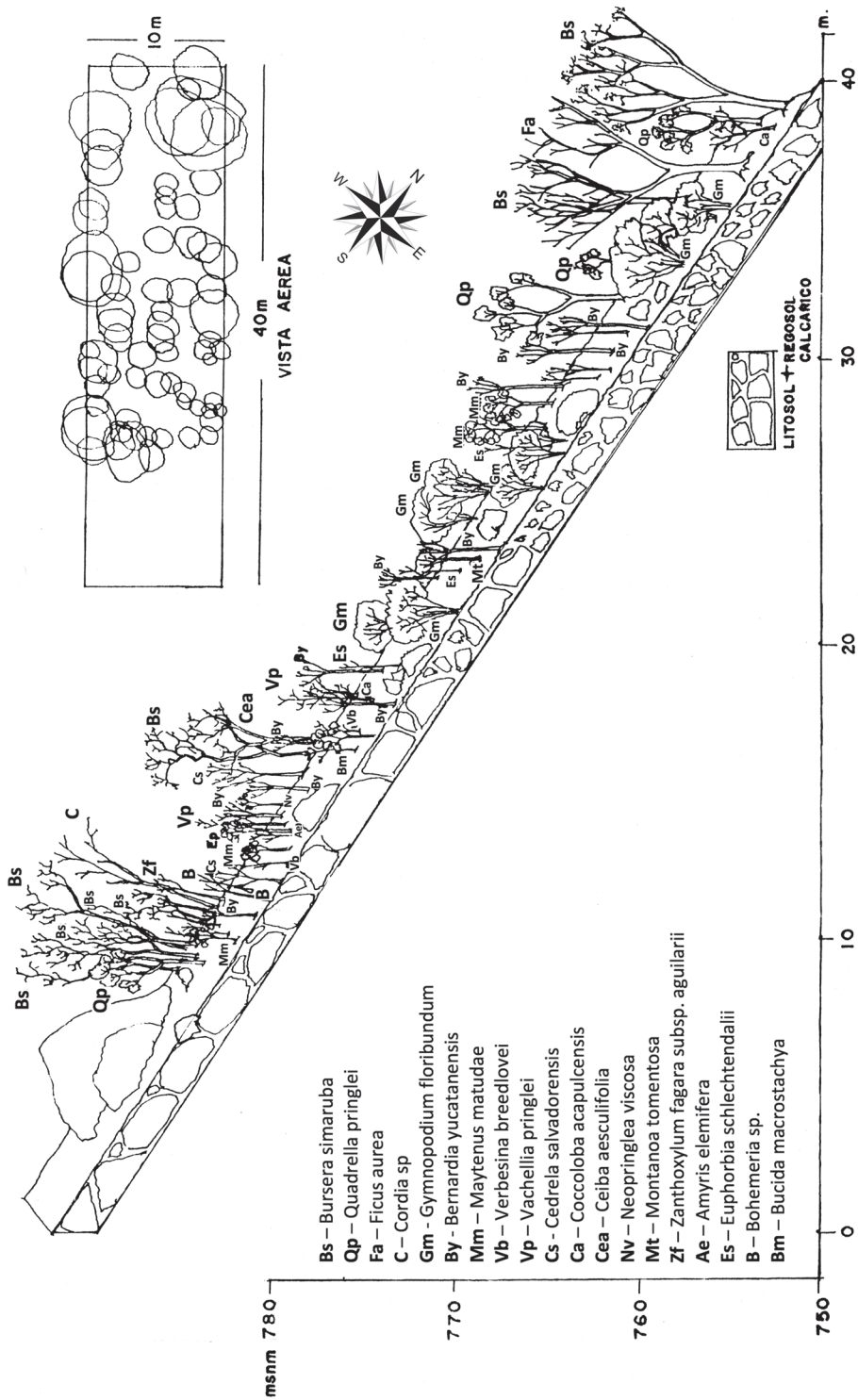


FIGURA 24 Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación *Bursera-Quadralla-Ficus*.

Asociación *Bursera-Exothea-Lonchocarpus*. (Selva Baja de Mulato, Copalillo y Ashicamá)

Es una asociación bastante diversa, sobre todo en los componentes del estrato medio, se presenta al oriente del parque, y al sur del actual Museo de Ciencia y Tecnología, el terreno tiene desde 90 hasta 100 % de rocas expuestas, y una pendiente del 50 %, con orientación al N y 770 msnm. Aquí el cambio del declive a la meseta se da gradualmente, y por lo mismo la transición de uno a otro tipo de vegetación es también paulatina.

En el dosel (figura 25), dominan *Bursera simaruba*, *Exothea paniculata*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Sideroxylon capiri* var. *tempisque*, *Ficus aurea*, *Spondias purpurea*, *Bursera excelsa*, *Fraxinus purpusii* y *Manilkara zapota*. En el estrato medio se registraron 22 especies, *Eugenia yunckeri*, *Hibiscus purpusii*, *Verbesina breedlovei*, *Coccoloba acapulcensis*, *Diospyros salicifolia*, *Lonchocarpus rugosus*, *Nectandra sanguinea*, *Xylosma flexuosa*, *Calliandra houstoniana*, *Alvaradoa amorphoides*, *Ceiba aesculifolia*, *Maytenus matudae*, *Colubrina triflora*, *Schoepfia schreberi*, *Montanoa tomentosa* subsp. *xanthiifolia*, *Machaerium* sp., *Tecoma stans*, *Swietenia humilis*, *Astronium graveolens*, *Neopringlea viscosa*, *Vachellia collinsii* y *Bumelia obtusifolia* var. *buxifolia*. El estrato arbustivo lo conforman ocho especies,

Bonellia macrocarpa, *Coccoloba barbadensis*, *Semialarium mexicanum*, *Calliandra canescens*, *Annona reticulata*, *Casearia corymbosa*, *Quadrella incana* y *Q. pringlei*.

Asociación *Haematoxylon-Bursera-Ceiba* (Sabana de Brasil, Copal y Lantá)

Esta formación sabanoide existe muy cerca del extremo SE del parque, a una altitud de 820 msnm, en terreno plano, tepetatoso, el suelo es rojizo y la pendiente es de 10 % por lo que la exposición también es hacia el SE.

El dosel es discontinuo, formado por árboles desde 4 hasta 5 m, de las especies siguientes: *Haematoxylon brasiletto*, *Bursera excelsa* y *Ceiba aesculifolia*, acompañados de *Byrsonima crassifolia*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Vachellia collinsii*, *Combretum fruticosum* y *Xylosma flexuosa* (figura 26).

El estrato arbustivo es dominado casi exclusivamente por *Bursera schlechtendalii*, que alcanza una densidad de 500 individuos por ha. Se trata de un arbusto que por lo general no sobrepasa los 3 m de altura, y también se encuentran intercalados individuos de *Alvaradoa amorphoides*, de una especie desconocida y de las del estrato arbóreo. En el sotobosque abundan las gramíneas como *Paspalum* sp.

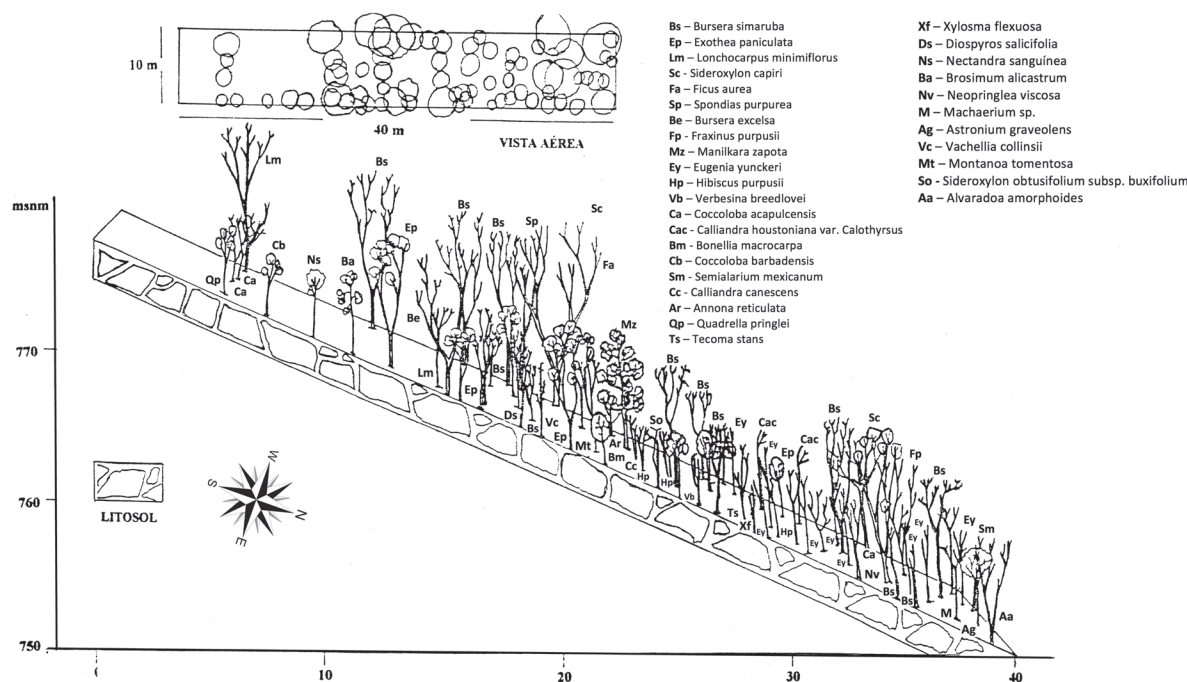


FIGURA 25

Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación *Bursera-Exothea-Lonchocarpus*.

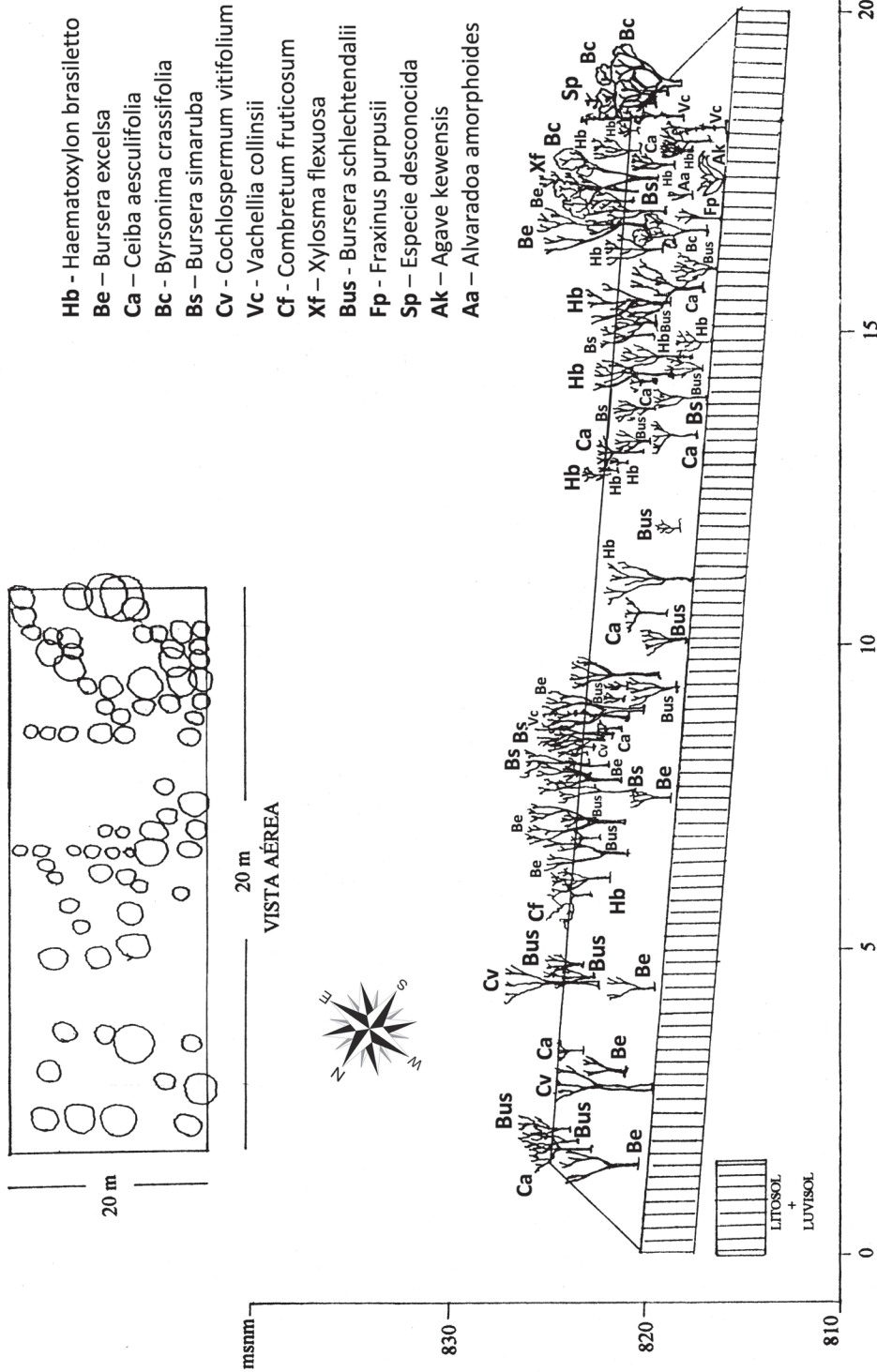


FIGURA 26 Perfil de una formación Sabanoide. Asociación *Haematoxylon-Ceiba*.

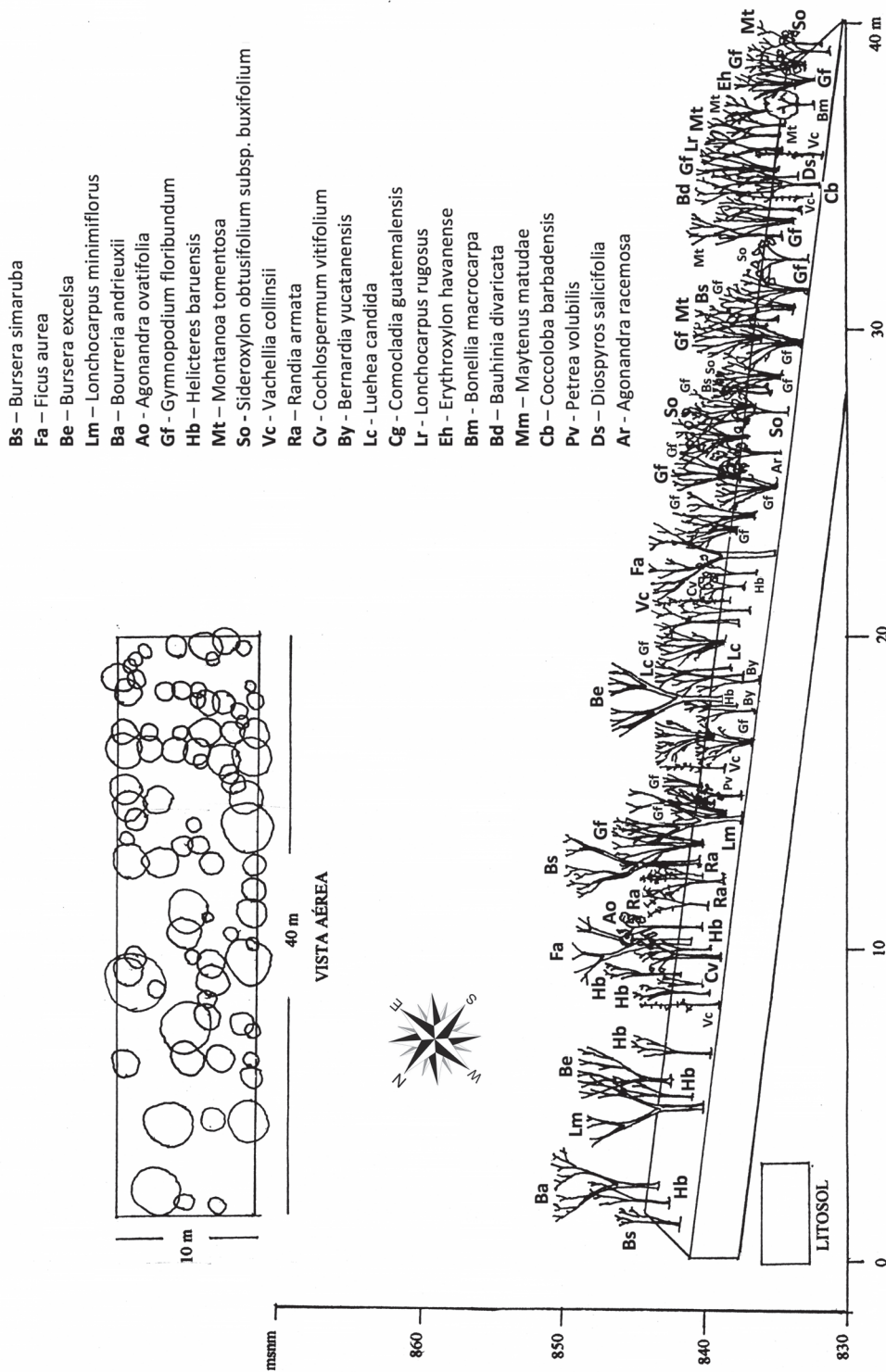


FIGURA 27 Perfil de Selva Baja Caducifolia. Asociación *Gymnopodium-Helicteres-Montanoa*.

Esta zona corresponde a un área mayor de perturbación que se continúa hacia el sur y fuera del parque, que dentro de éste evoluciona hacia estados de madurez en su composición florística, por lo que se incluye aquí como una asociación más de la Selva Baja Caducifolia.

Asociación *Gymnopodium–Helicteres–Montanoa* (Selva Baja de Nangaño, Sututí y Malacate blanco)

El muestreo de esta comunidad se realizó en el extremo SO de la meseta, unos cincuenta metros al E del arroyo de temporal que divide esta zona de relieve de la otra llamada el cerro. Se encuentra a 840 msnm, en un terreno con escasa pendiente, 10-15 % expuesto al SE, y con desde 80 hasta 90 % de pedregosidad y rocas expuestas.

La vegetación es baja y presenta un solo estrato arbóreo muy cerrado, desde 3 hasta 5 m, con algunas eminencias aisladas desde 6 hasta 9 m de altura (figura 27). Entre los escasos árboles mayores de 5 m se cuentan *Bursera simaruba*, *Ficus aurea*, *Bursera excelsa*, *Lonchocarpus miniiflorus*, *Bourreria andrieuxii* y *Agonandra ovatifolia*.

En el estrato bajo, formado por 20 especies, predomina *Gymnopodium floribundum*, *Helicteres baruensis*, *Montanoa tomentosa* subsp. *xanthiifolia*, *Bumelia obtusifolia* var. *buxifolia*, *Vachellia collinsii*, *Randia armata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bernardia yucatanensis*, *Luehea candida*, *Comocladia guatemalensis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Erythroxylon havanense*, *Bonellia macrocarpa*, *Bauhinia divaricata*, *Maytenus matudae*, *Coccoloba barbadensis*, *Petrea* aff. *arborea*, *Diospyros salicifolia*, *Agonandra racemosa* y *Lonchocarpus* sp.

En el piso rocoso son frecuentes algunos elementos xerófitos, tales como *Bromelia karatas*, *Peniocereus chia-pensis*, *Agave kewensis*, *Selenicereus coniflorus*, *Anthurium schlechtendalii* y la trepadora *Hylocereus undatus* (Pitahaya).

INVENTARIO FLORÍSTICO

Hasta ahora se han registrado 501 especies de plantas vasculares, agrupadas en 357 géneros y 101 familias. Por experiencia, se cree que la flora de la reserva es conocida en un 90 %, el otro 10 % faltante correspondería a ciertas herbáceas anuales, algunas plantas rupícolas, lianas y pastos, y una que otra especie arbórea que no haya sido detectada aún.

De las especies registradas, 12 son Pteridofitas y afines, 1 Coniferofita, y 489 Antofitas, de éstas 422 con dicotiledóneas y 67 monocotiledóneas. En las tablas números IX y X se presentan el resumen correspondiente y

la relación del número de especies por géneros y familias de cada división.

	FAMILIAS	GÉNEROS	SP
PTERIDOPHYTA	6	6	11
CONIFEROPHYTA	1	1	1
ANTOPHYTA			
DICOTYLEDONAE	81	297	422
MONOCOTYLEDONAE	13	52	67
TOTAL	101	356	501

TABLA 9

Número total de familias, géneros y especies de la flora conocida del Parque Ecológico El Zapotal.

FAMILIA	GÉNEROS	SP
PTERIDOPHYTA		
1.- ANEMIACEAE	1	1
2.- DAVALLIACEAE	1	1
3.- LYGODIACEAE	1	1
4.- PTERIDACEAE	2	6
5.- TECTARIACEAE	1	1
6.- THELYPTERIDACEAE	1	2
TOTAL	7	12
CONIFEROPHYTA		
1.- CUPRESSACEAE	1	1
TOTAL	1	1
ANTHOPHYTA		
DICOTYLEDONAE		
1.- ACANTHACEAE	10	16
2.- AMARANTHACEAE	4	4
3.- ANACARDIACEAE	6	7
4.- ANNONACEAE	2	5
5.- APOCYNACEAE	11	12

FAMILIA	GÉNEROS	SP
6.- ARISTOLOCHIACEAE	1	1
7.- ASTERACEAE	35	46
8.- BEGONIACEAE	1	1
9.- BIGNONIACEAE	9	9
10.- BORAGINACEAE	4	8
11.- BURSERACEAE	1	5
12.- CACTACEAE	6	6
13.- ALOPHYLLACEAE	1	1
14.- CAMPANULACEAE	2	2
15.- CANNABACEAE	3	3
16.- CAPPARACEAE	2	4
17.- CARICACEAE	1	1
18.- CASUARINACEAE	1	1
19.- CELASTRACEAE	4	4
20.- CLUSIACEAE	2	2
21.- COCHLOSPERMACEAE	2	2
22.- COMBRETACEAE	2	2
23.- CONVULVULACEAE	5	11
24.- CORDIACEAE	2	5
25.- CHRYSOBALANACEAE	1	1
26.- CUCURBITACEAE	1	1
27.- CYTINACEAE	1	1
28.- EBENACEAE	1	2
29.- ERYTHOXYLACEAE	1	1
30.- EUPHORBIACEAE	9	20
31.- FABACEAE	34	61
32.- FAGACEAE	1	1
33.- GENTIANACEAE	1	1
34.- GESNERIACEAE	2	2
35.- GYROCARPACEAE	1	1
36.- LAMIACEAE	4	5
37.- LAURACEAE	5	5

FAMILIA	GÉNEROS	SP
38.- LOASACEAE	1	1
39.- LOGANIACEAE	1	3
40.- LORANTHACEAE	2	2
41.- LYTHRACEAE	1	1
42.- MALPIGHIACEAE	5	5
43.- MALVACEAE	14	19
44.- MELIACEAE	3	5
45.- MENISPERMACEAE	1	1
46.- MORACEAE	4	8
47.- MUNTINGIACEAE	1	1
48.- MYRTACEAE	4	9
49.- NYCTAGANICEAE	4	5
50.- OLEACEAE	2	2
51.- ONAGRACEAE	2	2
52.- OPILIAEAE	1	2
53.- OROBANCHACEAE	1	1
54.- OXALIDACEAE	1	1
55.- PAPAVERACEAE	1	1
56.- PASSIFLORACEAE	2	2
57.- PHYLLANTHACEAE	1	1
58.- PICRAMNIACEAE	1	1
59.- PIPERACEAE	2	9
60.- PLANTAGINACEAE	1	1
61.- POLEMONIACEAE	1	2
62.- POLYGALACEAE	2	2
63.- POLYGONACEAE	2	3
64.- PRIMULACEAE	3	3
65.- RHAMNACEAE	4	6
66.- RUBIACEAE	13	18
67.- RUTACEAE	2	2
68.- SALICACEAE	4	4
69.- SANTALACEAE	1	2

FAMILIA	GÉNEROS	SP
70.- SAPINDACEAE	6	7
71.- SAPOTACEAE	3	6
72.- SCHOEPFIACEAE	1	1
73.- SCROPHULARIACEAE	2	2
74.- SIMAROUBACEAE	1	1
75.- SOLANACEAE	3	5
76.- STYRACACEAE	1	1
77.- THYMELAEACEAE	1	1
78.- URTICACEAE	4	4
79.- VERBENACEAE	5	6
80.- VIOLACEAE	1	1
81.- VITACEAE	2	2
TOTAL	297	422
MONOCOTYLEDONAE		
1.- ARACEAE	5	6
2.- ARECACEAE	3	3
3.- ASPARAGACEAE	3	3
4.- BROMELIACEAE	5	6
5.- COMMELINACEAE	3	3
6.- COSTACEAE	1	1
7.- CYPERACEAE	2	2
8.- DIOSCOREACEAE	1	3
9.- IRIDACEAE	1	1
10.- ORCHIDACEAE	12	12
11.- POACEAE	14	25
12.- SMILACACEAE	1	1
13.- ZYNGIBERACEAE	1	1
TOTAL	52	67

TABLA 10

Número de géneros y especies por familia representados en el Parque Ecológico El Zapotal.

FAMILIAS MEJOR REPRESENTADAS

Las familias mejor representadas (figura 28) en cuanto a número de especies son: Fabaceae (61), Asteraceae (46), Poaceae (25), Euphorbiaceae (20), Malvaceae (19), Rubiaceae (18), Acanthaceae (16), Apocynaceae (12), Orchidaceae (12), Convolvulaceae (11).

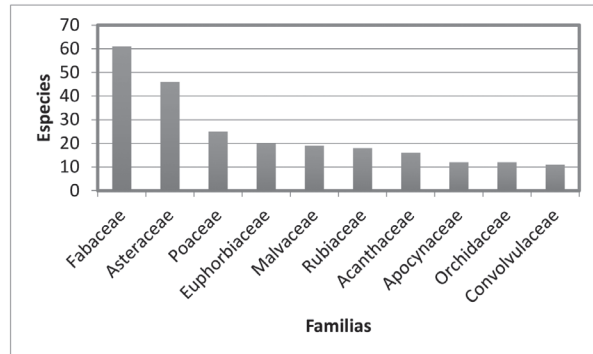


FIGURA 28

Familias mejor representadas en la flora El Zapotal.

AFINIDADES FLORÍSTICAS

A continuación se hace un análisis de las relaciones que guarda la flora del área de estudio con la de Tabasco y la Estación Biológica Los Tuxtlas, Veracruz, por considerarlas representativas de la flora oriental mexicana; con la de Quintana Roo, como muestra de la Península de Yucatán y con la de la Estación Chamela, Jalisco, por su ubicación en la vertiente Pacífica y por su flora occidental mexicana (tabla V). Para esta comparación se utilizó el Índice de Similitud de Sorense ISs, teniendo como referencia el trabajo de Acosta, 1997, para el bosque de mesófilo de Pluma Hidalgo, Oaxaca Según la fórmula siguiente:

$$ISs = (2c \times 100) / a + b$$

- a= especies de la A
- b= especies de la zona B₁
- c= especies comunes

Para este fin, se excluyen las especies adventicias, quedando 483 como número total de especies del inventario.

	1 (A)	2 (B ₁)	3 (B ₂)	4 (B ₃)	5 (B ₄)
Nº DE ESPECIES	483	758	1,257	818	2,200
ESPECIES COMUNES		108	199	89	199
INDICE DE SIMILITUD DE SOÖRENSEN (IS _s)		17.40	22.48	13.37	14.67

TABLA 11

Afinidades florísticas de la Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subperennifolia del Parque Ecológico El Zapotal, con otras localidades tropicales de México.

- 1.- Parque Ecológico El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (102 has)
- 2.- Estación de Biología, Chamela, Jalisco (1, 600 has)
- 3.- Flora de Quintana Roo (50, 350 has)
- 4.- Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, Veracruz (700 has)
- 5.- Flora de Tabasco (25, 337 has)

FORMAS BIOLÓGICAS

En cuanto a la relación de las formas biológicas de las especies presentes existen 169 especies de árboles, 75 arbustos, 198 son hierbas, 47 bejucos (herbáceas trepadoras) y 12 epifitas (figura 29)

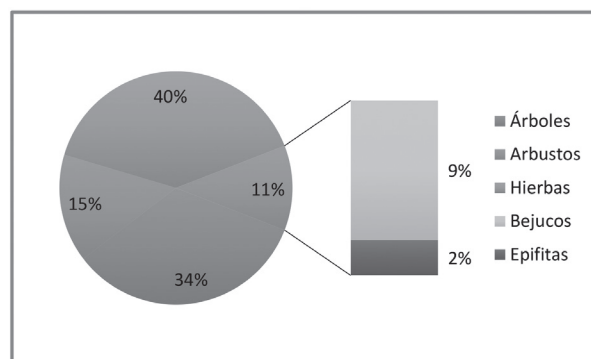


FIGURA 29

Relación de las formas biológicas de las especies en la flora de El Zapotal.

RECURSOS FORESTALES

Con el fin de estimar la importancia de la reserva en términos de la flora útil que se resguarda en ella, se comparó

el listado florístico con diferentes fuentes bibliográficas de enfoque etnobotánico. Al respecto, Isidro (1997), reporta que de las 357 especies útiles registradas en Tuxtla Gutiérrez, 127 provienen del recurso silvestre, lo que representa el 36 %. Por otra parte la Selva Baja Caducifolia aporta 86 especies (67.7 %), la Selva Mediana Subcaducifolia 18 (14.2 %), la Vegetación Riparia 3 especies (2.3 %) y los Acahuals 16 (12.5 %); sumando 124 especies que corresponden al 97 % del recurso extraído de ecosistemas naturales, las cuales se encuentran en El Zapotal.

Analizando la lista de especies útiles por forma de uso que la misma autora registra, se encontró que 141 de ellas se encuentran en el parque ecológico, y la utilidad conocida es la siguiente:

Nº de especies	Usos conocidos
56	Medicinales
32	Comestibles
32	Construcción
31	Combustible
29	Maderable
28	Religioso
16	Forrajeras
16	Cercas vivas
16	Ornato
9	Tóxicas
7	Uso doméstico
5	Adhesivas
4	Artesanales
3	Curtientes
3	Aromatizantes
3	Lauderia
2	Tintóreas
2	Fibras
2	Sombras

TABLA 11

Especies útiles por tipo de uso, representadas en la flora de El Zapotal.

De lo anterior puede verse claramente que tan importantes resultan los ecosistemas locales para la obtención de recursos necesarios para actividades primarias de la población rural, y en este caso también suburbana.

DISCUSIÓN

La vegetación del Centro Ecológico y Recreativo El Zapotal, corresponde a dos tipos de vegetación primaria característicos de la región cálida subhúmeda del interior del estado, con una estacionalidad bien marcada, debido a la existencia de una época de secas y otra de lluvias. La Selva Mediana Subperennifolia está asociada a suelos más profundos, del tipo regosol calcárico, con poco o nulo afloramiento de rocas, y también es determinada por el efecto de sombra del peñasco y la orientación que disminuye el fotoperiodo. Aunque en otras regiones donde existe esta formación vegetal la precipitación es mayor a los 1,000 mm, aquí es compensada por el efecto microclimático de las corrientes de temporal que afloran de manantiales, al respecto Gómez-Pompa *et al.* (1964), discuten el efecto de éste y otros factores como la topografía, textura y estructura, sobre el movimiento del agua en el interior de los suelos y su determinismo en el desarrollo y composición florística de este tipo de vegetación.

La Selva Baja Caducifolia, por el contrario, está asociada a suelos más someros, con afloramiento de la roca madre, fotoperiodos más largos y menos disponibilidad de agua en el subsuelo, de manera que en la reserva se distribuye en terrenos de fuerte pendiente, donde la topografía permite que el agua drene rápidamente, mayor exposición al paso del sol, y los suelos son del tipo litosol y rendzinas principalmente, aunque también se encuentra sobre regosol calcárico.

En cuanto a la metodología empleada en este trabajo, se considera acertada pero consume mucho tiempo y esfuerzo, aunque en contraparte el tener un mayor conocimiento de la composición florística reduce el riesgo de errores al realizar la toma de datos de las especies durante el levantamiento de las parcelas de muestreo.

La estructura vertical o estratificación de las comunidades respecto a los criterios seguidos para su definición es parecida a la de otros estudios en ambientes similares, tal como lo mencionan, Tellez y Sousa (1982), que distinguen varios estratos arbóreos entre 7 y 25 m para la selva mediana subperennifolia en Quintana Roo, un estrato arbustivo, uno herbáceo y la presencia de suculentas como zingiberáceas y aráceas, el ambiente físico es semejante en lo general al de El Zapotal. Rzedowski (1983), menciona la presencia de dos estratos arbóreos en este tipo de vegetación. Novelo (1978), en la composición florística de la vegetación del Morro de la Mancha, Ver., menciona varias de las especies dominantes afines a los dos tipos de vegetación estudiados aquí. Márquez

et al. (1981), distinguen tres estratos para la Selva Alta Subcaducifolia en la región de Uxpanapa, Ver., y Miranda (1952), distingue dos estratos arbóreos para la Selva Baja Decidua de la Depresión Central de Chiapas.

De cualquier forma siempre se debe recordar que el criterio de las alturas máximas para ubicar a los individuos de una especie en uno u otro, es artificial, pues una población *x* puede contar con individuos en los diferentes estratos, como de hecho sucede en realidad.

En cuanto al área muestreada, 3,600 m² en la Selva Mediana y 2,800 m² en la Selva Baja, se consideran suficientes para los objetivos de este trabajo, pues se trató de caracterizar en lo general la estructura de un parque delimitado; de igual manera las parcelas de 400 m², de forma rectangular y en sentido de la pendiente permiten obtener mayor información de la variación de las comunidades en un terreno de relieve accidentado. A pesar de lo anterior debe dejarse claro que hay comunidades interesantes que quedaron fuera de la superficie muestreada, como la Selva Baja de Cacho de toro (*Bucida macrostachya*). Con todo y esto, el área de muestreo es mucho mayor que los 1,600 m² utilizados por Ramos *et al.* (1982) en Uxpanapa, o los 2,000 m² citados por Gómez Pompa *et al.* (1964), para el estudio de una Selva Alta Subdecidua de *Brosimum alicastrum*, aunque menor a la de Meave (1990), que muestreó una hectárea de Selva Alta Perennifolia, con la variante de que fue dividida en submuestras de 2,500 m², alejados hasta 5 km, lo que obviamente sirvió para caracterizar una mayor extensión.

La flora de El Zapotal puede considerarse representativa de la flora de la Depresión Central de Chiapas, pues alberga los géneros y especies característicos de esta región (Miranda, 1952; Breedlove, 1981). En cuanto a las afinidades florísticas con otras regiones tropicales (tabla XI), se observa que se tiene mayor similitud con la flora de Quintana Roo (22.48 %), debido a que en este estado se encuentran bien representados los dos tipos de vegetación primaria de la reserva (Téllez y Sousa, 1982). Algo parecido ocurre con la Estación de Biología, Chamela, Jal. (17.40 %), que también presenta condiciones climáticas de igual tipo (Lott, 1985). La menor similitud se da con la flora de Tabasco (14.67 %), y la de la Estación de Biología, Los Tuxtlas, Ver. (13.37 %), ambas ubicadas en la vertiente del Golfo y en parte del trópico húmedo mexicano, con Selva Alta Perennifolia, como vegetación dominante y además los elementos florísticos hidromórficos del manglar, los tulares y popales. Sin embargo, es digno de mencionarse lo que destaca Miranda (1952), que las floras occidental y

oriental mexicanas, notablemente diferentes, confluyen en el centro de Chiapas.

También es importante destacar, que en tan solo poco más de 1 km², existe el 6 % del total de la flora del estado, lo que nos da una idea de la riqueza florística de la región.

Además, 330 especies (64 %) del total de especies nativas (490), pertenecen a la Selva Baja Caducifolia, y a su vez representa el 33 % de las 998 especies de esta formación vegetal registradas por Reyes-García y Sousa (1997), para la Depresión Central de Chiapas.

Como puede observarse, es notorio que la Selva Baja Caducifolia tiene una mayor densidad de individuos por unidad de área (2,225 árboles/ha) que la que posee la Selva Mediana Subperennifolia (850 árboles/ha), y también una mayor diversidad en términos de número total de especies que las registradas para esta última, como ya lo ha mencionado Rzedowski (1991). Como formación la Selva Baja Caducifolia también es más variable con respecto a su composición en relación directa a las opciones que ofrezcan factores como la topografía, exposición, suelos, etc.

Para ilustrar lo anterior, en ciertas partes del declive norte y la mesa, principalmente, ocurre una asociación exclusivamente dominada por *Gymnopodium floribundum*, con muy escasos individuos de otras especies arbóreas y arbustivas, tal es el caso de *Bonellia macrocarpa* y *Bursera* spp. Al pie del peñasco, en suelo muy rocoso predominan una asociación de *Bucida macrostachya* donde ésta es la especie dominante con alturas de 12 a 15 m, aunque como ya se mencionó antes, no se refleja tal situación en el área muestreada. También es cierto que en determinadas condiciones, hacia el O del parque se observa una asociación de *Bursera* a la sombra del peñasco y mientras tanto la selva baja de *Alvaradoa* ocupa preferentemente los declives mas suaves y menos pedregosos.

Con respecto al *Acacia Scrub*, mencionado y descrito por Baker (1985), aún cuando *Vachellia collinsii* llega a ser una especie abundante no es en ningún caso la especie dominante, la asociación donde está presente se trata si, de una Selva Baja Caducifolia con mayor abundancia de elementos xerofitos tales como *Acanthocereus*, *Agave*, *Nopalea* y *Bromelia*, entre otras. Existe también la formación Sabanoide de *Haematoxylon-Bursera-Ceiba*, en el extremo sur de la reserva, ya descrita y al parecer de origen secundario, favorecida por agentes de pertur-

bación que operaron en el pasado como los incendios, sobrepastoreo y tala selectiva, así como condiciones edáficas, ésta ocupa escasamente una hectárea más o menos y se encuentra mejor representada en terrenos fuera de la reserva.

CONCLUSIONES

Como conclusiones puede mencionarse que El Zapotal alberga importantes recursos forestales que deben conservarse, por lo cual es necesario que esto se tome en cuenta cuando se realizan obras de ampliación de la infraestructura del zoológico, del mismo modo debe regularse la introducción de especies exóticas que se ha venido dando con el fin de establecer jardinerías próximas a las instalaciones, esto para prevenir el impacto que tales acciones pudiera representar.

El parque ecológico y recreativo ofrece un escenario idóneo para la realización de otros estudios, tal es el caso de la frugivoría y herbivoría (Crocker y Naranjo, 1997) la investigación de aspectos de regeneración monoespecíficos como el de *Manilkara zapota* (Cancino, 1999), la estimación de tasas de crecimiento de árboles tropicales o la reproducción en vivero de especies de importancia económica, tan solo por mencionar algunos. Aunque hay especies que están poco representadas en cuanto a su densidad, otras por el contrario poseen poblaciones de considerable valor como fuentes de germoplasma.

Además está el valor ecológico del macizo forestal considerado como ecosistema, pues es albergue de 101 especies de vertebrados terrestres, o más, ya que históricamente se han registrado 231 especies por diversos zoólogos y 18 de ellas no han vuelto a ser registradas o son de dudosa presencia (Fernández, 1998). Por otra parte la misma fuente cita qué es en estos dos ambientes donde se encuentra la mayor diversidad faunística.

Se anexa la lista de la Flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la bióloga Teresa Cabrera Cachón, Directora del Jardín Botánico de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, por autorizar la publicación de este trabajo, y por facilitarnos material original del mismo.

LITERATURA

- ACOSTA C., S., 1997.** Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibot.* 6: 25-39.
- AGUILERA, H.N., 1989.** *Tratado de edafología de México.* Tomo I. 1ª. Ed. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 222 p.
- AMES, O. & D.S. CORRELL, 1985.** *Orchids of Guatemala and Belize.* Dover Publications, Inc. New York, USA. 779 p.
- BAKER, A., 1985.** *Survey of vegetation.* In D. Curson (Ed) University of East Anglia. Mexican Rainforest Expedition Report. Pp. 14-24.
- BARRADAS, V. L. 1989.** *El papel del microclima en la fisiología ecológica vegetal.* Boletín de la Sociedad Botánica de México. 49: 31-39.
- BARRADAS, V.L. y L. FANJUL, 1985.** Balance hídrico y evapotranspiración en una selva tropical caducifolia de la costa de Jalisco, México. *Biótica* 10 (2): 199-210.
- BACHEM, C.U. y R. ROJAS-CRUZ, 1994.** *Contribución al estudio ecológico de la vegetación en la región de La Fraylesca, Chiapas.* Tesis Profesional. México. E.N.E.P. Iztacala, UNAM. 184 p.
- BENSON, L., 1979.** *Plant classification.* D.C. Heath and company. USA. 901 p.
- BRAVO-HOLLIS, H. y H. SÁNCHEZ MEJORADA, 1991.** *Las Cactáceas de México.* UNAM, D.F. 3: 244-245.
- BREEDLOVE, D.E., 1981.** *Flora de Chiapas.* Part 1. The California Academy of Sciences. USA. 34 p.
- BREEDLOVE, D.R. 1986.** *Listados florísticos de México.* IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 246 p.
- CAMPBELL, D.G., 1989.** The importance of floristic inventory in the tropics. In Campbell, G. D. & H. D. Hammond (Eds), *Floristic inventory of tropical countries.* New York Botanical Garden. pp. 5-30.
- CANCINO, H.D., 1999.** *Factores asociados a la regeneración del Chicozapote (Manilkara zapota) en el Centro Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.* Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 85 p.
- CARDOSO, D.M., 1979.** *El Clima de Chiapas y Tabasco.* Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F. 99 p.
- CROKER, E. J. y E.I. NARANJO P., 1997.** *Ecología del agutí mexicano (Dasyprocta mexicana) en El Zapotal, Chiapas.* Informe final presentado a CONABIO. IHN-ECOSUR. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 59 p.
- DANIEL, T.F., 1995.** *Flora of Chiapas.* Part 4. Acanthaceae. The California Academy of Sciences. USA. 158 p.
- DIAZ, H., B.M., 1986.** *Caracterización de los recursos naturales en relación a su utilización productiva en la subregión Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.* Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios profesionales Iztacala, UNAM. 174 p.
- DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA DEL ESTADO DE VERACRUZ, 1981.** *Instructivo para la toma de muestras de suelo.* Editora de Gobierno. Gobierno del estado de Veracruz. México 16 p.

- ESPEJO S., A., 1991. Notas sobre el género *Gyrocarpus* (Hernandiaceae) en México; un nombre nuevo: *Gyrocarpus mocinoi* Espejo. *Acta Bot. Mex.* 13: 39-51.
- FERNÁNDEZ, M. Y., 1998. *Contribución al estudio de la fauna silvestre libre de El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 100 p.
- FRANCO, L.J., G. DE LA CRUZ., A. CRUZ G., A. ROCHA R., N. NAVARRETE S., G. FLORES M., E. KATO M., S. SÁNCHEZ C., L.G. ABARCA A. y C.M. BEDIA S., 1985. *Manual de ecología*. Ed. Trillas.
- FRYXELL, P.A., 1990. *Flora of Chiapas*, Part 3. Malvaceae. The California Academy of Sciences U.S.A., 90 p.
- GARCÍA, E., 1986. *Apuntes de climatología*. 5ª ed. E. García de Miranda, México, D.F. 155 p.
- GARCÍA, E., 1998. *Climas (Clasificación de Koeppen, modificado por García) Escala 1: 1,000,000*. CONABIO, México.
- GENTRY, A.H., 1982. Bignoniaceae In: *Flora de Veracruz*. INIREB, Xalapa, Ver. México 222 p.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS (Secretaría General), 1980. *Periódico Oficial No. 65*, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- GÓMEZ-POMPA, A., J. VÁZQUEZ-SOTO Y J. SARUKHÁN K., 1964. Estudios ecológicos en las zonas tropicales cálidas húmedas de México. *Publ. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México* 3: 1-36.
- H. AYUNTAMIENTO MUNICIPAL, 1938. *Monografía del municipio de Tuxtla Gutiérrez*. H. Ayuntamiento Municipal 1986-1988, 311 p.
- HUERTA C., M., E. REYES-AGIOÑAR Y J.L. GÁMEZ-VALDIVIA, 1986. *Características generales de la vegetación y su utilización en 25 municipios de Chiapas, México*. Fomento de Corporación de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 46 p.
- IBARRA M.G. Y S. SINACA C., 1987. *Listados florísticos de México VII. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 51 p.
- INEGI, 1984. *Carta edafológica. Hoja Tuxtla Gutiérrez E 15C-69*. Escala 1: 50,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- INEGI, 1985. *Carta edafológica. Hoja Tuxtla Gutiérrez E 15-11*. Escala 1: 250 000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- ISIDRO, V.M.A., 1997. *Etnobotánica de los zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Instituto de Historia Natural. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 125 p.
- JONES D.L., 1987. *Encyclopedia of Ferns*. British Museum (Natural History) London, UK. 433 p.
- KAPUSTKA, L.A., 1986. *Plant ecology methods-community*. Ed. Facsimilar. University of East Anglia. 24 p.
- LOT, A. Y F. CHIANG, 1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México, D.F. 142 p.
- LOTT, W.J., 1985. *Listados florísticos de México III. La Estación de Biología Chamela, Jalisco*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 47 p.

- MÁRQUEZ, R.W., A. GÓMEZ-POMPA Y M. VÁZQUEZ-TORRES, 1981.** Estudio botánico y ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. No.10. La vegetación y Flora. *Biótica* 6 (2): 181-217.
- MATUDA E., 1950a.** A contribution to our knowledge of the wild and cultivated flora of Chiapas I. Districts Soconusco and Mariscal. *Amer. Midl. Naturalist.* 44 (3): 513-616.
- MATUDA E., 1950b.** Algunas especies nuevas de la flora mexicana. *Ann. Inst. Biol. UNAM.* 30 (1-2): 101-115.
- MEAVE DEL C., J., 1990.** *Estructura y composición de la Selva Alta Perennifolia de los alrededores de Bonampak.* INAH, México, D.F., 147 p.
- MCVAUGH, R., 1969.** El itinerario y las colectas de Sessé y Mociño en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 30: 137-142.
- MICKEL J.T., & A.R. SMITH, 2004.** *The Pteridophytes of Mexico.* New York Bot. Gard. 88. 2 vols.
- MIRANDA, F., 1952.** *La vegetación de Chiapas.* Ediciones del Gobierno del estado de Chiapas. Tuxtla Gutz., Chiapas, México, 2 vols.
- MIRANDA, F., y E. HERNÁNDEZ X., 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-179.
- MIRANDA, F., A. GÓMEZ-POMPA Y E. HERNÁNDEZ X., 1967.** Un método para la investigación ecológica de las regiones tropicales. *Ann. Inst. Biol. UNAM,* 38 Ser. Bot. (1): 101-110.
- MÜLLERIED, F.K.G., 1957.** *La geología de Chiapas.* Gobierno Constitucional del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 180 p.
- NOVELO, R.A., 1978.** La vegetación de la Estación Biológica El Morro de la Mancha, Veracruz. INIREB. *Biótica* 3 (1): 9-20.
- PACHECO, L. Y F.G. LOREA-HERNÁNDEZ, 1985.** Claves para la identificación de los géneros de Pteridophyta de Veracruz, México. *Biótica* 10 (2): 157-173.
- PALACIOS E.,E., 2000.** *Vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.* Tesis de Biólogo. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 108 p.
- PENNINGTON, T.D. Y J. SARUKHÁN, 1968.** *Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México.* INIF y FAO, México, D.F. 413 p.
- RAMOS P., J.M., M. DELGADO R., S. DEL AMO R., Y E. FERNÁNDEZ, 1982.** Análisis estructural de un área de vegetación secundaria en Uxpanapa, Veracruz. *Biótica* 7 (1): 7-29.
- REYES-GARCÍA, A. Y M. SOUSA, 1997.** *Listados florísticos de México XVII. Depresión Central de Chiapas. La Selva Baja Caducifolia.* Instituto de Biología, UNAM, 41 p.
- RZEDOWSKI, J., 1983.** *Vegetación de México.* 1ª Edición. 2ª Reimpresión. Editorial LIMUSA, México, D.F., 432 p.
- RZEDOWSKI, J., Y G. CALDERÓN DE RZEDOWSKI, 1989.** Transisthmic Mexico (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco and Yucatán). In D.G. Campell & H.D. Hammond (eds.). New York Botanical Garden. *Floristic Inventory of Tropical Countries.* Pp. 270-280.

- RZEDOWSKI, J., 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- SMITH, A.R., 1981. *Flora of Chiapas, Part 2. Pteridophytes*. The California Academy of Sciences, U.S.A., 370 p.
- SOUSA S., M. Y E.F. CABRERA C., 1983. *Listados florísticos de México II. Flora de Quintana Roo*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 100 p.
- SOTO P.,L., 1989. *Useful plants from two localities of the Central Valley, Chiapas, México*. Inédito. 22 p.
- STANDLEY, P.C., 1920-1926. *Trees and shrubs of Mexico*. Contributions from the US. National Herbarium 23 (1-5)
- STANDLEY, P.C., & J.A. STEYERMARK (Edts.) 1946-1976. *Flora of Guatemala*. Fieldiana Bot. 24 (1-12).
- STANDLEY A.,C., 1938. The species-Area Curve. *Amer. Mindl. Nat.* 19: 573-581.
- STROTTER, J.L., 1999. *Flora of Chiapas, Part. 5, Compositae-Heliantheae*. Calif. Acad. Of Sci., USA., 232 p.
- TÉLLEZ V.,O Y M. SOUSA S., 1982. *Imágenes de la flora quintanarroense*. CIQRO, México, D.F., 224 p.
- VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, M.A., 1988. *La selva El Ocote. Monografía y plan de manejo para su conservación*. INIREB, Xalapa, Veracruz, México, 109 p.

www.tropicos.org/. Consultados durante el mes de marzo del 2016.

www.theplantlist.org/. Consultados durante el mes de marzo del 2016.

LISTADO DE LA FLORA

PTERIDOPHYTA

ANEMIACEAE

Anemia adiantifolia (L.) Sw.

DAVALLIACEAE

Nephrolepis hirsutula (J.G. Forst.) Presl.

LYGODIACEAE

Lygodium venustum Sw.

PTERIDACEAE

Adiantum capillus-veneris L.

Adiantum concinnum Humb. & Bonpl. ex Willd.

Adiantum tenerum Sw.

Adiantum trapeziforme L.

Adiantum tricholepis Fée

Pteris grandifolia L.

TECTARIACEAE

Tectaria heracleifolia (Willd.) Underw.

THELYPTERIDACEAE

Thelypteris hispidula J. (Decne.) C.F. Reed

Thelypteris ovata R.P. St. John. var. *lindeheimeri* (C. Chr.)
A.R. Smith

CONIFEROPHYTA

CUPRESSACEAE

Taxodium huegelii C. Lawson.

MAGNOLIOPSIDA

ACANTHACEAE

Aphelandra scabra (Vahl.) Sm.

Barleria oenotheroides Dum. Cours.

Blechnum brownei Juss.

Carlowrightia arizonica A. Gray
Dicliptera sexangularis (L.) Juss.
Elytraria imbricata (Vahl) Pers.
Henrya insularis Nees
Justicia breviflora (Nees) Rusby
Justicia herpetacanthoides Leonard
Justicia salviiflora Kunth
Ruellia breedlovei T.F. Daniel
Ruellia hookeriana (Nees) Hemsl.
Ruellia inundata Kunth
Ruellia nudiflora (Engelm. & A. Gray) Urb.
Ruellia paniculata L.
Thunbergia grandiflora Roxb.

AMARANTHACEAE

Achyranthes aspera L.
Alternanthera jacquini (Schrad.) Alain.
Amaranthus viridis L.
Iresine calea (Ibáñez) Standl.

ANACARDIACEAE

Astronium graveolens Jacq.
Comocladia guatemalensis Donn. Sm.
Mangifera indica L.
Pistacia mexicana Kunth
Rhus terebinthifolia Schltld. & Cham.
Spondias mombin L.
Spondias purpurea L.

ANNONACEAE

Annona diversifolia Safford
Annona globiflora Schltld.
Annona purpurea Moc. & Sessé ex Dunal.
Annona reticulata L.
Sapranthus campechianus Standl.

APOCYNACEAE

Cascabela ovata (Cav.) Lippold
Echites tuxtensis Standl.
Forsteronia spicata G. Mey.
Haplophyton cinereum A. DC.
Mandevilla?
Pentalinon andrieuxii (Müll. Arg.) B.F. Hansen & Wunderlin
Plumeria rubra L.
Prestonia mexicana A. DC.
Rauvolfia tetraphylla L.

Albiztemmadenia pubescens Benth.
Tabernaemontana eubractea (Woodson) A.O. Simões
 & M.E. Endress
Tabernaemontana pandacaqui Poir.

ARISTOLOCHACEAE

Aristolochia maxima Jacq.

ASTERACEAE

Adenophyllum appendiculatum (Lag.) Strother
Ageratum sp.
Ageratum houstonianum Mill.
Bidens pilosa L.
Bidens squarrosa Kunth
Calea ternifolia Kunth
Calea urticifolia (Mill.) DC.
Calyptocarpus wendlandii Sch.-Bip.
Chromolaena odorata (L.) R.M. King & H. Rob.
Crittonia aff. *hospitale* (B.L. Rob.) R.M. King. & H. Rob.
Crittonia morifolia (Mill.) R.M. King. & H. Rob.
Dyssodia integrifolia?
Elephantopus spicatus (Juss. ex Aubl.) Rohr
Eupatoriastrum corvi (McVaugh) B.L. Turner
Fleischmannia imitans (B.L. Rob.) R.M. King. & H. Rob.
Isocarpa oppositifolia L.) Cass.
Koanophyllum albicaulis (Sch.-Bip. ex Klatt) R.M. King.
 & H. Rob.
Lepidaploa tortuosa (L.) H. Rob.
Melampodium divaricatum (Rich.) DC.
Melampodium paniculatum Gardn.
Melanthera nivea (L.) Small.
Mikania micrantha Kunth
Milleria quinqueflora L.
Montanoa tomentosa Cerv. subsp. *xanthiifolia* (Sch.-Bip)
 V. Funk
Neurolaena lobata (L.) Cass.
Onoseris onoseroides (Kunth) B.L. Rob.
Otopapus scaber S.F. Blake
Pluchea carolinensis (Jacq.) G. Don
Sanvitalia procumbens Lam.
Sclerocarpus uniserialis (Hook) Benth. & Hook.f. ex
 Hemsl.
Senecio deppeanus Hemsl.
Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.
Sinclairia andrieuxii (DC.) H. Rob. & Brettell
Sinclairia glabra (Hemsl.) Rydb.
Tagetes tenuifolia Cav.
Trixis chiapensis C.E. Anderson
Trixis inula Crantz

Verbesina breedlovei B.L. Turner
Verbesina perymenoides Sch.-Bip. ex Klatt.
Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.
Vernonia arborescens (L.) Sw.
Vernonia oaxacana Sch.-Bip.
Viguiera dentata (Cav.) Spreng.
Xanthium strumarium L.
Zexmenia serrata La Llave
Zinnia peruviana (L.) L.

BEGONIACEAE

Begonia aff. *sericoneura* Liebm.

BIGNONIACEAE

Adenocalymma inundatum Mart. ex DC.
Amphilophium crucigerum (L.) L.G. Lohmann
Dolichandra unguis-cati (L.) L.G. Lahmann
Godmania aesculifolia (Kunth) Standl.
Mansoa hymenaea (DC.) A.H. Gentry
Parmentiera aculeata (Kunth) L.O. Williams
Spathodea campanulata Beauv.
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A. DC.
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

BORAGINACEAE

Bourreria andrieuxii (A. DC.) Hemsl.
Bourreria huanita (Lex.) Hemsl.
Ehretia sp.
Ehretia tinifolia L.
Heliotropium angiospermum Murray
Heliotropium procumbens Miller
Tournefortia hirsutissima L.
Tournefortia mutabilis Vent.

BURSERACEAE

Bursera bipinnata (DC.) Engler
Bursera excelsa (Kunth) Engler
Bursera schlechtendalii Engler
Bursera simaruba (L.) Sarg.
Bursera tomentosa (Jacq.) Triana & Planch.

CACTACEAE

Hylocereus undatus (Haw.) Brit. & Rose
Mammillaria voburnensis Scheer
Nopalea auberi (Pfeiff.) Salm-Dyck

Opuntia decumbens Salm.-Dyck
Peniocereus chiapensis (Bravo) Gomez-Hin. & H.M.
Selenicereus coniflorus (Weing.) Britton & Rose

CALOPHYLLACEAE

Mammea americana L.

CAMPANULACEAE

Diastatea micrantha (Kunth) McVaugh
Hippobroma longiflora (L.) G. Dom

CANNABACEAE

Aphananthe monoica (Hemsl.) Leroy
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.
Trema micrantha (L.) Blume

CAPPARACEAE

Cynophalla flexuosa (L.) J. Presl
Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo
Quadrella lundellii (Standl.) Iltis & Cornejo
Quadrella pringlei (Briq.) Iltis & Cornejo

CARICACEAE

Jarilla choccola Standl.

CASUARINACEAE

Casuarina cunninghamiana Miq.

CELASTRACEAE

Crossopetalum parvifolium (Hemsl.) Lundell
Hippocratea sp.
Maytenus matudae Lundell
Semialarium mexicanum (Miers) Mennega

CLUSIACEAE

Clusia flava Jacq.
Garcinia intermedia (Pittier) Hammel

COCHLOSPERMACEAE

Amoreuxia palmatifida DC.
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.

COMBRETACEAE

- Bucida macrostachya* Standl.
Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz.

CONVOLVULACEAE

- Convolvulus nodiflorus* Desr.
Evolvulus alsinoides (L.) L.
Evolvulus aff. *ovatus* Fern.
Ipomoea aurantiaca L.O. Williams
Ipomoea neei (Spreng.) O'Donell
Ipomoea populina House
Ipomoea purpurea (L.) Roth.
Ipomoea triloba L.
Ipomoea tuxtliensis House
Jacquemontia tamnifolia (L.) Griseb.
Merremia umbellata (L.) Hallier f.

CORDIACEAE

- Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken
Cordia dentata Poir.
Cordia dodecandra A. DC.
Cordia gerascanthus L.
Varronia foliosa (M. Martens & Galeotti) Borhidi

CHRYSOBALANACEAE

- Licania arborea* Seem.

CUCURBITACEAE

- Rytidostylis carthagenensis* (Jacq.) Kuntze

CYTINACEAE

- Bdallophytum americanum* (R. Br.) Eichler ex Solms

EBENACEAE

- Diospyros nigra* (J.F. Gmel.) Perr.
Diospyros salicifolia Humb. & Bonpl. ex Willd.

ERYTHOXYLACEAE

- Erythroxylon havanense* Jacq.

EUPHORBIACEAE

- Acalypha alopecuroides* Jacq.

- Acalypha arvensis* Poepp.
Acalypha leptopoda Müll. Arg.
Acalypha villosa Jacq.
Adelia barbinervis Schldtl. & Cham.
Bernardia yucatanensis Lundl.
Chamaesyce hyssopifolia (L.) Small
Cnidoscolus aconitifolius (Miller) I.M. Johnst.
Cnidoscolus multilobus (Pax) I.M. Johnst.
Cnidoscolus tubulosus (Muell. Arg.) I.M. Johnston
Croton aff. *arboreus* Millsp.
Croton ciliatoglandulifer Ortega
Croton cortesianus Kunth
Croton miradorensis Müll. Arg.
Euphorbia calcarata (Schldtl.) V.W. Steinm.
Euphorbia dentata Michx.
Euphorbia leucocephala Lotsoy
Euphorbia schlechtendalii Boiss.
Ricinus communis L.
Tragia mexicana Müll. Arg.

FABACEAE

- Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose
Albizia tomentosa (Micheli) Standl.
Aeschynomene compacta Rose
Bauhinia cookii Rose
Bauhinia divaricata L.
Calliandra canescens (Schldtl. & Cham.) Benth.
Calliandra houstoniana var. *calothyrsus* (Meissner) Barneby
Calliandra houstoniana (Mill.) Kuntze
Centrosema sp.
Chaetocalyx brasiliensis (Vogel) Benth.
Chamaecrista nictitans var. *jaliscensis* (Greenman)
Coursetia caribaea (Jacq.) Lavin
Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.
Dalbergia glabra (Mill.) Standl.
Marina nutans (Cav.) Barneby
Desmodium distortum (Aubl.) J.F. Macbr.
Desmodium incanum (Sw.) DC.
Diphysa floribunda Peyr.
Diphysa americana (Mill.) M. Sousa
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.
Erythrina goldmanii Standl.
Eysenhardtia adenostylis Baill.
Haematoxylon brasiletto Karst.
Indigofera suffruticosa Mill.
Inga aff. *hayesii* Benth.
Inga sapindioides Willd.
Inga vera subsp. *spuria* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Leon
Leucaena diversifolia (Schldtl.) Benth.

Leucaena esculenta (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.
Leucaena trichandra (Zucc.) Urb.
Lonchocarpus sp.
Lonchocarpus castilloi Standl.
Lonchocarpus guatemalensis Benth.
Lonchocarpus minimiflorus Donn. Sm.
Lonchocarpus rugosus Benth.
Lysiloma sp.
Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.
Machaerium salvadorese (Donn. Sm.) Rudd.
Macroptilium atropurpureum (DC.) Urb.
Mariosousa usumacintensis (Lundell) Seigler & Ebinger
Mimosa albida Willd.
Nisolia chiapensis Rudd.
Pachyrrhizus erosus (L.) Urb.
Phaseolus sp.
Phaseolus anisotrichos Schltldl.
Phaseolus lunatus L.
Pithecellobium lanceolatum (Kunth) Benth.
Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby
Senna fruticosa (Miller) H.S. Irwin & Barneby
Senna holwayana (Rose) H.S. Irwin & Barneby
Senna nicaraguensis (Benth.) H.S. Irwin & Barneby
Senna pallida (Vahl.) H.S. Irwin & Barneby var. *isthmica*
 Irwin & Barneby
Senna pilifera (Vogel) H.S. Irwin & Barneby
Senna skinneri (Benth.) H.S. Irwin & Barneby
Senna uniflora (Mill.) H.S. Irwin & Barneby
Vachellia collinsii (Saff.) Seigler & Ebinger
Vachellia cornigera (L.) Seigler & Ebinger
Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.
Vachellia pennatula (Schltldl. & Cham.) Seigler & Ebinger
Vachellia pringlei (Rose) Seigler & Ebinger
Vigna speciosa (Kunth) Verdcourt

FAGACEAE

Quercus peduncularis Née

GENTIANACEAE

Centaurium quitense (Kunth) B.L. Rob.

GESNERIACEAE

Achimenes misera Lindl.

Sinningia incarnata (Aubl.) D.L. Denham

GYROCARPACEAE

Gyrocarpus mocinoi Espejo

LAMIACEAE

Hyptis suaveolens (L.) Poit.

Hyptis tomentosa Poit.

Ocimum campechianum Mill.

Salvia misella Kunth

Stachys agraria Schltldl. & Cham.

LAURACEAE

Beilschmiedia riparia Miranda

Cassytha filiformis L.

Licaria coriacea (Lundell) Kosterm.

Nectandra sanguinea Rol ex Rottb.

Persea americana L.

LOASACEAE

Mentzelia aspera L.

LOGANIACEAE

Spigelia anthelmia L.

Spigelia palmeri Rose

Spigelia splendens H. Wendl. ex Hook.

LORANTHACEAE

Psittacanthus calyculatus (DC.) G. Don.

Struthanthus sp.

LYTHRACEAE

Cuphea paucipetala S.A. Graham

MALPIGHIACEAE

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth

Hiraea obovata Huber

Malpighia glabra L.

Mascagnia dipholiphylla (Small) Bullock

Stigmaphyllon ellipticum (Kunth) A. Juss.

MALVACEAE

Bakeridesia pittieri (Donn. Sm.) D.M. Bates.

Byttneria aculeata Jacq.

Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Barker f.
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.
Guazuma ulmifolia Lam.
Helicteris baruensis Jacq.
Heliocarpus terebinthinaceus (DC.) Hochr.
Hibiscus mutabilis L.
Hibiscus purpusii Brandegee
Hibiscus rosa-sinensis L.
Luehea candida (DC.) Martius
Malachra alceifolia Jacq.
Malvaviscus arboreus Cav.
Melochia nodiflora Sw.
Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand
Sida glabra Mill.
Sida rhombifolia L.
Sida spinosa L.
Triumfetta lappula L.

MELIACEAE

Cedrela odorata L.
Cedrela salvadorensis Standl.
Swietenia humilis Zucc.
Trichilia havanensis Jacq.
Trichilia hirta L.

MENISPERMACEAE

Cissampelos pareira L.

MORACEAE

Brosimum alicastrum Sw.
Dorstenia contrajerva L.
Ficus aurea Nutt.
Ficus crocata (Miq.) Mart. ex Miq.
Ficus maxima Mill.
Ficus obtusifolia Kunth
Ficus pertusa L.f.
Trophis racemosa (L.) Urban

MUNTINGIACEAE

Muntingia calabura L.

MYRTACEAE

Calyptranthes chiapensis Lundell
Eugenia acapulcensis Steud.
Eugenia axillaris (Sw.) Willd.

Eugenia capuloides Lundell
Eugenia oerstediana O. Berg
Eugenia rhombea (O. Berg.) Krug & Urban ex Urb.
Eugenia yunckeri Standl.
Myrcianthes fragrans (Sw.) McVaugh
Pimenta dioica (L.) Merr.

NYCTAGINACEAE

Grajalesia fasciculata (Standl.) Miranda
Mirabilis violacea (L.) Hemsl.
Neea choriophylla Standl.
Neea psychotrioides J.D. Smith
Pisonia aculeata L.

OLEACEAE

Chionanthus ligustrinus (Sw.) Pers. (Sin. *Linociera dominicensis* (Lam.) Knobl.)
Fraxinus purpusii Brandegee

ONAGRACEAE

Hauya elegans subsp. *cornuta* (Hemsl.) Breedlove & Raven.
Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H. Raven

OPILIACEAE

Agonandra ovatifolia Mir.
Agonandra racemosa (DC.) Standl.

OROBANCHACEAE

Buchnera pusilla Kunth

OXALIDACEAE

Oxalis frutescens L. subsp. *angustifolia* (Kunth) Lourt.

PAPAVERACEAE

Bocconia arborea S. Watson.

PASSIFLORACEAE

Pasiflora filipes Benth.
Turnera diffusa Willd. ex Schult.

PHYLLANTHACEAE

Phyllanthus micrandrus Muell.

PICRAMNACEAE

Alvaradoa amorphoides Liebm.

PIPERACEAE

Peperomia sp.

Peperomia pereskiiifolia (Jacq.) Kunth

Piper aduncum L.

Piper amalago L.

Piper auritum Kunth

Piper curvatipes Trel.

Piper marginatum Jacq.

Piper martensianum C. DC.

Piper sanctum (Miq.) Schldl. ex C. DC.

PLANTAGINACEAE

Russelia sarmentosa Jacq.

POLEMONIACEAE

Loeselia ciliata L.

Loeselia glandulosa (Cav.) G. Don

POLYGALACEAE

Poligala costaricensis Chodat ex T. Durand & Pittier

Securidaca diversifolia (L.) S.F. Blake.

POLYGONACEAE

Coccoloba acapulcensis Standl.

Coccoloba barbadensis Jacq.

Gymnopodium floribundum Rolfe

PRIMULACEAE

Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Stål & Källersjö (Sin. *Jacquinia macrocarpa* Cav.)

Ardisia escallonioides Schldl. & Cham.

Parathesis donnell-smithii Mez.

RHAMNACEAE

Colubrina arborescens (Miller) Sarg.

Colubrina triflora Brongn. ex Sweet.

Gouania lupuloides (L.) Urb.

Gouania polygama (Jacq.) Urb.

Karwinskia calderonii Standl.

Sageretia elegans (Kunth) Brongn.

RUBIACEAE

Allenanthus hondurensis Standl.

Borreria ocymoides (Burm.f.) DC. (de Madagascar!!)

Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth

Bouvardia multiflora (Cav.) Schult. & Schult.f.

Chiococca alba (L.) Hitchc.

Exostema mexicanum A. Gray

Guettarda combsii Urb.

Guettarda macrosperma Donn. Sm.

Hamelia patens Jacq.

Hintonia latiflora (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock

Margaritopsis microdon (DC.) C.M. Taylor (Sin. *Psychotria microdon* (DC.) Urban.)

Psychotria erythrocarpa Schldl.

Psychotria pubescens Sw.

Psychotria tenuifolia Sw.

Randia aff. *aculeata* L.

Randia armata (Sw.) DC.

Rogiera stenosphon (Hemsl.) Borhidi

Spermacoce tenuior L. (Sin. *Borreria laevis* (Lam.) Griseb.)

RUTACEAE

Amyris elemifera L.

Zanthoxylum fagara subsp. *aguilarii* (Standl. & Steyererm.) Reynel

SALICACEAE

Casearia corymbosa Kunth

Neopringlea viscosa (Liebm.) Rose.

Xylosma flexuosa (Sw.) Hemsl.

Zuelania Guidonia (Sw.) Britton & Millsp.

SANTALACEAE

Phoradendron quadrangulare (Kunth) Griseb.

Phoradendron robinsonii Urb.

SAPINDACEAE

Exothea paniculata (Juss.) Radlk.

Melicoccus oliviformis Kunth (Sin. *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk.)

Paullinia tomentosa Jacq.

Sapindus saponaria L.

Serjania atrolineata Sauv. & Wright.

Serjania triquetra Radlk.

Urvillea ulmacea Kunth

SAPOTACEAE

Chrysophyllum mexicanum Brandegees ex Standl.

Manilkara zapota (L.) P. Royen (Sin. *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg., *Pouteria mammosa* (L.) Cronq.)

Sideroxylon capiri (A. DC.) Pittier (Sin. *Mastichodendron capiri* (A. DC.) Cronq.)

Sideroxylon celastrinum (Kunth) T.D. Penn. (Sin. *Bumelia celastrina* Kunth)

Sideroxylon obtusifolium subsp. *buxifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.

Sideroxylon palmeri (Rose) T.D. Penn. (Sin. *Bumelia laevirens* Hemsl.)

SCHOEPIACEAE

Schoepfia schreberi J.F. Gmelin.

SCROPHULARIACEAE

Budleja americana L.

Capraria biflora L.

SIMAROUBACEAE

Simarouba amara Aubl. (Sin. *Simarouba glauca* DC.)

SOLANACEAE

Brachistus stramonifolius (Kunth) Miers (Sin. *Witheringia stramonifolia* Kunth)

Capsicum annuum L. var. *aviculare* (Dierb.) D'Arcy & Eshbaugh

Solanum chiapasense K.E. Roe.

Solanum nudum Dunal

Solanum torvum Sw.

STYRACACEAE

Styrax argenteus C. Presl

THYMELAEACEAE

Daphnopsis americana (Mill.) Johnst.

URTICACEAE

Boehmeria sp.

Cecropia peltata L.

Myriocarpa longipes Liebm.

Urera baccifera (L.) Gaudich. ex Wedd.

VERBENACEAE

Lantana achyranthifolia Desf.

Lantana camara L. (Sin. *Lantana hispida* Kunth)

Lippia umbellata Cav. (Sin. *Lippia substrigosa* Turcz.)

Petrea volubilis L.

Priva lapulacea (L.) Pers.

Stachytarpheta frantzii Polak.

VIOLACEAE

Hybanthus sp.

VITACEAE

Cissus gosityiifolia Standl.

Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Schult.

MONOCOTYLEDONAE

ARACEAE

Anthurium schlechtendalii Kunth.

Monstera acacoyaguensis Matuda

Monstera deliciosa Liebm.

Philodendron warszewiczii K. Koch & C.D. Bouché.

Spathiphyllum phrynifolium Schott.

Syngonium podophyllum Schott.

ARECACEAE

Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Sin. *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart.)

Cocos nucifera L.

Sabal mexicana Mart.

ASPARAGACEAE

Agave kewensis Jacobi

Echeandia parviflora J. G. Baker.

Milla biflora Cav.

BROMELIACEAE

Billbergia pallidiflora Liebm.

Bromelia karatas L. (Sin. *Bromelia plumieri* (E. Morr.) L.B. Smith)

Bromelia pinguin L.

Catopsis sp.

Hechtia schottii Baker ex Hemsl.

Tillandsia caput-medusae E. Morren

COMMELINACEAE

Callisia gentlei var. *macdougallii* (Miranda) D.R. Hunt.

Commelina erecta L.

Tripogandra grandiflora (Donn. Sm.) Woods.

COSTACEAE

Costus pulverulentus C. Presl

CYPERACEAE

Cyperus canus Presl. & C. Presl.

Scleria hirtella Sw.

DIOSCOREACEAE

Dioscorea sp.

Dioscorea composita Hemsl.

Dioscorea convolvulacea Schldl. & Cham.

IRIDACEAE

Cipura campanulata Ravenna (Sin. *Cipura paludosa* Aubl.)

ORCHIDACEAE

Aulosepalum hemichreum (Lindl.) Garay

Clowesia russelliana (Hook.) Dodson

Cranichis sylvatica A. Rich. & Galeotti

Cyrtopodium macrobulbon (La Llave & Lex.) G.A. Romero
& Carnevali

Encyclia alata (Bateman) Schltr.

Epidendrum galeottianum A. Rich. & Galeotti

Govenia alba A. Rich. & Galeotti (Sin. *Govenia mutica* Rchb.f.)

Guarianthe aurantiaca (Bateman ex Lindl.) Dressler &
W. E. Higgins

Oncidium sp.

Trichocentrum brachyphyllum (Lindl.) R. Jiménez

Triphora debilis (Schltr.) Schltr.

Tropidia polystachya (Sw.) Ames

POACEAE

Andropogon angustatus (J. Presl.) Steud.

Andropogon fastigiatum Sw.

Aristida jorullensis Kunth

Aristida schiedeana Trin. & Rupr.

Bambusa vulgaris Schrad. ex J.C. Wendl.

Bouteloua sp.

Bouteloua repens (Kunth) Scribn. & Merr.

Cenchrus brownii Roem. & Schult.

Cenchrus multiflorus J. Presl.

Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees.

Lasiacis sp.

Lasiacis sp.

Lasiacis divaricata (L.) Hitch.

Lasiacis rhizophora (E. Fourn.) Hitch.

Lasiacis sorghoidea (Desv.) Hitchc. & Chase

Olyra latifolia L.

Oplismenus burmanni (Retz.) P. Beauv.

Oplismenus compositus (L.) P. Beauv.

Panicum maximum Jacq.

Panicum trichoides Sw.

Paspalum sp.

Paspalum convexum Humb. & Bonpl. ex Flüggé.

Rhipidocladum pittieri (Hack.) McClure

Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston

Sorghum bicolor (L.) Moench.

SMILACACEAE

Smilax mollis Humb. & Bonpl. ex Willd.

ZYNGIBERACEAE

Hedychium coronarium J. Koenig

Cálculo y diseño de dos secadores solares con sistema fotovoltaico para deshidratación de alimentos

Mario Alberto Morales Ovando^{1*},
Eleazar Mejía de los Santos¹, Ángel Silvestre Ángeles Escobar¹,
María Emperatriz Domínguez Espinosa², Jacobo López Roblero³

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Sede Acapetahua, Calle Central Norte entre 4ª. y 5ª Norte s/n. C.P. 30580, Chiapas, México. *autor para correspondencia: mario.morales@unicach.mx, cel: 9612152902 | ²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. | ³Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera a puerto madero km. 1.5 s/n, Tapachula, Chiapas, C.P. 30700.

RESUMEN

Se presenta la construcción de dos secadores solares con sistema fotovoltaico para el proceso de deshidratación de alimentos. El primer secador se construyó con placas de acero calibre 10, fibra de vidrio, lámina galvanizada y generador de energía (panel solar, batería, inversor de corriente de 12v a 120v) en cual se obtuvo una eficiencia del 80.48% con un colector de calor de 0.4352 m³, mientras que el segundo secador construido de materia lámina galvanizada número 14, fibra de vidrio, extractor de aire y adaptando el generador de energía del primer secador se obtuvo una eficiencia del 80.48% con un recolector de calor de 0.93 m³, de los dos secadores construidos se demuestra que ambos tienen una eficiencia del 80.48% comparado con el diseño López en el 2011 con una eficiencia del 78%.

Palabras clave: secador solar, sistema fotovoltaico, eficiencia térmica.

ABSTRACT

It is presented the construction of two solar dryers with photovoltaic system for food dehydration process. The first dryer was constructed with a number ten steel plate, fiberglass, a zinc-coated steel sheet and one power generator; the power generator (was constructed with a solar panel, battery, one 12v power inverter to 120v); in which, an efficiency of 80.48% was obtained with a heat collector of 0.4352 m³. The second dryer was constructed with a zinc-coated steel sheet Number fourteen, fiberglass, an extractor fan and adaptations of the power generator taken from the first dryer; the efficiency of the second dryer was of 80.48% which was obtained with a heat collector of 0.93 m³. It is been shown that both dryers have an efficiency of 80.48% in comparison to Lopez design in 2011, which had an efficiency of 78%.

Key words: solar dryer, photovoltaic system, thermal efficiency.

INTRODUCCIÓN

Con el aumento de la población en el mundo, la sociedad se obligó a disponer de una mayor cantidad de alimento, principalmente de origen agrícola como granos, frutas, legumbres y vegetales. La producción de estos productos son influenciados por las condiciones climáticas que pueden ser favorable como perjudicial para dicha actividad. Por ello es importante preservar los excedentes agrícolas para su posterior utilización (Rivasplata *et al.*, 2003).

El secado de alimentos mediante la exposición al sol, se ha realizado desde tiempos antiguos, como un método de conservación práctico y de bajo costo de operación, por el uso de la energía solar para el calentamiento del producto, provocando en él una disminución de conteni-

do de agua, que a la vez inhibe el crecimiento microbiano y algunas reacciones químicas internas (Berrueta *et al.*, 2003).

El diseño de prototipos de secadores solares se llevan a cabo para el secado de frutas y verduras con un funcionamiento directo y con circulación natural (López, 2011), de manera comercial estos equipos son de producción sencilla y de bajo costo comparado con los secadores de distribución, ya que puede emplearse en una chimenea la cual incrementa la fuerza de la corriente de aire entrante, generando así una mayor velocidad de circulación de aire y, por tanto, una tasa de eliminación del vapor de agua más rápida (Rico *et al.*, 2010).

El principio del funcionamiento de los secadores solares mixtos a nivel piloto para frutas, hortalizas y carnes se basa en aprovechar la radiación proveniente del

sol, convirtiéndola en una fuente de combustible para el secado de alimentos a través del calor producido por la luz solar, para llevar la deshidratación y la disminución de microorganismos en los alimentos, evitando así contaminar el ambiente con energías derivadas de los hidrocarburos. En algunos alimentos su porcentaje de humedad son: papa 75%, zanahoria 70%, manzana 84%, plátano 80%, mango 85%, y pescado 80% (Nandwani, 2013). Siendo lo anterior, una rama altamente rentable de la explotación de las fuentes renovables de energía caracterizada por su alto potencial energético, económico, social y ecológico, contribuyendo a la conservación del medio ambiente al evitar emisiones equivalentes de CO₂ y óxido de nitrógeno y azufre, pues sustituye al consumo de electricidad y de combustibles fósiles (Bergues *et al.*, 2013).

En el municipio de Acapetahua se produce materia prima proveniente del sector agrícola y pesquero como son carne, frutas y verduras, generalmente estos son cosechados por temporadas, dando lugar a una saturación de mercado y por lo consiguiente un excedente de desperdicio, afectando en lo económico a los pequeños productores que no cuentan con herramientas y recursos para prolongar la vida en anaquel de sus productos.

METODOLOGÍA

Este estudio es de carácter experimental, el cual se evalúa el desempeño y eficiencia del diseño de los secadores solares mixtos, con un sistema fotovoltaico (panel solar, batería, inversor de corriente desde 12 v hasta 120 v).

Se construyeron dos secadores solares a partir de los siguientes materiales:

Secador No. 1. La cámara de secado se construyó con placas de acero calibre 10, con cubierta de fibra de vidrio, en su interior se recubrió con lámina lisa galvanizada número 14, el cual se instaló un sensor de temperatura marca Emko conectado a un amperímetro y aun sistema de extracción de aire, todo el sistema conectado al generador de energía (panel solar, batería, inversor de corriente) que adapta la energía proveniente del panel para satisfacer el consumo de los equipos dentro del secador (12 v a 120 v); el colector de calor se construyó de vidrio, con aislante de fibra de vidrio y cubierta con lámina galvanizada No. 14.

Secador No. 2. Se construyó bajo las mismas condiciones que el secador 1 con la sustitución de placa de acero calibre 10 por lámina galvanizada No. 14, al colector de calor se acopló tubería de PVC de 2 pulgadas, un codo de 45 grados conectado a un ventilador, con una modificación en el diseño del secador número 1.

Ecuaciones para el cálculo de eficiencia (Genkoplis, 2010)

$$\text{Humedad: } H = \frac{PA}{P-PA} * \frac{18.02 \text{ kg H}_2\text{O}}{\text{Kg mol H}_2\text{O}} * \frac{1}{28.97 \text{ kg aire} / \text{kg mol aire}} \quad (1)$$

$$\text{Porcentaje de humedad relativa: } Hr = 100 \frac{PA_s}{PA_s} \quad (2)$$

$$\text{Humedad de saturación: } H_s = \frac{PA_s}{P-PA_s} \quad (3)$$

$$\text{Porcentaje de humedad: } Hp = 100 \frac{H}{H_s} \quad (4)$$

$$\text{Curvas de velocidad de secado: } Xt = \frac{W - W_s}{W_s}, R = \frac{L_s}{A} \quad (5)$$

Resistencias

Las resistencias equivalentes que representan la oposición a las pérdidas de calor por convección (1/hc) y radiación (1/hr) y están representadas por R1 y R2, R3 representa la resistencia a la conducción a través del aislante térmico en la parte posterior y lados del colector y la R4 es usualmente muy pequeña (despreciable). La idea es tratar de obtener una resistencia equivalente (Req), esta resistencia es igual al inverso del coeficiente total de pérdidas de calor Req= 1/Ul. Podemos decir entonces que Ul es la suma de varios coeficientes de pérdida de calor, que se puede expresar como el inverso de sus resistencias, así:

$$Ul = Ut + Ub + Ue$$

Donde Ut es el coeficiente total de transferencia de calor para la parte superior del colector y es igual al inverso de las de la suma de las dos primeras resistencias:

$$U_t = \left\{ \frac{N}{C \left[\frac{1}{T_p - T_a} \right] e} + \frac{1}{H_w} \right\}^{-1} + \frac{1}{\frac{1}{E_p + 0.00591Nhw} + \frac{2N + F - 1 - 0.133E_p}{E_p} - N} \quad (6)$$

Ub y Ue, son los coeficientes de pérdida de calor por conducción en el fondo y los lados respectivamente, que tienen que ver con R3. Además estos coeficientes también tienen relación las dimensiones del colector y el tipo y grosor del aislante utilizado, de manera que se escribe las relaciones:

$$U_b = \frac{Ka}{l} \quad (7)$$

$$U_e = \frac{Ka MP}{l' Ac} \quad (8)$$

Ka: Es la conductividad térmica del aislante

l: Espesor del aislante en el fondo

l': Espesor del aislante a los lados

Ac (m²): Es el área efectiva del colector.

P: Perímetro del colector

M: Altura del colector

La temperatura media es función del diseño del colector y a su vez este depende de la radiación solar incidente y la temperatura del fluido de trabajo al entrar al colector.

Calor útil

Considerando un día asoleado con una radiación de 1100 W/ (HT) en el municipio de Acapetahua. Si la transmitancia del vidrio es igual a 0.88, la absorbanca de la chapa colectora es de 0.9 y el coeficiente para una cubierta de vidrio es 0.16, podemos obtener el calor útil del colector solar:

$$Q_a = A_c [Ht(\tau\alpha) - U_l (T_p - T_a)] \tag{9}$$

- H (W/m²): Es la energía solar incidente.
- A_c: (m²): Es el área efectiva del colector.
- τ: Transmitancia solar efectiva de la cubierta del colector
- α: Absorbanca de la placa absorbente del colector
- U_l (W/m² °C): Coeficiente de pérdidas de calor por radiación, convección y conducción
- T_{pm} (°C): Temperatura media de la placa de absorción
- T_a: Temperatura del ambiente.

Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se utiliza una expresión muy sencilla, en el que se ocupan algunos de los datos utilizado anteriormente.

$$\eta_c = \frac{Q_u}{Ht A_c} \tag{10}$$

Coefficiente total de pérdida de calor

A continuación se ilustraran las ecuaciones para calcular la tasa de transferencia de calor por convección, establecidas por Gengel en 1996.

Donde:

- h= coeficiente de calor por convección.
- A= área
- σ = 5.67 * 10⁻⁸ W/m²K⁴
- T_s= temperatura del equipo.
- T_f= temperatura ambiente.

$$Q_{conv} = hA (T_s - T_f) \tag{11}$$

$$Q_{emt,max} = \sigma AT_s^4 \tag{12}$$

$$Q_{emt} = \epsilon \sigma AT_s^4 \tag{13}$$

$$Q_{ads} \dots = \alpha Q_{inc} \tag{14}$$

$$Q_{rad} = \epsilon \sigma A (T_s^4 - T_{surr}^4) \tag{15}$$

$$Q_{total} = Q_{conv} + Q_{rad}. \tag{16}$$

MATERIAS PRIMAS

Para los experimentos realizados en los secadores solares se utilizaron 100 gr de carne de cerdo, esta materia prima fue obtenida del mercado 20 de Noviembre del municipio de Acapetahua, Chiapas. Posteriormente fueron pesados y colocados en charolas de aluminio los cuales se encontraban a peso constante en un horno de secado marca Yamato, modelo Drying Oven DX402. Para la medición de humedad se utilizó un termohidrómetro marca Company, modelo 4184.

RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en los cálculos de energía de los secadores solares en estudio.

En la tabla 1 se observan los datos de los parámetros calculados, en el cual se comparan los secadores No. 1 y No. 2, durante el secado de carne de cerdo en un periodo de 24 h; cabe mencionar que durante los tiempos de radiación solar eran variados esto debido a que el clima cambiaba constantemente lo que permitía que el sistema fotovoltaico mantuviera la temperatura interna del secador el cual era controlada por un sensor de temperatura marca Emko calibrado de acuerdo a la temperatura de 65°C ± 5°C o 70°C ± 5°C

Aspectos evaluados	Secador 1	Secador 2
Temperatura	65°C	70 °C
Humedad	0.039	0.039
Humedad de saturación		
Porcentaje de humedad	19.06 %	14.02 %
Porcentaje de humedad relativa	23.76 %	19.07 %

TABLA 1 Comportamiento de los equipos con respecto a la humedad.

En la tabla 2 se observan los resultados de los cálculos realizados con respecto a los coeficientes de calor (Q_{conv}, Q_{total}) en los secadores No.1 y No. 2, asimismo el cálculo de la capacidad de absorbanca de radiación, los resultados analizados entre ambos secadores se puede observar una diferencia debido a que el secador No.1 tiene una caja de recolección de calor de 0.4352 m³ y el secador No.2 un colector de 0.93 m³.

Aspectos evaluados	Secador 1	Secador 2
	1, 630.128 w	3,421.6 w
	388.7615535 w	739.0042319 w
	10.8853235 w	20.69211849 w
	24,550.0436	24,550.04736
	3.37854703 w	7.236067258 w
	1,639.506547 w	3,428.836067 w

TABLA 2

Resultados de tasa de transferencia de calor por convección.

En la tabla 3 se presentan los datos obtenidos de coeficiente total de pérdida de calor en los equipos diseñados, así mismo se obtuvo como resultado que la eficiencia para los dos equipos es similar con un 80.48%, estos resultados comparados con López en el 2011 muestra que sus secadores tienen una eficiencia del 78%

Aspectos evaluados	Secador 1	Secador 2
Ut	6.036643706	5.89448231
Ub	16.2992126	16.2992126
Ue	0.576144328	15.09670453

LITERATURA CITADA

- BURRETA S., V.M., F. LIMÓN A., J.L. FERNÁNDEZ Z. Y M.L. SOTO P.O., 2003.** *Participación campesina en el diseño y construcción de un secador solar para Café*. 1ª. Ed. Agro ciencia. Pp. 95-106.
- BERGUES R., C.C., L. BÉRRIZ P. Y P. GRIÑÁN V., 2013.** Secadores solares directos: Una experiencia para su extensión y generalización en la zona oriental de Cuba. *Tecnología Química 33 (1): 1-9*.
- CENGEL, Y.A. Y M.A. BOLES, 1996.** *Termodinámica*, Tomo I, 2ª. Ed. México. McGraw Hill. Pp.140-160.
- GEANKOPLIS, C., 2010.** *Procesos de transporte y principios de procesos de separación*, 4ª. Ed. México. Patrio. Pp. 585-588.
- LOPEZ, J., 2011.** *Diseño, construcción y evaluación de un secador solar mixto*. UNICACH: Facultad de Ingeniería. Pp. 61-79.
- NANDWANI, S., 2013.** *Secadores solares en Costa Rica experiencia personal*. Costa Rica. Pp. 1-15.
- RICO J., E., A. PÉREZ-NIETO, G.M.L. RUIZ A. Y L. ROBLEDO C., 2010.** *Innovación en el diseño y construcción de un secador solar para frutas y hortalizas*. Universidad de Guanajuato, México. Pp.1-17.
- RIVASPLATA C., C., R. CALIZAYA M.A. Y J. GUTIÉRREZ G., 2003.** *Diseño y evaluación de un secador solar para el secado industrial del tomate*. Perú. Pp. 1-20.

Aspectos evaluados	Secador 1	Secador 2
UI	22.91200403	37.29039945
Qu	16,183.00225 Kw	24,640.11009 Kw
η_c	80.48 %	80.48 %

TABLA 3

Resultados obtenidos de coeficiente total de pérdida de calor, calor útil y eficiencia en los equipos.

CONCLUSIONES

Este proyecto demuestra que es posible desarrollar tecnología apropiada para el secado de productos agrícolas en el municipio de Acapetahua, Chiapas, en este caso se realizó el proceso de diseño, cálculo y construcción de un secador solar indirecto.

Para un mayor aprovechamiento de la energía solar por el colector solar indirecto las pruebas experimentales se deben realizar en el intervalo de tiempo que exista mejores condiciones de la variación de temperatura (en nuestro caso desde 8 a.m. hasta 5 p.m.) en el municipio de Acapetahua, Chiapas.

Se calculó la capacidad calorífica de los secadores, obteniendo como resultado para el secador No. 1 con 16,183.00225 W y para el secador No. 2 de 24,640.11009 W. También se determinó la eficiencia de los equipos, en los cuales se tuvieron para ambos secadores un 80.48% de eficiencia.

Gestión integral de cuencas hidrográficas: una alternativa a la sustentabilidad de los recursos hídricos en México

Mario Gpe. González Pérez¹, Joel G. Retamoza López²
Roberto H. Albores Arzate³, Aída A. Guerrero de León⁴

¹ Departamento de Ingenierías, Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara. e mail: inge_united@hotmail.com | ² Alianza Ambientalista Sinaloense. e mail: alianzaambientalista@hotmail.com | ³ Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. e mail: horacio0101@hotmail.com | ⁴ Departamento de Ciencias de la Salud, Centro Universitario de Tonalá, de la Universidad de Guadalajara. e mail: aida.guerrero@academico.udg.mx

RESUMEN

La presente comunicación reflexiona en torno a la sustentabilidad de los recursos hídricos en el territorio de México desde el enfoque de la gestión integral de cuencas hidrográficas.

Palabras clave: gestión ambiental, cuencas hidrográficas, sistema territorial, sustentabilidad, México

ABSTRACT

This paper reflects on the sustainability of the water resources in the Mexican territory from the approach to environmental management of watersheds

Keywords: environmental management, watersheds, territorial system, sustainability, Mexico

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, con la facilidad que nos ofrece los canales virtuales de acceso a la información y comunicación, cotidianamente nos enteramos de avances importantes en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, la práctica tradicional de muchos de estos descubrimientos y desarrollos científicos han estado asociados directa o indirectamente con elevados niveles de deterioro ambiental.

En materia hídrica, estos eventos han derivado en transformaciones territoriales por la obstrucciones de los escurrimientos originales, modificaciones en el tirante y caudal de los ríos, destrucción de la vegetación ribereña, desplazamiento o aniquilación de la fauna nativa, disminución de la cantidad y calidad del agua para el manejo agropecuario o consumo humano, ocupación y cambios de usos del suelo, etc. Es decir, la maquinaria implementada en las grandes obras de ingeniería y las mismas obras, directa e indirectamente han transformado para siempre las condiciones originales del territorio intervenido y han provocado un mosaico de formas y paisajes con menor o mayor grado de afectación (figura 1).

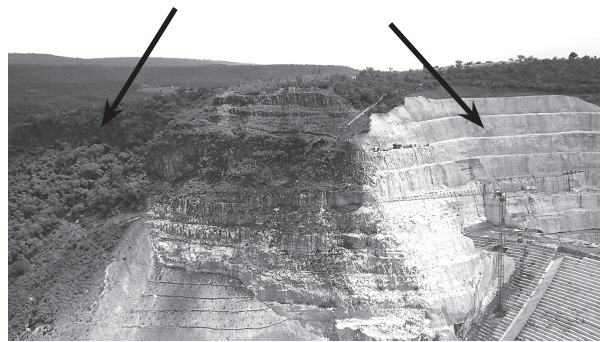


FIGURA 1

Transformaciones territoriales (márgenes agua abajo y agua arriba de la presa El Zapotillo).
Fuente: Elaboración propia, 2014.

Este fenómeno de transformación y configuración no es exclusivo de algún territorio en específico de los países con mayor grado de industrialización, sino que tiene presencia en muchos países en vías de desarrollo y en el subdesarrollo, en donde las directrices político-económicas han beneficiado a una parte del sector privado, con actitudes depredadoras, que han configurado entornos hostiles para el suelo, subsuelo, agua y aire del territorio en lo general y de la cuenca en lo particular.

México por su lado, padece una serie de problemas ambientales que comprometen la sostenibilidad de su desarrollo. Algunos de estos problemas coinciden con los experimentados por los países desarrollados y derivan de procesos acelerados de industrialización-urbanización. Otros en cambio, son propios de países en desarrollo, como la transformación del hábitat, o la sobreexplotación de recursos naturales (Sánchez, 2007).

La investigación cuestiona el recorrido que ha experimentado el proceso de gestión integral de los recursos hídricos en México. Por lo que, el objetivo central del trabajo analiza los eventos que han sido decisivos en el actual definición y práctica de la gestión integral, y reflexiona sobre el escenario de los recursos hídricos desde el enfoque de la sustentabilidad ambiental. Metodológicamente, se recapitulan las actuaciones en territorio mexicano mediante la revisión documental, la cual nos ha proporcionado información valiosa para la conformación del presente trabajo. Asimismo, las fuentes hemerográficas nos han ayudado a complementar el desarrollo del objeto de estudio.

1. Cuencas hidrográficas y recursos hídricos: los conflictos territoriales

La cuenca es el espacio físico en donde nacen, crecen, decrecen o mueren una variedad de afluentes y en menor preponderancia efluentes, producto de la precipitación o el deshielo. Asimismo, estos escurrimientos sujetos a la fuerza de gravedad, interactúan temporalmente a escala social, ambiental y económica en un sistema territorial. En este entendido, es la topografía de ese espacio geográfico el que induce la morfología de la cuenca y va condicionando junto a la fuerza de gravedad las características físicas, donde viven y conviven de manera interrelacionada seres humanos, animales y plantas.

Las cuencas suelen tener formas diversas, con ramificaciones aleatorias que no necesariamente coinciden a nivel del suelo o del subsuelo. Es decir que los límites subterráneos de una cuenca no necesariamente son similares a las divisiones topográficas superficiales. Además, es posible identificar cuencas hidrológicas, las cuales estudian el agua que está presente en el subsuelo y las cuencas hidrográficas, cuyas características superficiales se encuentran bien definidas y es posible diferenciarlas en cuencas de morfología dendrítica, de malla, radiales, rectangulares, entre otras. Por ello, es la cuenca hidrográfica donde son más perceptibles las actuaciones del ser humano (con conocimiento que estas actuaciones en la superficie repercuten indiscutiblemente en el agua subterránea).

En el caso de México, los programas a nivel de cuencas sobre el desarrollo regional fueron asignados a comisiones de cuencas conformadas a finales de la década de los años 40 y mediados de los años 60 del siglo XX. En su origen, la concepción de desarrollo de cuencas provino de las escuelas de ingeniería hidráulica, que formulaban proyectos con el fin de balancear la oferta y la demanda de agua para satisfacer los requerimientos de cada sector de usuarios en una cuenca o sistemas hídricos conectados, así como para controlar fenómenos extremos como inundaciones (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1994 [Cepal]: 40-70).

En la actualidad, las actuaciones hidráulicas en las cuencas se han caracterizado por escenarios de destrucción ambiental, ocupación territorial, usurpación y despojo de medios de subsistencia de unos en detrimento de la calidad de vida de otros, donde normalmente los residentes del espacio rural son quienes asumen el costo de la necesidad hídrica de la población urbana. La justificación de estas decisiones se han fundamentado en la ecuación del análisis costo-beneficio con graves saldos en contra relacionados con los recursos naturales (figura 2)¹.

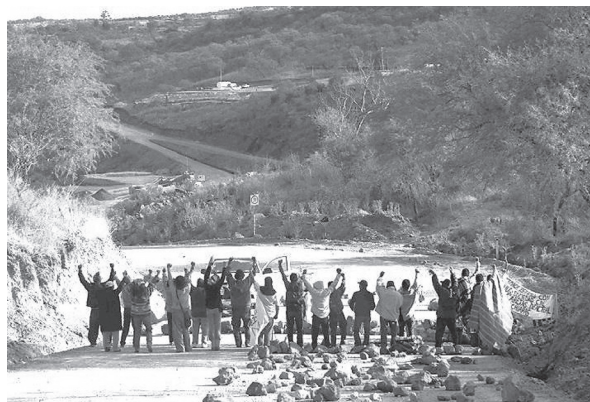


FIGURA 2

Manifestaciones en contra de El Zapotillo.
Fuente: Pérez y Martínez 2011.

Este modelo en la operatividad de los recursos hídricos implicó importantes transformaciones territoriales y configuraciones del medio físico, que fueron recopiladas en diversos trabajos académicos a lo largo y ancho del globo. Igualmente, diversas organizaciones de grupos

¹ En casos de represas, los sujetos vulnerables y desprotegidos son siempre los mismos: comunidades campesinas, indígenas, mujeres y niños de áreas rurales, que llevan en sus espaldas el precio de aquel desarrollo. Todo ello, sin que, en muchos casos, hayan sido consultados, su oposición tomada en cuenta o sin ser, finalmente, compensados e indemnizados (Mamani, 2009:20).

ambientalistas, grupos de desplazados por las presas o grupos de afectados por la contaminación de cuerpos de agua, a través de vertidos contaminantes, fueron coadyuvando a la implementación de programas regionales y modificaciones a marcos normativos en materia de administración, manejo y gestión de recursos hídricos. Ejemplo de ello son los programas de la cuenca del río Papaloapan en 1947, que en 46,500 km² circunscribe la cuenca de este río y cuencas adyacentes que desembocan al pacífico mexicano; el programa de la cuenca Santiago-Lerma y Chapala en 1950; los programas de las cuencas del Tepalcatepec de 17 000 km² y del Balsas de 100 000 Km² entre 1947 y 1960; el programa de la cuenca de los ríos Grijalva-Usumacinta de 120, 000 km² y el programa de la cuenca del Río Fuerte de 29 000 km en 1951 (Cepal, 1994: 44-48).

De esta manera, la ocupación y movilización territorial de la población está sujeta a interacciones de carácter político económico, que raras veces consideran la cosmovisión del territorio y la resistencia de la población desplazada. Lo que sí ocurre, son cambios tanto actitudinales por el valor asignado a lo intangible.

Ciertamente, la administración de agua a nivel de cuencas tiene por objeto distribuir entre múltiples usuarios, regular las descargas, controlar la calidad y realizar manejos conjuntos de agua superficial y subterránea. Es decir, el objetivo de la administración de agua recae en compatibilizar la oferta con la demanda, en cantidad, calidad, lugar y tiempo. Por ello, la coordinación de acciones a nivel de cuencas en México se ha conducido a través del encuentro entre el tema del control y aprovechamiento del agua, la construcción de obras hidráulicas, la administración del agua y el desarrollo de esta. Igualmente, al considerar el manejo de cuencas de captación para controlar la erosión que afecta los embalses construidos ha dado cobertura al tema internacional de la *gestión ambiental* (Cepal, 1994: 41-90).

2. Hacia un gestión ambiental de cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica representa a la unidad territorial dividida por una línea imaginaria delimitada por la topografía del lugar denominada parteagua. En la cual, el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto determinado, ya sea un escurrimiento que desemboca en el cauce principal, o la suma de diversas escorrentías que se conjuntan en el río, lago o mar. De esta manera, tenemos cuencas, cuyas escorrentías agrupan cuerpos de agua sin contacto con el mar (endorreicas) y cuencas, cuyos tributarios desembocan en el mar (exorreicas).

En estos espacios las personas se asientan, edifican su vivienda, cultivan la tierra y se van apropiando del territorio. Por ello, los recursos naturales presentes en la cuenca necesitan de un sistema de gestión que proteja, propicie y formule marco regulatorios, que normen, mediante planes y programas el proceso de intervención².

En México funcionan en forma deficiente los sistemas de gestión de los recursos naturales. Particularmente, la gestión del agua a nivel de cuencas, el manejo de bosques y fauna nativos y a la conservación de los suelos. De igual forma, el aporte hacia el mejoramiento de los sistemas de gestión de recursos ha sido pensado principalmente con relación a proyectos de inversión y hacia usuarios de tipo empresarial. Dado que poco se ha hecho en materia de consolidación de sistemas estables de gestión de recursos naturales, como la conformación de distritos de conservación de suelos y/o Unidades de Gestión Ambiental (Cepal, 1994:5).

Así pues, son necesarios nuevos mecanismos que ordenen la actividad humana en el territorio, mediante la utilización de instrumentos de gestión. Es decir, es necesario una herramienta de participación multidisciplinaria, que relacione las áreas naturales protegidas, los residuos sólidos y líquidos, la eliminación de desechos tóxicos y/o agroecosistemas, o en otros términos se requiere de una *gestión ambiental de cuencas hidrográficas*.

3. La gestión ambiental de cuencas hidrográficas: gobernanza y sustentabilidad del agua

Desde finales del siglo XIX, la ciencia geográfica estudiaba las cuencas-regiones de dos maneras: *Una física, hacia la opción dada por el entonces nuevo estudio de los relieves en conexión con las redes hidrográficas; y otra humana, también naciente, hacia una concepción radicada en los hechos y las voluntades colectivas decantados por el fluir de la historia* (Martínez de Pisón, 2004: 48). Sin embargo, a partir del avance de investigaciones basadas en la corriente humanística, se fortalece el concepto de participación para los procesos de gestión de las cuencas hidrográficas (Ferneý, 2011: 97-98).

Este concepto de cuenca es el soporte del enfoque de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), que surge como una estrategia teórica orientada a resolver la crisis del agua, relativa a problemas y conflictos asocia-

² A principios del siglo XX, las corrientes fluviales parecían muy abundantes y parecía un desperdicio que fluyeran sin aprovechamiento; ahora en cambio en las postrimerías del siglo, estas aguas han sido represadas, en muchos casos transvasadas de regiones de abundancia a regiones de déficit. En algunos sitios los amantes de la vida silvestre pretenden restaurar el flujo libre de los cauces de los ríos, desmantelando las represas (Melville y Cirelli, 2000:3).

dos al uso y disponibilidad. La GIRH tuvo un impulso importante en la Conferencia de Estocolmo de 1972 y se extendió hasta la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, en 1992 (Rodríguez y Espinoza, 2003; Ramírez, 2004; Santacruz, 2007:48). A partir de estas conferencias, empieza la proliferación de normativas encaminadas a la conservación y manejo de los recursos naturales como una visión de gestión exclusivamente de Estado, lo que ha impedido en muchos de los casos su aplicación (Ferney, 2011: 97).

El debate actual de la gestión del agua plantea que la *gobernanza*³ es el modelo adecuado para solucionar los graves problemas mundiales de los recursos hídricos desde un enfoque sustentable. Esto significa un cambio profundo en las políticas del agua, cuyo reto consiste en construir una cultura participativa, empoderamiento ciudadano, rediseño de instituciones y un marco normativo congruente que respete y valore equitativamente los usos consuntivos del agua, tanto los de tipo ecológico como los de tipo doméstico, industrial o agrícola (Aguilar e Iza, 2009; Musseta, 2009).

El concepto de *gobernanza* del agua emerge en los años 90, en medio de fuertes desafíos medioambientales que pretenden cambiar la manera de gestionar los recursos hídricos mediante el diseño de nuevas formas de gobierno. Desde la Conferencia de Dublín en 1992, se señalaron las necesidades de implementar procesos de gobernanza del agua. Posteriormente, en el 2000 la GWP⁴ también consideró un modelo de gobernanza efectiva que ayudaría a la crisis del agua. Además, en el mismo año la Declaración Ministerial de la Haya asumió reforzar la gobernabilidad de las instituciones mediante una “buena gobernanza”, la cual involucra intereses públicos y de todos los actores de la sociedad incluidos en el manejo de los recursos hídri-

³ La gobernanza como un marco normativo, ha sido la definición más la más divulgada por diversas instituciones como el Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), entre otros. Su uso es utilizado como una herramienta de medición para determinar la capacidad de gobernar de muchos países, la generación de indicadores sobre gobernanza obligó a considerar que podría existir “buena o mala gobernanza” (Global Water Partnership [GWP], 2003).

⁴ La GWP y el PNUD trasplantaron en las políticas hídricas mexicanas el concepto de gobernabilidad como sinónimo de gobernanza, que se refiere a un nuevo modelo de gestión asociadas al involucramiento de la sociedad en los procesos de gobierno que surge de las corrientes teóricas europeas (Cohen y Rogers, 1995; Fung y Wright, 2003; PNUD, 2004). Mientras que en Estados Unidos el término mantiene la vieja idea de gobernanza asociada a las formas de coordinación de gobierno y sociedad en los servicios de agua potable (Pierre y Peters, 2000). En cambio en México y latinoamérica es incipiente el desarrollo teórico y conceptual del término gobernanza del agua, de igual manera su implementación como modelo en las políticas, aplicación operativa y la puesta en práctica de la misma han sido criticadas por diversos autores (Cotler, 2004; Castro, 2006; Wilder y Romero, 2006).

cos. Un año después (2001), en la Conferencia de Bonn en Alemania, se recomendó gobernar el agua mediante arreglos en todos sus niveles de acción. En este sentido, el primer problema recaía en la definición del concepto, pues gobernanza se confunde con gobernabilidad, en su traducción al español o portugués. En la Unión Europea es más utilizado el término de gobernanza, pero en América Latina, por influencia del PNUD, propusieron el concepto de *gobernabilidad* (Kooiman, 1993).

Por su parte, la *gobernabilidad* se refiere a la capacidad de un sistema sociopolítico para gobernarse a sí mismo en el contexto de otros sistemas más amplios de los que forma parte. El término se derivaría del alineamiento efectivo entre las necesidades y las capacidades de un sistema sociopolítico (gobierno). El problema de la gobernabilidad es que requiere de las instituciones (reglas del juego) para su reforzamiento, lo cual determina el nivel o grado de gobernabilidad. Por tanto, se vuelve un reforzamiento de retroalimentación, la gobernabilidad depende de la calidad de las instituciones, y la calidad de las instituciones depende de la gobernabilidad. De esta forma, un nivel u otro de gobernabilidad se verán reflejados en el tipo de políticas públicas o regulaciones implementadas. No obstante, la gobernanza es la que determina la capacidad del gobierno para establecer patrones de interacción entre actores estratégicos no sesgados hacia grupos de interés que permitan la formulación e implementación de políticas en el menor tiempo y esfuerzo posible (Prats, 2003).

En resumen, la gobernanza es el medio a través del cual la sociedad define sus metas, prioridades y avanza la cooperación, sea global, nacional, regional o local (Burhenne-Guilmin y Scanlon, 2004). Sin embargo, México y en general los países de América Latina experimentan graves problemas relacionados con el manejo de los recursos naturales, debido principalmente a los procesos globalizadores que implantan megaproyectos, pero sobre todo a fallas en su gobernanza.

El The National Centre of Competence in Research (NCCR), a través del North-South, programa de investigación del Fondo Nacional Suizo (FNS), en sus estudios de colaboración con América Central (JACS SAM) identifica que en México los problemas están asociados al agotamiento y la contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas forestales debido a la insuficiencia de mecanismos institucionales, corrupción y fallas en la gobernanza (Bolay *et al.*, 2003; Hurni, 2005; Hurni y Wiesmann, 2010).

Los objetivos del milenio propuestos por la Organización de Naciones Unidas, han enfatizado la necesidad

de la protección del medio ambiente a través de la implementación de estrategias de manejo del agua a nivel local, regional y nacional para promover el acceso equitativo y adecuado del recurso. Los objetivos mundiales del Desarrollo Sustentable en el 2002 se consolidaron mediante un modelo denominado Gestión Integral de los Recursos Hídricos (World Water Forum Bulletin, 2006); concepto que se incorpora desde el enfoque normativo de algunas instituciones como la Asociación Mundial del Agua, el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas, el Banco Mundial, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, entre otros⁵.

Similar al concepto de *gobernanza*, el término de *sustentabilidad* también ha sido un reto en el ámbito conceptual. En un principio fue confundido con el de *sostenibilidad* debido a que nace como una definición ambigua en 1987 donde la Comisión Brundtland definió la noción de desarrollo sostenible como *el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*⁶.

El desarrollo sustentable y sus conceptos derivados se definieron según las teorías ecológicas y económicas⁷. En este sentido, sostenible se refiere a un concepto más que a una corriente en función al desarrollo económico y social. Por tanto, el desarrollo sostenible es un concepto integrador entre los tres aspectos: ambiental, social y económico, y es un término usado en el contexto del desarrollo urbano (Munasinghe, 1993).

La sustentabilidad en cambio, es un concepto más ecológico. Fue Ignacy Sachs (1982), quien precisó que el concepto habla de ecodesarrollo y contiene algunos aspectos importantes como: el esfuerzo de cada “ecoregión” dirigidos al aprovechamiento de sus recursos específicos para satisfacer las necesidades de los ciudada-

nos. De aquí, el desarrollo sustentable pretende conservar, proteger y preservar los recursos naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras, sin tener en cuenta las necesidades sociales, políticas ni culturales del ser humano. Por ejemplo, un desarrollo sostenible será aprovechar un bosque para explotar madera promoviendo un programa de reforestación continuo. En cambio el desarrollo sustentable se basa en utilizar estrategias ecológicas alternativas (reciclar, reusar, reducir) para no afectar los bosques y mantener su conservación natural (Dixon y Fallón, 1992; Bifani, 2004).

En este sentido, el desarrollo sustentable depende entonces de los instrumentos jurídicos, legales y administrativos en materia de agua y medio ambiente. El PNUD considera que los vínculos entre crecimiento económico y desarrollo para que sea sustentable tienen que contemplar la equidad, la oportunidad de empleo, el acceso a bienes de producción, gasto social, prestación de servicios básicos, igualdad de género, buen gobierno y sociedad activa.

Resulta plausible comprender que el manejo sustentable del agua se refiere a limitar la extracción del recurso hídrico a la capacidad de renovación de los cuerpos naturales de agua. Para lograr que la extracción de los recursos hídricos sea sustentable, es necesario conocer y asignar lo que corresponde al uso ecológico, o uso ambiental para el mantenimiento del ecosistema y la biodiversidad.

La gobernanza del agua y su enfoque en cuencas representa la oportunidad para el diseño de políticas equitativas, socialmente justas y ecológicamente sustentables. La gobernanza del agua implica tomar decisiones colectivas, donde no necesariamente las instituciones son las únicas responsables de la gestión del agua, sino que existen diversos actores, procesos y normas que se desarrollan en un contexto no formal y que de alguna manera intervienen en la toma de decisiones y cambian las formas de gestionar el agua. Por tanto, en la medida que el poder se delegue y exista mayor involucramiento de diversos actores, los procesos de gobernanza se fortalecen y conciben nuevos modelos más equitativos y socialmente justos.

4. La gestión integral de los recursos hídricos: a modo de conclusión

El agua es un tema demasiado importante para el desarrollo de las comunidades como para dejar su control en manos de entidades, ya sean privadas o del sector público. Sólo el compromiso y la participación de las sociedades en su gestión determinará en un futuro muy cercano, modelos más justos de inclusión y universalización de

⁵ Estas instituciones buscaban apoyar la crisis del agua y la consolidación de las instituciones. El concepto de gobernanza del agua se confundió con el de gobernabilidad debido a la influencia de estas organizaciones en las políticas hídricas de Latinoamérica. Sin embargo, actualmente aún existen confusiones conceptuales.

⁶ El libro *Nuestro futuro común* (nombre original del Informe Brundtland), fue el primer intento de eliminar la confrontación entre desarrollo y sostenibilidad. Presentado en 1987 por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, fue encabezada por la doctora noruega Gro Harlem Brundtland.

⁷ La definición de desarrollo sustentable ó sostenible de acuerdo a la Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente tienen el mismo significado y pretende *Asegurar que las necesidades actuales se satisfagan sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades* (Bifani, 2004: 108). La definición original, alude a la preservación del medio ambiente y el consumo prudente de los recursos naturales no renovables, pero actualmente el desarrollo sustentable considera tres aspectos; el progreso económico, la justificación social y la preservación del medio ambiente.

los servicios. Sobre todo en América Latina, por ser la región más diversificada del mundo en cuanto a ecosistemas más variados y con gran potencial para el desarrollo sustentable (Bifani, 2004).

En México, las últimas décadas se han caracterizado por un crecimiento acelerado de las ciudades, que ha incrementado la demanda hídrica y por ende, la construcción de grandes obras de infraestructura hidráulica, con la consecuentes costos de inversión y operación que el proyecto implica, pero también, con los evidentes efectos

sociales, económicos y ambientales en el sistema-territorio. Por tal motivo, la elaboración del manejo integrado de la cuenca y los programas de desarrollo sustentable consideran como un factor indispensable, desde su inicio hasta el final, diseñar un proceso de gestión con el objeto de coordinar entre los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) y los diferentes sectores de la sociedad, acuerdos y acciones que permitan avanzar en el consenso y propicien viabilidad, con el fin de convertirlo en un verdadero instrumento de planeación.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, G. Y A. IZA, 2009.** Gobernanza del agua en Mesoamérica. Dimensión Ambiental. *UICN Series de Política y Derecho Ambiental* 277.
- BIFANI, P., 2004.** *Medio ambiente y desarrollo*. Edic. de Guadalajara, México, pp. 111-144.
- BOLAY J., P. GERRITSEN, S. HOSTETTLER & C. ORTIZ, 2003.** Global Change, Urbanization and Natural Resource Management in Western Mexico. En: *ETFRN News, European Tropical Forestry Research Network*, Netherlands (submitted).
- BURHENNE-GUILMIN F. & J. SCANLON, 2004.** International Environmental Governance. En *IUCN Environmental Policy and Law* 49, IUCN, Gland, Switzerland, 2. p.
- CASTRO, J. E., 2006.** Agua, democracia y la construcción de la ciudadanía. En Esch, Sophie, Martha Delgado, Silke Helfrich, Hilda Salazar Ramírez, María Luisa Torregrasa e Iván Zúñiga Pérez-Tejada (eds.), *La gota de la vida: hacia una gestión sustentable y democrática del agua*, Fundación Heinrich Böll, México. Pp. 266-287.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 1994.** *Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas*. Documento, Disponible en: <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcr1399s.pdf> [12 septiembre 2014].
- COHEN J. & J. ROGERS, 1995.** *Associations and democracy*. Edic. Verso, London.
- COTLER, H., 2004.** *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Ed. SEMARNAT-INE, México, D.F.
- DIXON, J. A. & L. A. FALLON, 1989.** The Concept of Sustainability: Origins, Extensions and Usefulness for Policy. *Society and Natural Resources* 2: 73-84.
- FUNG, A. & E. O. WRIGHT, 2003.** Thinking about empowered participatory governance. En: *Fung, A. y Wright, E. O. (eds.). Deepening democracy, Institutional innovations in empowered participatory governance*. Edic. Verso, Reino Unido, pp. 3-43.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP, 2000.** Integrated water resources management. *Tac Background Paper 4*. Editado por Global Water Partnership, Suecia, 67 p.

- FERNEY, L. H., 2011.** *Gestión participativa de cuencas hidrográficas: el caso de la cuenca del río Valles, oriente de México.* Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- HURNI, H., 2005.** The mountain and highland focus of the Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South. *Mountain Research and Development*, 25 (2), 174-179.
- HURNI, H. & U. WIESMANN, 2010.** Global change and sustainable development. a synthesis of regional experiences from research partnerships. En Perspectives the Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North South, *Geographica Bernesia*, (5), Universidad de Berna, 578 p.
- KOOIMAN, J., 1993.** *Modern governance: new government-society interactions.* Edit. Universidad de Michigan, Michigan, EUA.
- MAMANI-PATANA, E., 2009.** Derechos humanos, Estado y represas del río Madera: entre la teoría y la realidad. En: P. Molina Carpio (coord.) *Bajo el caudal.* Pp. 15-31. Disponible en http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/bajo_el_caudal.pdf [16 julio 2014].
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E., 2004.** Las cuencas hidrográficas: Revisión histórica de su uso como soporte físico de la regionalización. En *Ambienta*, septiembre. Pp: 44- 48.
- MELVILLE R. y C. CIRELLI, 2000.** La crisis del agua, Sus dimensiones ecológica, cultural y política. *Memoria 154.* Pp. 26-30. Disponible en http://archivohistoricodelagua.info/e-agua/crisis_agua_espanol.pdf [15 Junio 2014].
- MUNASINGHE, M., 1993.** *Environmental economics and sustainable development.* Edit. The World Bank, Washinton, USA.
- MUSSETTA, P., 2009.** Participación y gobernanza. El modelo de gobierno del agua en México. *Revista Espacios Públicos*, 5 (25), Pp. 66-84.
- PRATS, J. O., 2003.** El concepto y el análisis de la gobernabilidad. *Revista Instituciones y Desarrollo*, 14 (15), Pp. 239-69.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2004.** Water governance for poverty reduction key issues and the UNDP response to millenium development goals. En Kristen Lewis (Ed.) *United nations development programme.* New York. Disponible en: <http://www.undp.org/water> [12 septiembre 2014].
- PIERRE, J. & G. PETERS, 2000.** *Governance, politics and the state.* Political análisis. Edit. St. Martins Press, Nueva York.
- PÉREZ P. J. y A. MARTÍNEZ, 2011.** Pide Congreso detener presa El Zapotillo, Movimiento Mexicano de Afectados por las Presas y en Defensa de los Ríos, Disponible en: <http://www.mapder.lunasexta.org/?p=357> [17 Marzo 2013].
- RAMÍREZ, R., 2004.** *Gestión ambiental en México. Una visión al futuro.* Tesis de Licenciatura en Derecho. Facultad de Derecho/UNAM. México. 195 pp.
- RODRÍGUEZ M. Y G. ESPINOZA, 2003.** *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: evolución, tendencias y principales prácticas.* Banco Interamericano de Desarrollo. S.d.
- SACHS, I., 1982.** *Ecodesarrollo, desarrollo sin destrucción.* El Colegio de México. México. Programa sobre Desarrollo y Medio Ambiente. 201 p.
- SÁNCHEZ, M. M., 2007.** Carreteras ecológicas vs carreteras asesinas. *Revista Matria*, 11, 2-3.

- SANTACRUZ DE LEÓN, G., 2007.** *Hacia una gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del río Valles, huasteca, México.* Tesis del Doctorado en Ciencias Ambientales, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 383 p.
- WILDER, M. & P. L. ROMERO, 2006.** Paradoxes of decentralization: water reform and social implications in Mexico. *Revista World Development* 34 (11), Pp. 1977-1995.
- WORLD WATER FORUM BULLETIN, 2006.** A summary report of the 4th world water forum. *The International Institute for Sustainable Development (IISD)-4th World Water Forum Secretariat* 82 (15): 1-19.

NORMAS EDITORIALES

REVISTA LACANDONIA

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Para un artículo de revista:

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

Para un libro:

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

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

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

Los originales no serán devueltos.

Enviar sus contribuciones al Dr. Carlos R. Beutelspacher, editor de la revista *Lacandonia* de la UNICACH romme-lbeu@gmail.com o bien al miembro del Comité Editorial de la respectiva escuela:

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

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, junio de 2016.

Rectoría

Ing. Roberto Domínguez Castellanos
RECTOR

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca
SECRETARIO GENERAL

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez
SECRETARIO ACADÉMICO

Lic. Adolfo Guerra Talayero
ABOGADO GENERAL

Lic. Ricardo Cruz González
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

Mtro. Pascual Ramos García
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

C.P. Miriam Matilde Solís Domínguez
AUDITORA GENERAL

Lic. Roberto Ramos Maza
DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

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

Dra. María Adelina Schlie Guzmán
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

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

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



Producción Editorial
Universitaria 2016