

LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA EN CHIAPAS

SITUACIÓN ACTUAL, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Miguel Ángel Pérez Farrera César Tejeda Cruz Evodia Silva Rivera

Colección
Jaguar



UNICACH

Los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

Situación actual, diversidad y conservación

Miguel Ángel Pérez Farrera
César Tejeda Cruz
Evodia Silva Rivera



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
2010



El jaguar es uno de las especies más representativas de la fauna chiapaneca y el símbolo por antonomasia de la biodiversidad en nuestro estado. Bajo su nombre están contenidos todos los títulos pertenecientes al ámbito de las ciencias naturales producidos en la universidad.

Primera edición: 2010

D. R. ©2010. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
1ª Avenida Sur Poniente número 1460
C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
www.unicach.edu.mx
editorial@unicach.edu.mx

ISBN 978-607-7510-58-1

Diseño de la colección: Manuel Cunjamá

Imagen de portada: Reserva de la Biosfera El Triunfo
Carlos Frias Ojinaga
Luznatura fotografía
www.luznatura.com.mx

Contraportada: Reserva de la Biosfera El Triunfo
Luis Felipe Rivera y Carlos Frias Ojinaga
Luznatura fotografía

Impreso en México

Los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

Situación actual, diversidad y conservación

Miguel Ángel Pérez Farrera
César Tejeda Cruz
Evodia Silva Rivera

**Colección
Jaguar**



UNICACH

Índice

Prefacio.....	11
<i>Antony Challenger</i>	
Prólogo.....	15
Definiciones, importancia y origen.	19
<i>Miguel A. Pérez Farrera y Héctor Gómez Domínguez</i>	
Características físico-ambientales de los bosques mesófilos en Chiapas.....	37
<i>Rubén Martínez-Camilo y Nayely Martínez-Meléndez</i>	
La clasificación etnobotánica maya de Los Altos de Chiapas. Un sistema comprensivo y natural	65
<i>Brent Berlín</i>	
La selva baja perennifolia de los cerros El Triunfo y Tres Picos, Chiapas.....	101
<i>Héctor Gómez Domínguez</i>	
Fenología de los árboles del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas	121
<i>Sofía Solórzano, L. Avila†, Silvia Castillo, Jorge A. Meave y G. Ibarra Manríquez</i>	
Aspectos demográficos y distribución geográfica de dos especies de <i>Chamaedorea</i> en un bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.	161
<i>Rubén Martínez-Camilo y Miguel A. Pérez Farrera</i>	
Riqueza y composición de las epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo	183
<i>Nayely Martínez-Meléndez y Miguel Ángel Pérez Farrera</i>	

Los escarabajos de bosques de niebla en Chiapas (Coleoptera: Melolonthidae).....	207
<i>Benigno Gómez y Gómez Miguel Ángel Morón</i>	
La historia natural del quetzal y sus perspectivas en conservación..	227
<i>Sofía Solórzano</i>	
Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas.....	269
<i>Eduardo Espinoza Medinilla e Ignacio Sánchez Vázquez</i>	
Situación actual, fragmentación, áreas prioritarias de conservación y principales amenazas del bosque mesófilo en Chiapas.....	295
<i>Dario Navarrete, Delfino Méndez Alejandro Flamenco y Alba Patrocinio</i>	

Agradecimientos

El comité editorial de este libro desea expresar su agradecimiento a los siguientes investigadores que tuvieron la gentileza y disponibilidad para revisar, los siguientes capítulos del libro:

A la doctora Ana Mendoza Ochoa del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México por la revisión del capítulo “Aspectos demográficos y distribución de dos especies de *Chamaedorea* de un bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas”; al doctor Arturo Gómez Pompa del Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana por la revisión del capítulo “La clasificación etnobotánica maya de Los Altos de Chiapas. Un sistema comprensivo y natural”; al doctor Pedro Reyes Castillo del Instituto de Ecología, A.C. por la revisión del capítulo “Los escarabajos de bosques de niebla en Chiapas (Coleoptera: Melolonthidae)”; al doctor Vinicio Sosa Fernández del Instituto de Ecología, A.C. por la revisión del capítulo “Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas”; a la doctora Claudia Álvarez Aquino del Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana por la revisión del capítulo “Fenología de los árboles del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas”; a la doctora Andrea Cruz Angón de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad por la revisión del capítulo “La historia natural del quetzal y sus perspectivas en conservación.” Finalmente queremos agradecer especialmente a las biólogas Christian Ruiz Castillejos y Paola del Carmen Coutiño Zamayoá quienes apoyaron en la asistencia de la edición del libro y revisaron todos los capítulos.

Prefacio

Hace veinte años, en octubre de 1989, conocí mi primer bosque mesófilo. Acompañando a mis amigos (y paisanos ingleses) Melanie Heath y Adrian Long, recorrí con ellos lo que quedaba de la vegetación natural en la cercanía de Pueblo Nuevo Solistahuacán en el noroeste de Chiapas, incluyendo el bosque mesófilo en la reserva privada de la Clínica de La Yerbabuena.

A pesar de la deforestación muy reciente de un amplio trecho del bosque, que resultó ser el ecotono entre el bosque de pino, encino y liquidámbar y el bosque de niebla propiamente dicho, como “tarjeta de presentación” a los bosques mesófilos este fragmento remanente de la Selva Negra de Chiapas no pudo haber sido mejor. Previa a esta visita, y como a muchos europeos, había estado más interesado y preocupado por la biota y la conservación de las selvas altas perennifolias. Terminada mi breve estancia de dos o tres días en La Yerbabuena, el bosque mesófilo de montaña se había convertido en el ecosistema predilecto de mi interés. Y hasta hoy, las cosas no han cambiado.

Para quienes no son susceptibles a su atmósfera misteriosa, a sus columnas y cortinas rasgadas de musgos y líquenes, a su mezcla improbable de plantas tropicales y templadas, y a los encantadores helechos arborescentes envueltos en velos de neblina, estos ecosistemas podrían parecer lugares oscuros, húmedos, de difícil tránsito y poco cómodos. Y habría que ser honesto—¡a veces lo son!, pero desde la óptica de quienes se interesan en la naturaleza, sea como investigador, tomador de decisiones o por placer puro, estos ecosistemas son inigualables por su diversidad de seres vivos (empezando con la diversidad de comunida-

des del bosque mesófilo en sí), por la cantidad, calidad e importancia de sus servicios ambientales y, muy desafortunadamente, por su cobertura limitada, distribución restringida y tasas de pérdida y degradación –entre los más altos de los ecosistemas naturales del país.

Al comparar con otros ecosistemas de las latitudes tropicales, sobre todo las selvas húmedas, los bosques mesófilos han sido los “patitos feos” de las ciencias biológicas, con un interés y esfuerzo de investigación relativamente recientes, relativamente pobres, y relativamente carentes de presupuesto y de difusión pública. Si bien el interés ahora existe entre muchos investigadores, los demás factores mencionados siguen siendo recalcitrantemente vigentes.

Cuando en mayo de 1998 se publicó mi libro sobre los ecosistemas terrestres de México, éste incluía un capítulo dedicado a los bosques mesófilos del país, el cual pretendía reunir y analizar una buena parte de la información científica hasta entonces disponible sobre estos ecosistemas. Durante los más de diez años subsecuentes, el interés en la biota, la ecología y la conservación de estos ecosistemas se ha incrementado de manera significativa, lo que ha sido reflejada en la generación y publicación de un acervo adicional muy importante de información científica sobre los bosques mesófilos en México y del mundo.

No obstante, la información hasta ahora existente sobre estos importantísimos ecosistemas, aunque mejor, sigue siendo algo raquítico, con importantes huecos de cobertura, con una calidad de información bastante dispar, y con zonas geográficas enteras prácticamente sin tocar debido en parte a dificultades de acceso (por cuestiones topográficas o de seguridad personal) y en parte a carencias de instituciones de investigación en sus cercanías, entre otros factores.

Por fortuna, los bosques mesófilos del estado de Chiapas se encuentran entre aquéllos que sí han recibido una atención mucho mayor en el transcurso de los últimos años, debido a esfuerzos institucionales (derivado en parte del establecimiento de nuevos centros académicos, y al nuevo ímpetu que algunos centros han dado al estudio de estos ecosistemas); a políticas de gestión gubernamental (como el establecimiento de Áreas Protegidas importantes); y al interés, dedicación y preocupación real y sentida de algunos individuos quienes, desde sus

respectivas trincheras en organizaciones no gubernamentales, en instituciones de investigación, en el gobierno y en la sociedad civil, han sido –y siguen siendo– promotores incansables del interés, estudio, gestión, manejo y conservación de los bosques mesófilos del estado.

El presente libro es un ejemplo de lo anterior. Los editores han recopilado en un tomo una amplia gama de estudios muy valiosos sobre la situación actual de los bosques mesófilos en Chiapas. Incluye trabajos de amplia visión sobre la dinámica de cambio de las existencias de esta vegetación en el transcurso de las últimas tres décadas, hasta estudios puntuales sobre grupos de organismos en particular, y un estudio sobre un ave específica, el fabuloso y “resplandante quetzal” –sobre el cual ya conozco un poco más que antes tras haber leído este libro–, mismo que recomiendo a usted, amable lector de estas líneas.

Antony Challenger
Ciudad de México, 3 de septiembre de 2009

Prólogo

Antes de este libro se han realizado publicaciones claves para establecer el contexto global sobre el estado de los bosques mesófilos de montaña en el mundo. Ejemplos de ello son los trabajos de Kapelle y Brown (2001); Hamilton, Juvik, Scatena (1995); Churchill, Balslev, Forero, Luteyn (1995) y Stadtmüller (1987). Solamente existe una publicación que aborda la problemática desde un contexto regional en México, y es el trabajo de Williams-Linera (2007), *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. Challenger A. (1998), editó un libro de gran importancia sobre la *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro*, en donde aborda el análisis del bosque mesófilo en un contexto nacional. Por tanto, este es el segundo libro que se publica en un contexto regional, y el primero que se enfoca específicamente a hablar de los bosques en Chiapas.

Foster (2001) y Lawton *et al.* (2001) advirtieron desde hace casi una década a la comunidad científica internacional, que de seguir los procesos de deforestación y el aumento en la temperatura; los bosques mesófilos de montaña, serían gravemente alterados en su estructura, composición y ciclos hidrológicos (captura de agua). Por tanto, este libro realiza una recopilación de la información y los conocimientos existentes sobre el estado actual de los bosques mesófilos chiapanecos con la firme intención de informar a los diversos actores políticos, manejadores de los recursos naturales, a los académicos y al público en general, sobre la importancia de unir esfuerzos y lograr una toma de decisiones consensada, que permita tener un panorama amplio e inte-

gral para lograr la preservación y conservación de los últimos grandes remanentes de bosques mesófilos de montaña mexicanos.

El libro está compuesto por once capítulos que se organizaron de tal forma que el lector puede adentrarse en el tema a través de la revisión de algunos conceptos generales, procediendo a hacer una revisión de su papel y biodiversidad. La parte final se centra en el análisis de la situación actual de su distribución geográfica y los procesos de fragmentación que de continuar así, podrían, efectivamente llevar a su desaparición. El primer capítulo aborda y discute el concepto de *bosque mesófilo de montaña*, y habla de la importancia y origen del mismo. El segundo capítulo describe las características físico ambientales que definen a esta comunidad vegetal en Chiapas. El tercer capítulo hace una recopilación de importancia ecológica y cultural al describir detalladamente los sistemas de clasificación etnobotánica de los indígenas tzeltales y tzotziles; con es la primera vez que se publica en español este estudio clásico que fue realizado por el doctor Bent Berlin en 1998. El cuarto capítulo realiza una descripción y comparación de la estructura y composición florística de la *selva baja perennifolia* también conocida como *elfin forest* o *bosque enano* de dos sitios (El cerro Tres Picos y el cerro El Triunfo) localizados en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, y El Triunfo, respectivamente. En el quinto capítulo los autores realizan una descripción de los patrones fenológicos de floración y fructificación de algunas especies comunes o frecuentes del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. El sexto describe las principales características demográficas de dos especies de palma *Chamaedorea quezalteca* y *Chamaedorea nubium*, tales como la estructura poblacional, el crecimiento y la supervivencia en una comunidad de bosque mesófilo en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. El séptimo analiza y contrasta la riqueza y composición de la epífitas bajo diferentes comunidades vegetales, incluyendo el bosque mesófilo de montaña. Este capítulo también compara la variación de algunos grupos taxonómicos en diferentes pisos altitudinales, en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. El octavo capítulo enlista las especies de escarabajos (Coleoptera melolonthidae) del bosque mesófilo en Chiapas, señalando las especies que son endémicas e importantes para su conservación. El noveno capítulo

está enfocado a describir y analizar la historia de vida del quetzal, presentando su importancia histórica, biológica, ecológica, genética y evolutiva. El décimo capítulo presenta un análisis sobre la importancia que presentan los bosques mesófilos en la distribución y conservación de los mamíferos en Chiapas. El capítulo once discute la situación actual, analiza y describe los procesos de fragmentación, establece las áreas prioritarias de conservación y comenta las principales amenazas de los bosques mesófilos de Chiapas.

Definiciones, importancia y origen

Miguel A. Pérez Farrera y Héctor Gómez Domínguez

Herbario Eizi Matuda,
Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Definición

Miranda (1947) fue el primero en utilizar el nombre de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) para describir una comunidad vegetal húmeda de la Cuenca del Balsas. Posteriormente Miranda (1952) optó por cambiar este nombre a Selva Baja siempre verde para describir algunas comunidades vegetales en Chiapas y finalmente Miranda y Hernández X. (1963) en la publicación *Los tipos de vegetación de México y su clasificación* utilizaron el nombre de Selva Mediana o Baja Perennifolia para referirse a las mismas comunidades vegetales antes descritas.

Rzedowski (1978) en su obra ya clásica y conocida por todos los botánicos *Vegetación de México* retomó y adoptó el nombre de BMM para referirse a un concepto mucho más amplio que los descritos por los autores antes mencionados, ya que en su concepto engloba tanto bosques caducifolios como perennifolio con una gran variabilidad tanto en la composición como en la estructura vegetal, pero con similitudes ecológicas y florísticas. Con este nombre se han agrupado varias comunidades forestales que comparten características fisonómicas, ecológicas, climáticas y florísticas. En los estudios de la vegetación, estas forma-

ciones han sido llamadas de muy diferentes maneras: selva mediana siempre verde (en parte), bosque decíduo, selva baja o mediana siempre verde (Miranda, 1952), bosque caducifolio, selva mediana o baja perennifolia, selva alta o mediana subperennifolia (Miranda y Hernández-X, 1963), pine-oak Liquidambar forest, montane rain forest, evergreen cloud forest, lower montane rain forest (Breedlove, 1981), bosque decíduo templado (Rzedowski, 1966), bosque nuboso enano (Gómez, 1986), selva nublada (Bear, 1946), elfin woodland, montane rain forest (Bear, 1955), forest dense humide de montagne, moist montane forest (Trochain, 1957), berg-renenwald (Knapp, 1965), bosque ombrófito de altura (Lauer, 1968), forest caducifoliée humide de montagne (Puig, 1974), cloud forest (Leopold, 1950). Pero su denominación a nivel mundial más usada ha sido la de tropical montane cloud forest. Una de las causas por la que los botánicos le han dado diferentes denominaciones es la dificultad que representa encuadrar la vegetación en unidades discretas, en ocasiones sucede que ciertos criterios que son adecuados para tipificar las formaciones vegetales de una región del país no lo son para otra.

Es un bosque bastante heterogéneo fisonómicamente, puesto que incluye bosques altos, medianos y bajos tanto perennifolios como caducifolios con una gran diversidad en su arquitectura, formas y tamaño, así como elementos tropicales como holárticos. Entre sus características más sobresalientes destacan la presencia de una diversidad de epífitas, trepadoras leñosas y de helechos. Por lo que entonces ha sido difícil clasificar, estudiar y definir, ya que incluso se ha demostrado que pueden existir diferencias en la composición y en la heterogeneidad espacial incluso de una ladera a otra en un mismo sitio o zona montañosa (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000). Aparte de la altitud, de las características edáficas y de las diferencias macroclimáticas, existen otros factores como la orientación, la pendiente y la nubosidad que producen una heterogeneidad tan grande que es difícil hacer generalizaciones e interpretaciones (Beard, 1946; Richards, 1952; Tanner, 1980). En México Luna *et al.* (1989) mostraron que en el eje neovolcánico, la composición varía notablemente de modo altitudinal, también señalaron que la similitud entre dos áreas de bosque mesófilo aumenta más por su proximidad

dad altitudinal que por su distancia geográfica. La enorme variedad de factores que tienen que incorporarse (los cuales no son constantes en toda su extensión geográfica), impide que al BMM se le conciba como un tipo o unidad homogénea (Luna *et al.*, 1994). Esta variedad de factores ha dado lugar a que autores como Halminton *et al.* (1993) definan el BMM (Tropical montane cloud forest) de la siguiente manera: “El BMM está compuesto de varios ecosistemas de distinta forma y estructura; se presenta típicamente dentro de una zona altitudinal estrecha, en donde la condición atmosférica está caracterizada por la vegetación, que está cubierta por niebla frecuente y estacional”.

El piso altitudinal en donde puede encontrarse un bosque nublado varía mucho. En la cordillera de la costa de el caribe, los bosque nublados ocurren a elevaciones más bajas de 300 a 600 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Beard, 1949; Howard, 1968; Weaver, 1972), mientras que en las montañas; en el interior del continente, ocurren a elevaciones más altas y pueden alcanzar una extensión hasta de 4000 metros sobre el nivel del mar. (Grubb, 1977). Stadtmüller (1981) menciona que no es posible precisar los límites altitudinales de los bosque nublados válidos para el trópico húmedo. Tampoco se puede determinar el ancho del piso altitudinal de los bosques nublados en función de la latitud. Por tanto, se piensa que su presencia depende de que las nubes ocurran con cierta frecuencia, regularidad o periodicidad y en combinación con que los vientos permitan un intercambio intensivo entre la vegetación y la atmósfera.

Grubb (1974, 1977) es quien ha propuesto una definición y clasificación del BMM hasta el momento un poco más convincente. El reconoce tres subdivisiones de este bosque: a) Lower montane rain forest (15-33 metros de alto) en donde prevalecen las hojas mesófilas, b) Upper montane rain forest (1.5-18 metros de alto) que se caracteriza por presentar hojas micrófilas y c) Subalpine rain forest (1.5-12 metros de alto). No obstante, quizás para México será necesario realizar más estudios para lograr un concepto que se pueda adaptar y/o generar en nuestro país, ya que presenta una situación diferente si hablamos de su posición geográfica, y es probable que ningún concepto hasta el momento propuesto pueda adaptarse al caso particular de México.

Otras definiciones fueron las presentadas en el plan de acción del BMM en México en noviembre de 1999 en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Mismas que se definieron basadas en los factores dominantes de sitio o la composición florística y estructura, como: Los bosques tropicales de montaña entre los 800-3000 msnm con climas mayormente dominado por Cf; además, Af, Am, Aw. Challenger (1998); clima húmedo subtropical, con áreas de transición entre bosques templados y bosques tropicales perennifolios, a menor grado presentan ecotonía con chaparrales, bosque de *Pinus*, *Quercus* y *Liquidambar* en los límites altitudinales inferiores del BMM, laderas de sotavento y un régimen hídrico menos húmedo, con una distribución estrechamente asociada a un régimen meso o microclimático con alta humedad relativa del aire durante todo el año, sobre todo por lo regular formación de neblinas; temperaturas medias anuales reportados: entre 12 a 23 °C; precipitación anual entre los 1000 y 2000 mm; condiciones de heladas carentes o muy raras. El BMM ocupa laderas de barlovento en el piso altitudinal de los bosques de encinares colindantes a los bosques tropicales y bosques de *Pinus-Quercus* (zonas de influencia de masas de aire provenientes del mar) o posiciones específicas del relieve en que se favorecen flujos de aire frío, como en barrancas y cañadas dentro de la zona de bosques templados tropicales (*Pinus-Quercus*).

El Diario Oficial de la Federación (1994) ha definido el BMM como “la comunidad vegetal en la que se presentan diversas asociaciones vegetales que incluyen árboles perennifolios y caducifolios de hojas anchas, por lo general desde 15 m hasta 35 m de alto que conforman una estructura densa con varios estratos arbóreos y uno o dos arbustivos. Se desarrolla en regiones correspondientes al clima húmedo de altura en condiciones más húmedas que las encontradas en los bosques de encinos y pinos, más cálidos que las encontradas en bosques de oyamel y en situaciones menos cálidas que las que condicionan la existencia de los bosques tropicales”.

No obstante, cabe mencionar que en la primera reunión de BMM de México, efectuado en noviembre de 1989 en Xalapa, Veracruz; se comentó que la denominación de BMM es un nombre arbitrario para una conjunto de comunidades vegetales heterogéneas (Williams *et al.*

1990) ya que los bosques mesófilos del Sur de México, en comparación con los del Norte; presentan estructuras de mayor complejidad y mayor fragilidad. Además de que éstos, la fisonomía, suele ser más complicada cuando se presentan situaciones de ecotono o transición entre selvas-bosques mesófilos-bosques de coníferas. Pero lo que es una realidad y es indudable es que la dinámica y los procesos biogeoquímicos son únicos y exclusivos de estos bosques, indistintamente de su origen y arquitectura, por lo que para México tal vez debería considerarse como un tipo de vegetación independiente de los tipos templados y tropicales (Luna *et al.*, 2001) o como una formación transicional entre las vegetaciones tropical y templada (Challenger, 1999).

Importancia

Gentry (1995) menciona que los bosques nublados presentan especies que se conocen poco taxonómicamente. De manera sorprendente y hasta fechas recientes habían recibido poca atención científica. Esto debido a que muchos de los bosques nublados se presentan en áreas inaccesibles, terrenos empinados, con abundante lluvia y humedad, lo que dificulta su estudio. En la actualidad se ha demostrado que es uno de los tipos de vegetación con una alta diversidad florística. En México, Rzedowski (1991b) considera que el BMM es por mucho, un sistema muy diverso por unidad de superficie en el país. En un área que no rebasa el 1 % del territorio mexicano se encuentra aproximadamente 3000 especies de plantas vasculares (Rzedowski 1991a, b). Este tipo de bosque tiene un alto coeficiente por unidad de área, Meave *et al.* (1992) reportan, para el estado de Guerrero 138 especies por hectárea, sin embargo, esto es cambiante dado que en algunas zonas la diversidad puede aumentar por la acción conjunta de varios factores que determinan la composición florística como; la exposición, la pendiente, el suelo, la temperatura y la humedad, entre otros. Sin embargo, la característica más notable de este tipo de vegetación, es la abundancia de epífitas; tales como los líquenes, helechos, musgos, aráceas, bromelias, orquídeas y piperáceas; siendo el género *Tillandsia* el más representativo. Esta forma de vida comprende cerca de 800 especies, de las cuales 200 son pte-

ridofitas (Rzedowski, 1996) aunque la diversidad del bosque mesófilo en México es visiblemente alta, estos son menos diversos que los bosques del sur de Centroamérica, los cuales, a su vez, son menos diversos que los andinos (Gentry 1995), mientras que Stadtmüller (1987) menciona que los niveles de endemismo de un bosque nublado se puede observar de manera más pronunciada en aquellos bosques que limitan inmediatamente con zonas relativamente secas funcionando así, como una especie de isla.

Se ha demostrado que este tipo de vegetación ha actuado como refugio de pleistoceno (albergando paleotaxa endémicos y de distribución restringida) (Toledo, 1982; Rzedowski, 1996). El BMM de México cuenta con pocos endemismos a nivel género, pero el número de especies de distribución restringida es notable y éste aumenta considerablemente si se conceptúa como unidad de referencia a la mitad sur de México junto con la mitad norte de Centroamérica (comp. Miranda y Sharp, 1950: 330, citado por Rzedowski, 1978), un ejemplo claro de este endemismo es *Magnolia dealbata*, la cual es una especie que se supone en peligro de extinción y solo crece en los bosques mesófilos de los estados de Hidalgo, Veracruz y Oaxaca (Gutiérrez Carvajal, 1990; Gutiérrez y Vovides, 1994 citados por Challenger, 1998). El endemismo de helechos y epífitas es característico de la vegetación de bosque nublados del neotrópico (Lewis, 1971), el alto endemismo a nivel especie posiblemente se debe a la compleja historia climática y geológica, considerando también los impactos medio ambientales en los mecanismos de adaptación y dispersión. Pero cualquiera que haya sido el proceso, es indudable que las altas montañas representan un centro de alto endemismo en América Latina (Chaverri-Polini, 1998).

Sin embargo dada la estrecha relación que el BMM guarda con el clima, el cambio en este último puede tener efectos en los ecosistemas del bosque mesófilo. Los cambios en las estaciones de lluvia y cobertura de nubes, pueden potencialmente alterar el ciclo hidrológico, tan importante en estos ecosistemas (Still *et al.*, 1999). Por ejemplo, en un bosque nublado puertorriqueño las fluctuaciones de temperatura asociadas con el desarrollo de los últimos 26 años en las tierras bajas, pueden estar influenciando en la disminución de las poblaciones de ranas y la ex-

tinción de tres especies en el bosque (Joglar, 1998). Sin embargo, ya que los bosques nublados están tan ligados a los fenómenos atmosféricos (humedad por efecto de las nubes, lluvia, temperaturas más frescas y reducción de la radiación solar), éstos pueden servir como indicadores excelentes de las modificaciones asociadas al cambiante clima global (Lugo y Scatena, 1993).

En la mayoría de los bosques nublados encontramos gran cantidad de epífitas, las cuales juegan un papel importante en las interacciones bióticas, como hábitat director de vertebrados (Juglar, 1998) y de invertebrados (Richardson, 1990 y Richardson, 2000). Las bromelias en especial, dado a su habilidad para retener agua, aún en periodos de sequía; las convierte en un importante refugio de organismos de bosque nublados (Richardson, 1999). Ashton y Bruning (1975) y Grubb (1977) mencionan también que las epífitas, especialmente los musgos, pueden cubrir la superficie del suelo formando una especie de esponja, la que muchas veces es la responsable de mitigar el impacto y la escorrentía causada por las gotas de la lluvia, por lo que juegan un papel muy importante en los BMM, ya que con la captación de agua que ellos realizan se mantienen los flujos de agua hacia los humedales, ríos y manantiales que riegan las diversas regiones del país (Hamilton *et al.*, 1995) en lugares donde la precipitación pluvial es baja, si se llegaran a eliminar los bosque nublados, se perdería la masa foliar capaz de interceptar la humedad ambiental y la abundante vegetación que crece sobre las ramas y los troncos de los árboles. De esta manera también se reduce en gran proporción, el fenómeno de lluvia oculta, y la tala de estos provoca un deterioro de las características de la infiltración, lo que conlleva a una reducción en los niveles de ríos en época de estiaje o sequía (Hamilton *et al.*, 1995).

En el caso específico de Chiapas, en la Sierra Madre, donde existe una de las extensiones más grandes de bosque mesófilo de México, esta vegetación capta toda la humedad atmosférica de la precipitación horizontal y vertical, manteniendo el flujo de agua constante hacia los arroyos y ríos que mantienen y sostienen el gran río Grijalva, que a su vez forma el complejo hidroeléctrico más grande de México (Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas), que en conjunto producen más del 30% de la electricidad del país, a no ser por esta comunidad vegetal, es muy

posible que no existiera este complejo hidroeléctrico. El río Grijalva, provee de agua a la región de la Frailesca y gran parte de la Depresión Central; estas regiones son unas de las más productivas de Chiapas en maíz, frijol y caña de azúcar.

Con lo anterior, nos damos cuenta de que el bosque mesófilo cuenta características macro y microambientales específicas (Stadtmüller, 1987), lo que da lugar a un tipo de vegetación muy frágil (Rzedowski, 1978; Torres *et al.* 1996; Challenger, 1998; Luna *et al.* 1999). Esta fragilidad ha sido en la actualidad y desde hace mucho tiempo, alterada por diferentes procesos antropogénicos como, la expansión de la agricultura de subsistencia mediante el método de roza, tumba y quema; el establecimiento de la ganadería extensiva a pequeña escala; la expansión de la producción cafetalera comercial. Sin embargo, los estudios florísticos realizados han dado cuenta de que existen una gran cantidad de elementos florísticos de valor comercial (madera, plantas medicinales, no maderables, ornamentales y alimenticios) (Ortega y Castillo, 1996; Willians-Linera, 1996).

En Honduras, se evaluó la importancia económica del bosque nublado y como resultado se obtuvo que familias como Fagaceae, Leguminosae, Hamamelidaceae y Cupressaceae tienen valor económico, especialmente para los pobladores de varias montañas. Los usos que se les dan van desde techos de corteza de ciprés, leña y carbón de roble y pinos, hasta madera. Las especies de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae y Polypodiaceae se explotan comúnmente para ornamento en los jardines de muchas ciudades. Los tallos de los helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae se usan para tallar adornos navideños y sostener las orquídeas (Valdivieso, 2001). En México, la explotación de madera en los bosque mesófilos no es muy dado debido a las dificultades de acceso a esta vegetación (Challenger, 1998) pero estas dificultades no son impedimento para el aprovechamiento de otras familias de plantas como es el caso de la familia Arecaceae, específicamente del género *Chamaedorea* spp.) la que, por sus altas cualidades ornamentales y rica en variedad de especies y por su pequeño tamaño, en relación con el de otras palmas hace de *Chamaedorea* una planta muy deseada; no obstante, la popularidad de las palmas ha contribuido a su

explotación excesiva y a la declinación en sus poblaciones. De las 47 especies registradas, la NOM 059 ECOL 94 consigna 33 en calidad de amenazadas, cuatro en peligro de extinción, y una como rara (SEMARNAP, 1997). Es cierto que *Chamaedorea* comparte con los demás géneros de palma esta suerte, ya que de las 95 especies que se encuentran en México, 64 están en esta norma.

Origen del bosque mesófilo

Para estudiar el origen de una comunidad vegetal, generalmente observamos los datos palinológicos de diferentes áreas teniendo en cuenta el área de mayor distribución y presencia en la antigüedad; además de ello se toman en cuenta los datos palinológicos fósiles y la distribución actual y pasada de las especies, lo cual en la mayoría de los casos nos conlleva a la documentación y con ello el conocimiento de que han ocurrido cambios fuertes en la distribución pasada de las especie y de los tipos de vegetación (Hafter, 1982; Prance, 1982). En el caso del BMM, la composición florística especial, la antigüedad y la distribución disyunta de sus componentes, plantea la problemática en torno al origen, a la historia y a la evolución de este tipo de vegetación; así como lo que concierne a las vías de migración que utilizaron sus elementos (o los antecesores de sus elementos) para arribar a estas tierras (Rzedowski, 1996). Sin embargo, estudios realizados desde 1970, muestran por otro lado, que la composición del bosque nublado del Neotropico está dominada por taxa de origen tropical, que a menudo se encuentran remarcados por elementos templados (Churchill *et al.*, 1993). Según Burnham y Graham (1999) esto se debe al levantamiento de un puente terrestre continuo hace 3 millones de años entre Centroamérica y Sur América lo que permitió el arribo de elementos templados en las tierras altas de Sur América y la subsecuente aparición de taxa sudamericanas en Centroamérica. Palacios-Chavez y Rzedowski (1993) mencionan que este proceso pudo haberse dado también en forma de islas; es decir que al menos durante ciertas épocas, algunas de las islas podían funcionar como vectores efectivos en el proceso migratorio de plantas menos termófilas, esta deducción fue concebida en base a estudios hechos en la

región norte de Chiapas; en donde se registró un BMM muy diverso del Plioceno inferior y medio, notando que esta localidad en aquella época posiblemente se encontraba en una isla y su presencia sugiere, que durante ese lapso, el clima del área era bastante más fresco que el actual (5 hasta 7 °C), por lo cual podían existir taxa característicos de este tipo de bosque, tanto de afinidades boreales: *Acer*, *Carpinus*, *Fagus*, *Liquidambar*, *Tilia*, *Ulmus* como de vinculo meridional: *Brunellia*, *Calatola*, *Hedyosmum*, *Phyllonoma*, *Struthanthus*, *Tillandsia*, así como de otros grupos comunes del Este asiático: *Dendropanax*, *Magnolia*, *Styrax*, *Simplocos* y *Ternstroemia* y algunos otros elementos hoy ausentes en la flora nacional: *Castanea*, *Corylus*, *Iriarteia*, *Keteleeria*, *Larix*, *Liriodendron*, *Nothofagus*, *Platycarya*, *Sequoia*, *Tsuga* (Chavez y Rzedowski, 1993). Ciertamente los procesos de migración de la diversas plantas que conformar el BMM, han dado lugar a una notoria flora con familias exclusivas y preferenciales, este último proceso más bien pudo haberse dado a que México y Centroamérica han funcionado como centro de origen y radiación para diversas especies (Rzedowski, 1996).

En un término concluyente, podríamos decir que los procesos de formación de BMM en Chiapas, en un principio fueron dados mediante la teoría propuesta por Palacios-Chavez y Rzedowski (1993), es decir en forma de saltos a través de islas que contenían las condiciones idóneas para el establecimiento de esta flora; pero cuando los procesos de unión de Centro y Sur América se dieron, las especies tuvieron mayor oportunidad de dispersión y colonización acentuándose con ello la mezcla de taxa que lo caracterizan. Sin embargo, no hay que dejar atrás, que los procesos cambiantes del clima han dejado a lo largo del tiempo a este tipo de vegetación con una distribución fragmentada, localizada en picos o cañadas bajo condiciones especiales; por lo cual es importante notar que muchas de las especies están adecuadas a estas condiciones preferenciales y han originado especies exclusivas del BMM, ya sea por procesos de especiación o variación.

Conclusiones

- Se ha demostrado que el BMM es uno de los tipos de vegetación con una alta diversidad florística (Williams, 1992; Rzedowski, 1996; Domenge *et al.*, 1996).
 - El BMM desempeña un papel importante en la captura de agua, manteniendo los flujos de aguas hacia los humedales, ríos y manantiales que riegan las diversas regiones del país (Hamilton *et al.*, 1996).
 - El BMM posee una diversidad de especies arbóreas, epífitas, pteridofitas y trepadoras (Ortega y Castillo, 1996).
 - El sotobosque de esta comunidad actúa como formadora y retenedora de suelos.
 - Alberga una gran cantidad de elementos florísticos de valor comercial tales como: madera, plantas medicinales, ornamentales y alimenticios (cuadro 7) (Ortega y Castillo, 1996).
 - Se ha demostrado que este tipo de vegetación ha actuado como refugio de pleistoceno (albergando paleotaxa endémicos y de distribución restringida) (Toledo, 1982; Rzedowski, 1996).

Bibliografía

Beard, J. S. 1955. "The Classification of Tropical American Vegetation-types", en *Ecology* 36: 89-100.

Breedlove D. E., 1981, *Introduction to the Flora of Chiapas The California Academy of Sciences*, pp: 8-12.

Burnham, R. J. y Allan G. 1999. "The History of Neotropical Vegetation: New Developments and Status", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86 (2):546- 589.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los Ecosistemas terrestres en México: pasado, presentes y futuro*, México, CONABIO- Instituto de Biología Agrupación Sierra Madre, S. C, pp: 37 – 40.

Chaverri-Polini, A., 1998, "Mountains. Biodiversity and Conservation", en *Unasylva* 195 (49): 47- 54

Churchill, Steven P., Henry Balslev, Enrique Forero y James L. Luteyn, 1993, *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest: proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium*, en The New York Botanical Garden.

Gentry, A. H. 1995. "Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forest", en Churchill, S.P.; Balslev, H.; Forero,

E.; Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*, The Bronx. The New York Botanical Garden. Pp. 103-126.

Grubb. P. J. 1977. "The Maintenance of Species-richness in Plant, Communities: the Importance of the Regeneration Niche", *Biol. Rev.* 52: 107-145.

Haffer J. 1987. "Pleistocene Changes of Vegetation in Tropical Mexico", en Prance G. T. (eds.) *Biological Diversification in the Tropics*, Columbia University Press, New York. Pp 6-23.

Hamilton, L. S.; J.O. Juvik; Scatena, F.N. (eds). 1995, *Tropical Montane Cloud Forest*, Series Ecological Studies, vol. 110, New York, Springer Verlag.

Hamilton, L. S.; J.O. Juvik; Scatena, F.N. (1993), "The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: Introduction and Workshop Synthesis", en Hamilton et al. (eds), *Tropical Montane Cloud Forests- Proceedings of and International Symposium at San Juan, Puerto Rico*, East West Center, Honolulu, Hawaii. USA. Pp 1-16.

Howard R. A. 1968, "The Ecology of an Elfin Forest in Puerto Rico I. Introduction and Composition Studies", en J. Arnol. *Arboreum* 49: 381-417.

Joglar. R. L. 1998, *Los Coquíes de Puerto Rico: Su historia natural y conservación*, Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 232 pp.

Knapp, R. 1965, *Die Vegetation von Nournd und Mittelamerika und den Hawaii-seln*, VEB. G. Fisher Verlag, Jena. 373 pp.

Lauer, W. 1968, "Problemas de la división fitogeográfica en América Central", en Troll C. (ed) *Colloquium Geographicum, Bans 9. Geocology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas*, Proceedings of the UNESCO. Mexico Symposium 1966. Pp. 139-156.

Leopold A. S. 1950, "Vegetation Zones of Mexico", en *Ecology* 31: 507-518.

Lewis, W. H. 1971, "High Floristic Endemism in Low Cloud Forest of Panama", en *Biotropica* 3 (1): 78-80.

Lugo, A. E; Scatena, F.N. 1993, "Ecosystem level properties of the Luquillo Experimental Forest with emphasis on the Tabonuco forest", en Lugo, A. E; Lowe, C. (eds.). *A Century of Tropical Forest Research: Results From the First Half, Themes From the Second*, pp. 59 – 108.

Luna- Vega, I. Almeida- Leñero y J. Llorente- Bousquets, 1989, "Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilán", estados de Morelos y México, en *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Botánica*, 59 (1): 63-87.

Luna- Vega, I., S. Ocegueda Cruz y O. Alcántara Ayala 1994, "Forística y notas biogeográficas del Bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo; México", en *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Botánica*, 65 (1): 31-62.

Luna, I.; Velásquez, E., 2001, "México" en M. Kappelle y A. D, Brown, *Los bosques nublados del neotrópico*, Instituto Nacional de Biodiversidad, Fundación Agroforestal del Noroeste de Argentina y World Conservation Union, Costa Rica, pp.184-241.

Miranda, F., 1952, *La vegetación de Chiapas*, Gobierno del Estado de Chiapas, México, Pp: 129-137.

Miranda, F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28: 179.

Miranda, F. y A. J. Sharp, 1950, "Characteristic of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern México", en *Ecology* 31: 313-333.

Meave, J; M.A. Soto, L.M. Irabién; H. Paz Hernández y S. Valencia Ávalos, 1992, "Análisis sinecológico del bosque mesófilo de Montaña de Omiltemi, Guerrero", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 52: 31- 77.

Palacios-Chavéz, R. y J. Rzedowski, 1993, “Estudio palinológico de floras fósiles del Mioceno Inferior y principios de Mioceno Medio de la región de Pichucalco, Chiapas, México”, en *Acta Bot. Mex.*, 24: 1-96.

Rzedowski, J., 1966, “Vegetación del estado de San Luis Potosí”, en *Acta Cient. Potos.* 5: 5-291.

Rzedowski, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México.

Richards, P. W., 1952, *The Tropical Rain Forest*, Cambridge. University Press, Cambridge, USA.

Richardson, B. A., 1999, “The Bromeliad Microcosm and the Assessment of Faunal Diversity in a Neotropical Forest”, en *Biotrópica* 31: 321- 326.

Richardson, B.A.; Richardson, M. J.; Scatena F. N.; McDoweell, W. H. 2000. “The Effects of the Nutrient Availability and other Elevational Changes on Bromeliad Populations and their Phytolém Invertebrate Communities in a Humid Tropical in Puerto Rico”, en *Journal of Tropical Ecology*, s.l.

Rzedowski, J., 1996, “Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña en México”, en *Acta Bot. Mex.* 35: 25-44.

Stadtmüller, T., 1987, *Los bosques nublados del trópico húmedo*, Universidad de las Naciones Unidas y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.

Torres, C.; Ochoa, L. Mejía, T.O.; House, P.R. 1993, La reserva de la cordillera de Montecillos. Un enfoque etnobotánico, Serie Miscelanea de CONSEFORH 41/23/93, Tegucigalpa. 40 p.

Toledo, V. M. 1982, “Pleistocene Changes of Vegetation in Tropical México”, en G. Prance (ed.) *Biological Diversifications in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

Trochain, J. L., 1957, "Accord interafricain sur la definition des types de vegetation de l'Afrique tropicale", en *Bull. Inst. Bot. Centreafricain* 3: 55-93.

Valdivieso, M. D.A. 2001, "Honduras", en Kappelle M. y A. D. Brown, *Bosques nublados del Neotrópico*, INBio.

Weaver, P. L., 1972b, "The Dwarf Cloud Forest of Pico del Este and the Luquillo Mountains", en *Inter-Americana Review* 2 (2): 174-186.

Williams- Linera G., 1990a, "Vegetation Structure and Environmental Conditions of Forest Edges in Panama", en *Journal Ecol.* 78: 356-373.

Williams- Linera G., 1990b, "Origin and Early Development of Forest Edge Vegetation in Panama", en *Biotropica* 22: 235-241.

Williams- Linera G., 1992, "Ecología del paisaje y bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz", en *Ciencia y desarrollo*. XVII (105): 132-138.

Williams-Linera G., Perez I., Tolome J., 1996, "Los bosques mesófilos de montaña y un gradiente altitudinal en el centro de Veracruz, México", en *La ciencia y el hombre* 23: 149-161.

Características físico-ambientales de los bosques mesófilos en Chiapas

Rubén Martínez-Camilo y Nayely Martínez-Meléndez

Herbario Eizi Matuda,
Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Introducción

En la actualidad no existe la información suficiente reunida que nos describa las características ambientales que caracterizan en particular y en conjunto a los bosques mesófilos de montaña en Chiapas. La escasa información existente se encuentra dispersa en diversos trabajos que se han hecho en este tipo de vegetación, así como en los sistemas de información geográfica, libros de geología, mapas, etc. A nivel global existen trabajos de descripción de los bosques mesófilos enfocados principalmente a su distribución mundial, biodiversidad, ecología, con algunos aspectos ambientales y de conservación (Stadmüller, 1987; Kapelle y Brown, 2001). También se ha puesto mucho énfasis en las distintas terminologías que han asignado a este tipo de vegetación, pero que a grandes rasgos todas caen en una descripción en común. El bosque mesófilo de montaña (BMM) *sensu* Rzedowski (1978), conocido como selva baja siempre verde, por Miranda (1952), selva mediana o baja perennifolia por Miranda y Hernández X. (1966) y muy particu-

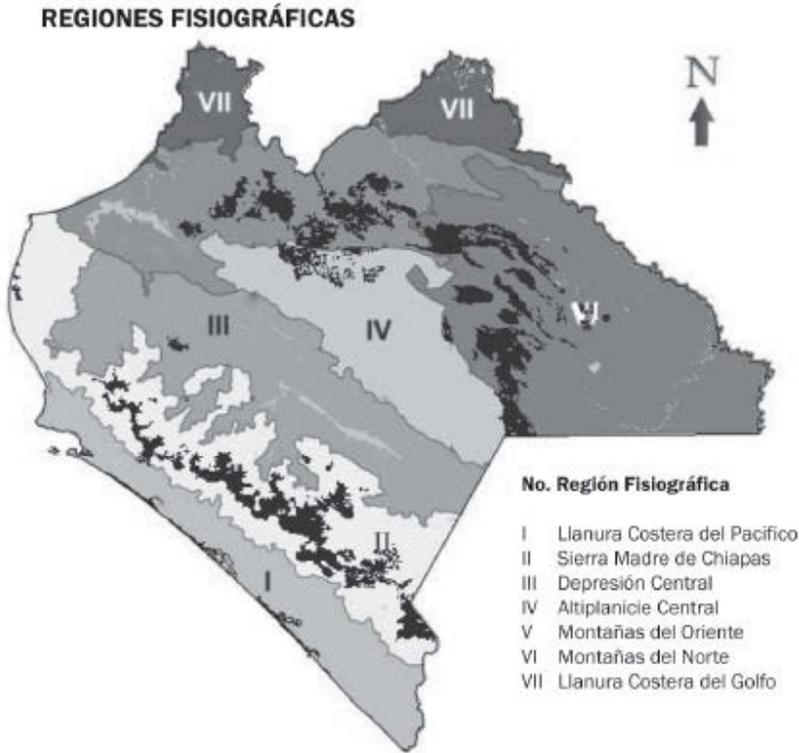
larmente como Montane rain forest, Evergreen cloud forest y Pine-oak liquidambar por Breedlove (1973) en su clasificación hecha para Chiapas. Éste se encuentra fundamentalmente en la vertiente septentrional de las Montañas del Norte, Meseta Central y en ambos declives de la Sierra Madre (Rzedowski 1978) y se caracteriza principalmente por combinar elementos vegetales perennifolios, deciduos, meridionales y de origen asiático desarrollados frecuentemente en regiones de relieve muy accidentado, laderas de pendiente pronunciada y condiciones climáticas-ambientales muy peculiares (Rzedowski, 1978).

Es importante señalar, una serie de características físico ambientales que unidas, describen y complementan al término BMM. Las características físico ambientales de México y la clasificación de los tipos de vegetación están estrechamente relacionadas y puede observarse al analizar la composición y predominancia de algunas especies en ciertas regiones con climas específicos. De acuerdo con González (2003) el clima es el factor ambiental más importante por la influencia que ejerce sobre las comunidades bióticas, especialmente la vegetación, pero también existen otros que influyen a nivel regional o local entre ellos el sustrato geológico, el tipo de suelo, la altitud, la latitud, la exposición a los rayos solares o bien la cantidad de humedad del terreno.

El BMM se desarrolla dentro de la zona del trópico húmedo en condiciones de clima húmedo de altura y ocupa sitios más húmedos que los bosques de *Quercus* y de *Pinus*. Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presentan en zonas muy restringidas (Rzedowski 1978). Este tipo de bosques presenta una distribución archipelágica calculada entre 0.5 y 0.87 % de la superficie nacional (Rzedowski, 1996). Aunque deben considerarse a estas cifras como el resultado del deterioro y amenaza que sufre este hábitat debido a diversos factores que se detallan en otros capítulos.

En Chiapas, el BMM ocupa el área probablemente más grande y quizás la más continúa en la Sierra Madre de Chiapas (Ortega y Castillo, 1996; figura 1). En el presente capítulo se describirán las principales características físico ambientales de los BMM de Chiapas, con énfasis en datos climáticos (temperatura y precipitación pluvial), geológicos, fisiográficos y edafológicos con la finalidad de describir las caracterís-

ticas ambientales que en ellos prevalecen y con ello se pretende participar en el entendimiento del papel de estos factores en los procesos ecológicos generales de los BMM (particularmente en Chiapas) y reflexionar con ello, en la conservación de estos bosques amenazados.



FUENTE: Secretaría de Planeación. Carta Geográfica del Estado de Chiapas 2001.

Figura 1. Regiones fisiográficas y distribución del BMM (en color negro) en Chiapas, México. Fuente: Secretaría de Planeación, 2001; Rzedowski, 1996.

Método

Este estudio está enfocado a tres zonas montañosas de tres regiones fisiográficas de Chiapas: la Sierra Madre de Chiapas, las Montañas del Norte y la Meseta Central de Chiapas (Mullerried, 1957; figura 1). Para definir

las zonas de áreas con BMM se reunió información obtenida de recorridos de campo, consulta de cartas de vegetación, topográficas, edafológicas, climáticas, de efectos climáticos y geológicas (INEGI y Dirección de Planeación e Instituto de Geografía,). También se visitaron los herbarios: Eizi Matuda (HEM) de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Nacional autónoma de México, herbario de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), y del Instituto de Historia Natural (CHIP). Se consultaron además, algunos artículos científicos (Rzedowski, 1996; Ortega y Castillo 1996; Ramírez-Marcial, 1998) y obras literarias como *Vegetación de México* (Rzedowski, 1978), *La vegetación de Chiapas* (Miranda, 1952), *Introducción a la flora de Chiapas* (Breedlove, 1981), *Las comunidades Vegetales de México* (González, 2003), y *Árboles tropicales de México* (Pennington y Sarukhan, 2005). Para reunir los datos geológicos se consultaron cartas geológicas (escalas 1:250 000 y 1: 1 000 000) y la publicación *La geología de Chiapas* de Müllerried (1957); para la descripción de los tipos de suelo se consultaron las cartas edafológicas (escalas 1:250 000 y 1: 1 000 000); para la información del clima, temperatura y precipitación se consultaron las cartas climáticas (Escala 1:250 000 y 1: 1 000 000) y bases de datos tomadas de las estaciones meteorológicas cercanas a las zonas con BMM de la Comisión Nacional del Agua (Servicio Meteorológico Nacional).

Resultados

Caracterización físico ambiental de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

Generalidades

Se describen las características físico ambientales de los BMM de 13 localidades en Chiapas (cuadro 1). Una de las principales características ambientales que diferencian a estos bosques es que se encuentran en climas más húmedos que los bosques de *Quercus* y de *Pinus* (Rzedowski, 1978) y más frescos que los bosques tropicales (por ej. bosque tropical perennifolio y subcaducifolio). En Chiapas, el BMM rara vez desciende

de 1000 msnm. Challenger (1998) reporta 22 localidades con BMM, de las cuales cinco se encuentran en la Sierra Madre de Chiapas (SMC). En ésta, se pueden alcanzar altitudes desde 1500 metros en el noroeste y hasta 3000 metros en el sureste; podemos observar varios picos con este tipo de vegetación, entre ellos: cerro El Triunfo, cerro El Quetzal, cerro El Venado y cerro El Cebú, situadas en el área natural protegida Reserva de la Biosfera El Triunfo. Otras localidades con BMM se encuentran en el cerro Tres Picos, cerro El Caracol, cerro Bola, cerro la Palmita y cerro Chumpipe, que están en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, algunas con más de 2500 msnm, pero por falta de información no se incluyeron en este trabajo.

Más cercano a la frontera con Guatemala, en Unión Juárez, se encuentra el volcán Tacaná con más de 4000 msnm en donde el BMM está desde los 2000 m en Chiquihuite hasta los 2750 m en Talquián. En la Meseta Central de Chiapas se encuentran el Cerro Huitepec y cerro Tzontehuitz con 2800 msnm aproximadamente. Contiguo a la Depresión Central hay una disminución de altitud hacia el norte del estado y se prolonga hasta la Sierra del Norte de Chiapas o Montañas del Norte en donde se localizan la Sierra Anover y cerro Kabalná en el municipio de Yajalón. Rincón Chamula y La Yerbabuena son dos localidades que están a una altitud de 1750 y 2190 m respectivamente, en Pueblo Nuevo Solistahuacán. También pertenecen a esta región la Sierra Veinte Casas, registrado como Sierra Vicente Casas en el *Anuario estadístico* del municipio de Ocozocoautla de Espinosa (INEGI 2003), la cual está muy cercana a la Sierra Monterrey del lado noreste de la zona núcleo I de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (SEMARNAT, 2000).

En el siguiente apartado se comenta, a grandes rasgos, las características generales para las zonas en donde están los BMM. En el cuadro 2, se muestra de forma detallada la información para cada localidad, de tal forma que puedan ser fácilmente comparables durante la lectura.

Características fisiográficas

La fisiografía de Chiapas es muy compleja, mostrando altitudes desde el nivel del mar hasta los 4000 m en una de las montañas más altas. En

este apartado, la fisiografía de los BMM chiapanecos será descrita en base a las características de las regiones fisiográficas de nuestro estado.

Al noreste de la planicie costera se levanta la Sierra Madre de Chiapas con dirección oeste-noroeste a este-sureste y prosigue en terrenos de nuestros vecinos Oaxaca y Guatemala. En Chiapas, la longitud de la Sierra Madre es de 280 km y de ancho 50 km aproximadamente en el noroeste y 65 km en el sureste. La altitud mayor por lo general, es de 3000 m en el extremo sureste de la Sierra y disminuye hacia el oeste-noroeste a casi 1500 m en el límite con Oaxaca. Solo el Volcán Tacaná alcanza más de 4000 m de altitud. Las pendientes suroeste y noreste están surcadas por valles profundos (Müllerried, 1957). La Sierra Madre de Chiapas, es una cadena montañosa muy antigua que formó parte del Núcleo Centroamericano y funcionó como refugio Primario del Pleistoceno. Esto provocó que durante los procesos evolutivos regionales se convirtiera en un centro de alta biodiversidad y endemismos (Toledo, 1982).

Las Montañas de la Meseta Central y las Montañas del Norte de Chiapas son formaciones muy distintas en su relieve, puesto que la Meseta Central tiene grandes extensiones de planicies que faltan totalmente en las Montañas del Norte. El límite entre las dos regiones no está bien marcado pero corresponde aproximadamente a la línea indicada por los pueblos de los bordes; Chapopote, Chicoasén y Ocosingo. De esta línea, hacia el sureste se extienden los terrenos de la Meseta Central de Chiapas, con una extensión de 160 kilómetros aproximadamente, hasta la frontera con Guatemala y continuando en este país. Esta región tiene de ancho 75 kilómetros de suroeste a noreste, estando el límite noreste señalado por la línea que pasa al noreste de los pueblos y colonias de Ocosingo, San Carlos, Palma Real, La Soledad, Chacalatic y Tzisco. En la Meseta Central varía mucho la altitud de las partes planas y además en diversos lugares se levantan cerros y sierras. La altitud mayor la tiene el cerro Tzontehuitz con 2,858 m, situado a 5 kilómetros aproximadamente al este-noreste de San Cristóbal de Las Casas. El siguiente más alto es el cerro Hueyetepec, que está a 3 kilómetros al noroeste de esta misma ciudad con una altitud de 2660 m. En la porción noreste, la altitud máxima es de 1000 m, en el centro hasta de 2000 m y en el sureste de 1500 a 1000 m de altitud (Müllerried, 1957).

Las montañas del Norte están situadas al norte de las Montañas del Oriente. Estas tienen dirección general oeste-este y continúa al poniente en territorio de Oaxaca y Veracruz correspondientes a la parte media del Istmo de Tehuantepec. La longitud mayor es de 250 kilómetros en territorio chiapaneco de 65 kilómetros de ancho. Esta zona termina en donde comienza la Planicie Costera del Golfo, en la línea marcada por los pueblos de Pichucalco, Salto de Agua y La Reforma. Las Montañas del Norte son de relieve variado puesto que están constituidas por sierras o serranías y cerros de altitud variable, separados por varios valles. En el límite sur de estas montañas hay altitudes desde 800 hasta 1500 m, pero en el Norte la altitud es de solo 50 m. Algunos ejemplos de altitudes mayores son de 2000 m en la sierra entre San Bartolo en Rayón y Simojovel situada en la porción sur y en el Norte de volcán El Chichón a 4 km al este de la Unión, aproximadamente 20 kilómetros al suroeste de Pichucalco, cuya cumbre tiene 1300 m de altitud. En el oeste de las Montañas del Norte hay altitudes de hasta 1000 m y en el este disminuye a 500 m. La vertiente septentrional es amplia y poco brusca y en todas partes las montañas están surcadas por varios valles (Müllerried, 1957).

Características geológicas

Esta parte es fundamental en la historia de los BMM mexicanos. La distribución tan restringida que tienen muchas familias botánicas en estos bosques, nos indican que este tipo de vegetación existe en México desde hace mucho tiempo. Un fenómeno sobresaliente, en particular en los sedimentos de Chiapas, consiste en el hallazgo de polen de un gran número de géneros de las plantas características del bosque, tanto los de afinidades boreales (ej. *Carpinus*, *Liquidambar*, *Ulmus*) como los meridionales (*Hedyosmum*, *Phyllonoma*, *Struthanthus*, *Tillandsia*, etc.), así como una gran diversidad de fósiles de plantas (Rzedowski, 1996).

Los paisajes en donde se han desarrollado los BMM son la expresión de una tectónica muy reciente. Se trata de dos levantamientos tectónicos, separados entre sí por una depresión, uno de ellos es la Sierra Madre de Chiapas y el otro, la Meseta Central y la región montañosa del norte de Chiapas. Entre ambos, se extiende la Depresión Central. La

elevación sureña Sierra Madre de Chiapas se compone de rocas del precámbrico y paleozoicas cubiertas en el sureste por un sistema de capas mesozoicas, pero también existen rocas volcánicas del Cenozoico en la región del Tacaná. Los levantamientos del norte están constituidos por rocas mucho más recientes, formados de capas calizas del Cretácico medio estratificadas casi horizontalmente, que contienen aún restos del plioceno marítimo. Las rocas volcánicas también están presentes en las altas elevaciones (Huitepec, Zontehuitz). En tanto que el terreno montañoso del norte de Chiapas muestra estratos marinos del Mesozoico Superior y del Terciario Inferior y Medio con capas algo alteradas del eoceno, mioceno y plioceno. En estas dos últimas regiones podemos observar fósiles de peces y mamíferos.

A través de las capas del plioceno marino, que se encuentran, en algunas partes incrustadas en el terreno montañoso del norte de Chiapas, y en otras, sobrepuestas a la Meseta Central, como las de Chamula a una altura de 2, 400 metros, las cuales, al parecer, se presentan también en la Depresión Central de Chiapas, se ha probado de modo irrefutable que el levantamiento de la Meseta Central y la formación propia de la Depresión Central de Chiapas se efectuaron sólo a finales del terciario. Aunque faltan del todo capas marítimas del plioceno en el segundo de los levantamientos (Sierra Madre de Chiapas) se puede suponer, que en su forma actual, es tectónicamente de la misma edad que el territorio de la depresión colindante.

Características topográficas

La topografía que prevalece en los BMM chiapanecos es principalmente de relieves accidentados, complejos y escarpados con laderas y cañadas de pendientes pronunciadas, esto como resultados de fallas y plegamientos pasados que han originado grandes elevaciones (cuadro 2). Estos bosques en particular, también se unen a la descripción de las características físicas generales descritas para los BMM de México. Esta situación se presenta en ambientes de cañadas que están protegidas de la insolación y los vientos fuertes. Las unidades geomorfológicas van desde lomeríos y sierras hasta pie de montes; entre estos últimos predominan los de origen

volcánico, por lo cual las laderas son irregulares por diversos derrames lávicos (Luna *et al.*, 2001). Entre los picos más altos en donde se localiza el BMM en Chiapas están: en la Sierra Madre, volcán Tacaná, Talquián (2750 m) y cerro El Triunfo (2500 m); la altitud más baja es el BMM de cerro El Venado (1630 m). En la Meseta Central, se encuentra a altitudes más altas que en la Sierra Madre; en el cerro Tzontehuitz a 2860 m y en el cerro Huítepec a 2700 m. En las Montañas del Norte, el BMMM no alcanza mucha altura, por ejemplo, la porción más alta se encuentra en La Yerbabuena a una altitud aproximada de 2200 m; mientras que la más baja se localiza en la Sierra Vicente Casas a 1 000 m.

Características edafológicas

Los tipos de suelos en donde están los BMM en Chiapas son muy variados debido a que se desarrollan en diferentes ambientes que caracterizan al estado. Los suelos que predominan son muy delgados y susceptibles a la erosión (Buol *et al.*, 1989). Los dominantes son lito-sol en la zona de la reserva El Triunfo y Montañas del Norte, y luvisol crómico en la Meseta Central (cuadro 2). En general, en México los suelos en este tipo de vegetación más comunes son de origen cárstico, granítico y basáltico. Entre los más dominantes destacan los de tipo podzol, regosol y andosol. La cantidad de materia orgánica acumulada en el horizonte superior generalmente es mucha, formando una capa gruesa que no favorece el drenaje y las condiciones de mineralización se ven limitadas por los procesos de saturación y anaerobismo. Estos suelos en general son ácidos, poco fértiles, muy frágiles y propensos a fuertes problemas de erosión si se transforma la cubierta vegetal. Esta situación está ligada a la topografía y clima que caracteriza a cada región (Luna *et al.*, 2001).

Características climáticas

En México no se ha podido monitorear con precisión el clima en donde se encuentran los BMM, debido a la carencia de estaciones meteorológicas instaladas cerca de éstos. La mayoría de los datos son estimacio-

nes indirectas que permiten reconocer algunos factores determinantes en el establecimiento de esta comunidad en el país (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 2001). A este respecto, Vogelmann (1973) sostiene que las condiciones climáticas necesarias para la formación de este tipo de bosques son las temperaturas moderadas y la alta humedad atmosférica. Los trabajos de Zuill y Lathrop (1975) y Puig y Bracho (1987) ofrecen datos climáticos completos de algunas comunidades ubicadas en los estados de Chiapas y Tamaulipas, respectivamente. Una de las conclusiones más importantes de estos autores es que la remoción de la cubierta vegetal modificaría drásticamente el microclima, disminuyendo la cantidad de agua; sobre todo en la época de secas en donde la neblina es la fuente principal de humedad.

En los bosques mesófilos de Chiapas, los climas correspondientes son Am, Cw, Af, Acm y C(m) de acuerdo a la clasificación de García (2004). La temperatura media anual varía entre 15 y 24.3 °C y la precipitación mas alta oscila entre 1200 y 2600 mm, aunque hay zonas como en El Triunfo donde se han registrado precipitaciones de 4500 mm anuales, por lo que está considerada entre las zonas más lluviosas de México (INE- SEMARNAP, 1999). Las lluvias ocurren principalmente en el verano, siendo de noviembre a abril cuando la cantidad de lluvia decrece. Los períodos secos son cortos y poco intensos, ocurriendo de diciembre a febrero. Durante el período seco se reduce la humedad del suelo de manera drástica. De acuerdo con Luna *et al.* (2001) algunas zonas de bosques mesófilos en México, reciben relativamente poca precipitación anual (aproximadamente 1000 mm), pero la presencia de nubes reduce la tasa de evaporación, asegurando un suplemento de agua durante períodos de poca lluvia, de tal forma que el bosque nunca experimenta deficiencia de humedad. La nubosidad, asimismo reduce la cobertura solar y provoca un descenso en la temperatura, que mantiene la humedad atmosférica alta y durante el día la radiación de incidencia baja, por lo que se reduce el déficit de presión de vapor de agua y la intensidad de luz.

Siendo que el comportamiento de los factores precipitación-temperatura y su variación están influyendo sobre el clima, presentamos un acercamiento a la caracterización general climatológica de estos bos-

ques mostrando una serie de diagramas ombrotérmicos de las zonas más cercanas a las localidades (cuadro 3 y 4; Figuras 2-5 de las Montañas del Norte, figuras 6-7 de la Meseta Central y figuras 8-13 de la Sierra Madre).

Conclusiones

Geológicamente los BMM de las Montañas del Norte están caracterizados por rocas sedimentarias con estratos del Mesozoico Superior, con rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior y calizas. La zona de la Meseta Central está compuesta por rocas ígneas intrusivas del Terciario Superior y con rocas volcanosedimentarias del Cretácico Inferior. En la Sierra Madre estos bosques están sobre rocas ígneas intrusivas del Paleozoico, con granito, calizas y areniscas, y ricas ígneas extrusivas del Terciario Superior con andesita.

La topografía de la zona con BMM de las Montañas del Norte son de relieves muy accidentados con serranías escarpadas, con altitudes que van desde 500 hasta 2470 m. En la Meseta Central, las laderas son de relieves muy complejos con altitudes desde 1800 hasta 2860 m. los bosques de la Sierra Madre están en relieves con cañadas y pendientes muy pronunciadas con altitudes desde 1600 hasta 4100 m.

Los tipos de suelos predominantes en las Montañas del Norte, son luvisol crómico y litosol; en la Meseta Central los mejor representados son: Cambisol vértico y Andosol, con tonos oscuros. En la Sierra Madre predominan los litosoles, cambisol eútrico y andosol húmico.

Las condiciones ambientales correspondientes a los BMM de las Montañas del Norte presentan los climas Am, Af, Acm y C(w), con temperatura media anual de 15-24.3 °C, las precipitaciones anuales mínimas son de 350 mm en los meses secos y hasta 2500 mm en la época lluviosa. En los BMM de la Meseta Central los climas predominantes son C(w) y C(m), con temperatura media anual de 14.1-15 °C, las precipitaciones anuales pueden ser hasta de 1300 mm. Las características climáticas de la Sierra Madre son climas Acm y Am, con temperatura media anual de 16-22 °C y precipitaciones de 150 mm en los meses secos y 2600 mm en la época de lluvias.

Finalmente se recomienda la instalación de estaciones meteorológicas en las áreas de bosque mesófilo de montaña en Chiapas y México. Esto puede ser posible a través de las áreas naturales protegidas, ya que en varias de ellas hay este tipo de vegetación, sin embargo, aun existen zonas de BMM sin ninguna protección. Esto nos dará una perspectiva más atinada sobre las condiciones ambientales de estos bosques relictuales.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del herbario Eizi Matuda de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), por su apoyo en las consultas de la colección y base de datos. Al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en Tuxtla Gutiérrez, y a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), en San Cristóbal de Las Casas, por su apoyo en las consultas de los mapas. A los biólogos, Jorge Martínez Meléndez, Héctor Gómez Domínguez y Manuel Martínez Meléndez por su asistencia en el campo. Al doctor Miguel Ángel Pérez Farrera por sus aportaciones al escrito.

Cuadro I. Referencia geográfica de las localidades de BMM en Chiapas

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Latitud (N)	Longitud (W)	Municipio	Región fisiográfica*
Ejido Rincón Chamula	1750	17° 11' 32"	92° 55' 42"	Pueblo Nuevo Solistahuacán	Mn
La Yerbabuena	2080-2190	17° 11' 05"	92° 53' 45"	Pueblo Nuevo Solistahuacán	Mn
Sierra Vicente Casas	1000	17° 03' 15"	93° 35' 58"	Ocozocoautla de Espinosa	Mn
Sierra Anover	1900	17° 10' 44"	92° 14' 05"	Yajalón	Mn
Cerro Kabalná	2000	17° 10' 12"	92° 29' 42"	Yajalón	Mn
Cerro Huitepec	2400-2700	16° 44' 38"	92° 40' 15"	San Juan Chamula	Mc
Cerro Tzontehuitz	2860	16° 48' 30"	92° 35' 00"	San Juan Chamula	Mc
Cerro Quetzal	2250	15° 43' 64"	92° 55' 63"	La Concordia	Sm
Cerro El Venado	1630	15° 41' 48"	92° 59' 20"	La Concordia	Sm
Cerro El Triunfo	2500	15° 37' 99"	92° 48' 99"	Ángel Albino Corzo	Sm
Cerro El Cebú	2246	15° 49' 19"	93° 02' 44"	La Concordia	Sm
Volcán Tacaná Talquián	2750	15° 06' 41"	92° 07' 43"	Unión Juárez	Sm
Volcán Tacaná Chiquihuite	2000	15° 05' 40.2"	92° 06' 06.5"	Unión Juárez	Sm

*

Mn Montañas del Norteç

Mc Meseta Central de Chiapas

Sm Sierra Madre de Chiapas

Cuadro 2. Características físico ambientales de los BMM de Chiapas, México

Localidad*	Geología	Topografía	Ediología	Tipo de clima*
Ejido Rincón Chamula (Mn)	Estratos marinos del Mesozoico Superior, del Terciario Inferior y Medio, conformada por rocas volcánicas de la orogénesis del Mioceno Superior	Relieve accidentado. Montañas de 500-2000 m de altitud	Luvisol crómico + litosol + regosol eútrico. Arcillas amarillentas y migajones rojos del grupo laterítico (debido al clima húmedo), con presencia de cenizas volcánicas.	C(w). TMA 15°C. PTA 2000-2500 mm, con una época seca desde diciembre hasta mayo
La Yerbabuena (Mn)	Rocas sedimentarias y volcano sedimentarias del oligoceno (Cenozoico)	Relieves muy accidentados debido a fallas ocurridas en el pasado	Luvisol crómico + Regosol eútrico.	Af. TMA 24.3°C. PTA 1703.7 mm
Sierra Vicente Casas (Mn)	Rocas sedimentarias y volcano sedimentarias del cretácico inferior, predominancia de calizas	Relieve con serranías compuestas por calizas estratificadas y muy fracturadas, con altitudes de 800-1000 m	Luvisol crómico + Rendzina + Litosol	Am. TMA 22°C. PTA 350-400 mm (nov-abr), 1200-1400 mm (may-oct)
Sierra Anover (Mn)	Rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del Cretácico Superior, con predominancia de calizas	Relieve escarpado con altitudes de 1500-2070 m	Litosol + Rendzina + Luvisol crómico	Am. TMA 22°C. PTA 600-700 mm (nov-abr), 1700-2000 mm (may-oct)
Cerro Kabalná (Mn)	Rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del Cretácico Superior, con predominancia de calizas	Relieve accidentado con altitudes de 1500-2470 m	Litosol + Rendzina + Luvisol crómico	ACm. TMA 22°C. PTA 500-600 mm (nov-abr), 1700-2000 mm (may-oct)
Cerro Huitepec (Mc)	Rocas ígneas intrusivas del Terciario Superior del Cenozoico con suelos volcanoclásticos y rocas sedimentarias y volcano sedimentarias del Cretácico Inferior del Mesozoico, con suelos aluviales y calizas	Laderas con pendientes pronunciadas de 40-60 %, con altitudes desde 2230-2710 m	Cambisol vértico y gléyico, con tonos café oscuro y negros en las zonas más altas y anaranjados o rojos en las partes bajas.	C(m). TMA 15°C. PTA 1300 mm
Cerro Tzontehuitz (Mc)	Rocas ígneas intrusivas del Terciario Superior del Cenozoico con suelos volcanoclásticos y rocas sedimentarias y volcano sedimentarias del Cretácico Inferior del Mesozoico, con suelos aluviales y calizas	Relieve muy complejo con altitud de hasta 2860m, con la porción sur en forma colada y la porción norte con plegamientos que disminuyen de altitud hasta 1800 m	Andosoles, derivados de ceniza volcánica, poco profundos y de gran susceptibilidad. Textura limo-arenosa y de color café claro a café rojizo	C(w). TMA 14.1 °C. PTA 1289 mm.

Cerro Quetzal (Sm)	Rocas ígneas intrusivas del paleozoico, con granito y rocas sedimentarias y volcanosedimentarias con calizas y areniscas	Relieve accidentado con cañadas y pendientes pronunciadas de 60-70% Altitud de 2000-2500 m	Litosol + Regosol Eútrico+ Feozem Háplico	ACm. TMA 20°C. PTA 150-200 mm (nov-abr), 2300-2600 mm (may-oct)
Cerro El Venado (Sm)	Rocas ígneas intrusivas del Paleozoico, con granito y rocas sedimentarias y volcanosedimentarias con calizas y areniscas	Relieve escarpado y accidentado y de difícil acceso, con altitud desde 1600 m o más	Litosol + Regosol Eútrico+ Feozem Háplico	Am. ACm. TMA 20°C. PTA 150-200 mm (nov-abr), 2300-2600 mm (may-oct).
Cerro El Triunfo (Sm)	Rocas ígneas intrusivas del Paleozoico, con granito y rocas sedimentarias y volcanosedimentarias con calizas y areniscas	Laderas y relieve complejo. Altitud de hasta 2300 m	Cambisol Eútrico+Crómico y Acrisol Órtico	ACm. TMA 16°C. PTA 200-250 mm (nov-abr), 2300-2600 mm (may-oct)
Cerro El Cebú (Sm)	Rocas ígneas intrusivas del Paleozoico, con granito y rocas sedimentarias y volcanosedimentarias con calizas y areniscas	Relieve con pendientes pronunciadas, la porción más alta con altitud de hasta 2246 m	Litosol + Regosol Eútrico+ Feozem Háplico	Am. TMA 22°C. PTA 150-200 mm (nov-abr), 2000-2300 mm (may-oct)
Volcán Tacaná Talquián-Chiquihuite (Sm)	Rocas ígneas extrusivas del Terciario Superior, con rocas andesita	Relieve accidentado y pendientes pronunciadas, con altitudes de 1300 a 4100 m hasta la parte más alta del volcán	Andosol Húmico + Órtico	ACm. TMA 16-18 °C. 600-700 mm (nov-abr), 2300-2600 mm (may-oct)

*

C(w)
 Af
 C(m)
 Am
 ACm
 TMA
 PTA

Templado subhúmedo con lluvias en verano
 Cálido húmedo con lluvias todo el año
 Templado húmedo con abundantes lluvias en verano
 Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano
 Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano
 Temperatura media anual
 Precipitación total anual

Mn
 Mc
 Sm

Montañas del Norte de Chiapas
 Meseta Central de Chiapas
 Sierra Madre de Chiapas

Cuadro 3. Nombre de las estaciones meteorológicas ubicadas por municipio y región fisiográfica de acuerdo a Müllerried (1957)

Nombre	Altitud (m.s.n.m.)	Municipio	Región fisiográfica*
Yajalón	660	Yajalón	Mn
Bochil	1200	Bochil	Mn
La Cabaña	2115	San Cristóbal de Las Casas	Mc
Cerro Tzontehuitz	2860	Chamula	Mc
Chilil	2115	Huixtán	Mc
Chamula	2300	Chamula	Mc
Finca Cuxtepeques	1000	La Concordia	Sm
Finca Liquidambar	1042	Ángel Albino Corzo	Sm
Finca Prusia	980	Ángel Albino Corzo	Sm
Santo Domingo	1300	Unión Juárez	Sm
Unión Juárez	1710	Unión Juárez	Sm
Finca Chicharras	1264	Tapachula	Sm

*

Mn

Montañas del Norte de Chiapas

Mc

Meseta Central de Chiapas

Sm

Sierra Madre de Chiapas

Cuadro 4. Principales características ambientales en donde se localizan las estaciones metereológicas. Datos tomados de archivos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y de la base de datos de García (2004) provenientes de CNA

Clave	Nombre	Periodo de datos		TMA* (°C)	PTA* (mm)
		T* (°C)	PP* (mm)		
7037	Finca Cuxtepeques	53	53	21.7	2056
7063	Finca Liquidambar	30	30	19.9	2720
7054	Finca Prusia	47	44	21.5	2586
7157	Santo Domingo	51	51	24	4666
7172	Unión Juárez	43	43	20.7	3730
Sin clave	Finca Chicharras	46	46	21.9	4148
7087	La Cabaña, San Cristóbal de Las Casas	39	39	14.9	1117
	Cerro Tzontehuitz	12	12	18.3	2164
7036	Chilil	28	28	12.8	1122
7030	Chamula	45	37	13.7	1264
7177	Yajalón	34	34	22.3	2075
7015	Bochil	62	62	21.3	1227

*

TMA

Temperatura media anual

PTA

Precipitación total anual

T

Temperatura

PP

Precipitación

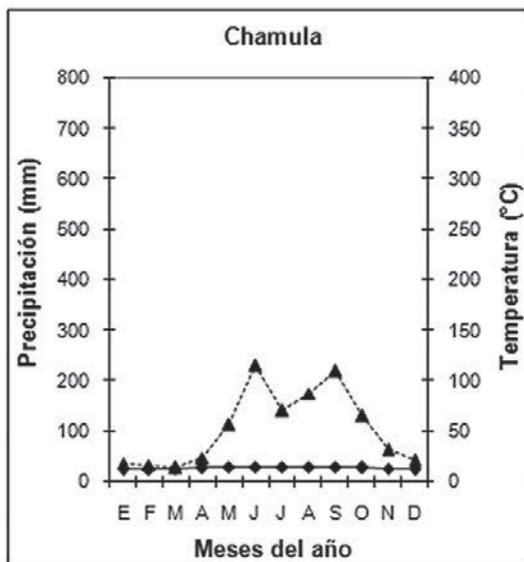


Figura 2. Diagrama ombrotérmico de Rincón Chamula.

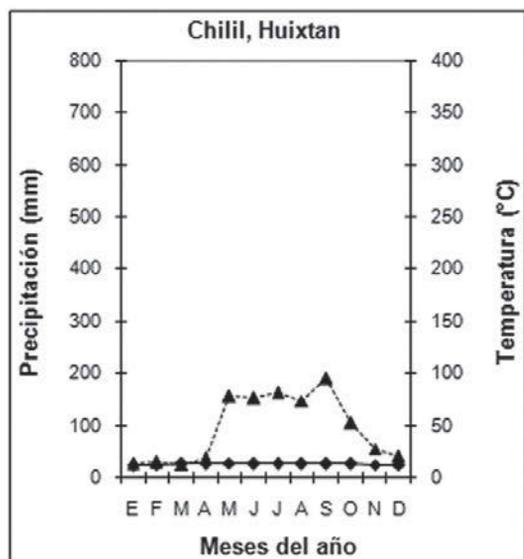


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Chilil, Huixtán.

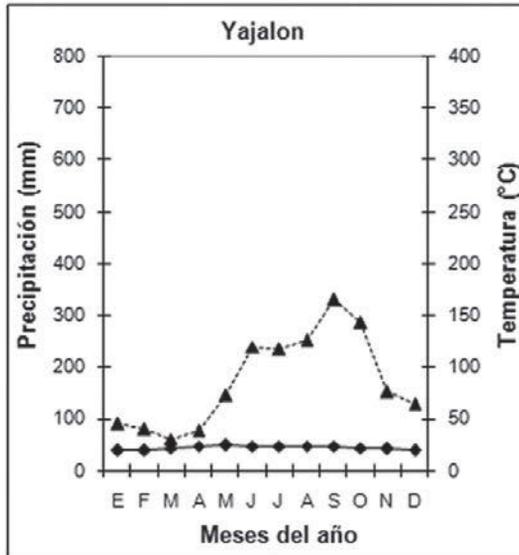


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de Yajalon.

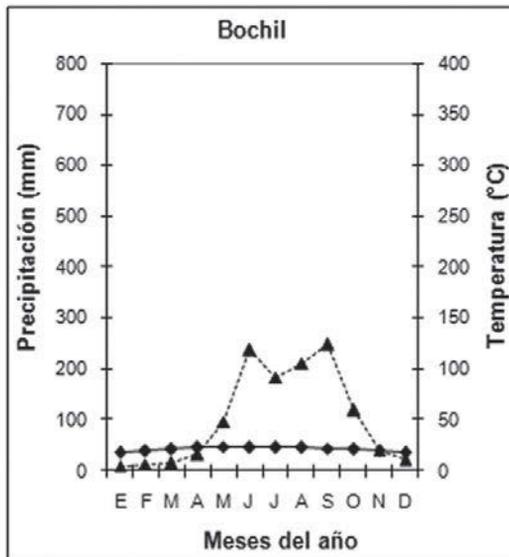


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Bochil.

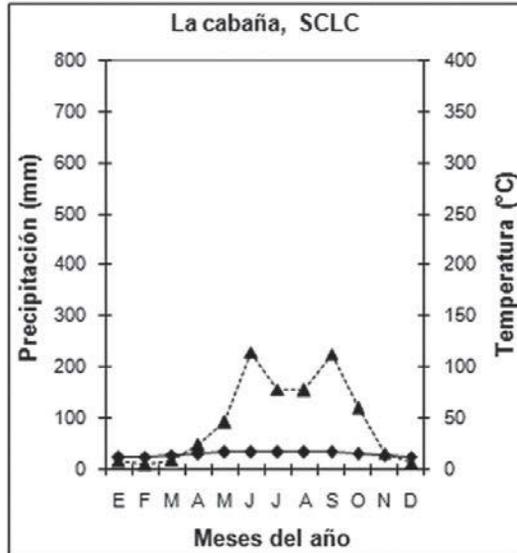


Figura 6. Diagrama ombrotérmico de La Cabaña, San Cristóbal de Las Casas.

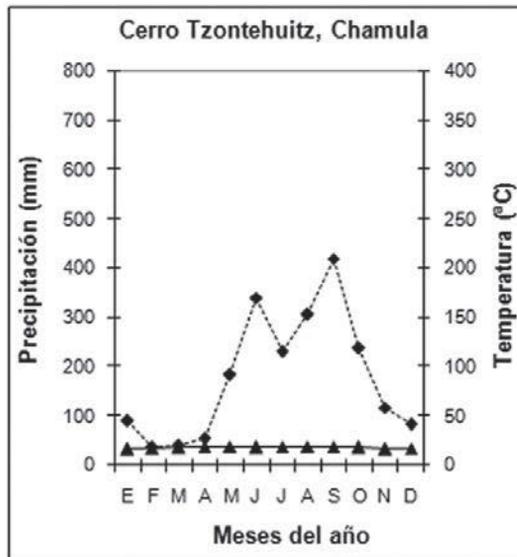


Figura 7. Diagrama ombrotérmico de Tzontehuitz, Chamula.

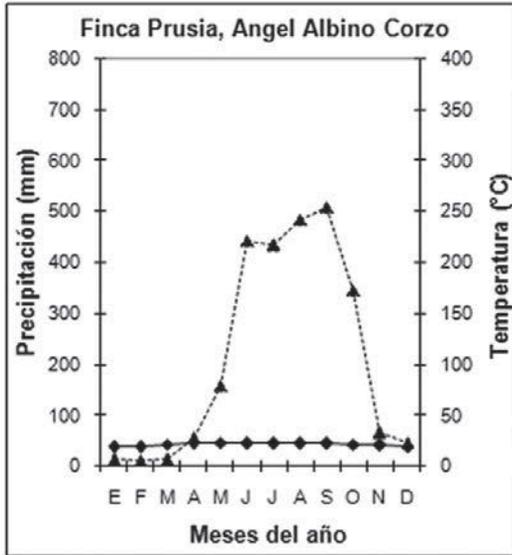


Figura 8. Diagrama ombrotérmico de La Finca Prusia, Ángel Albino Corzo.

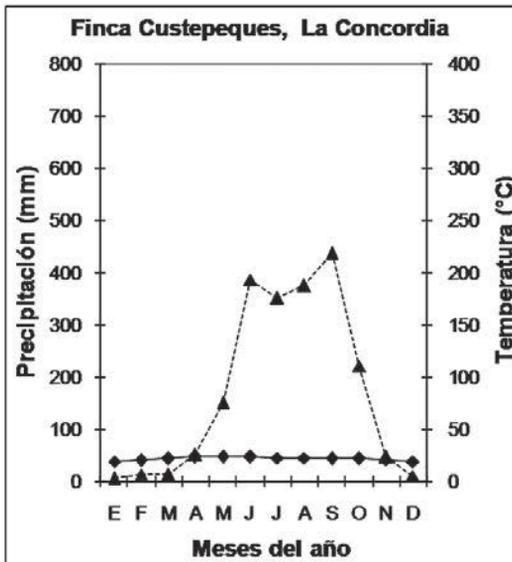


Figura 9. Diagrama ombrotérmico de La Concordia.

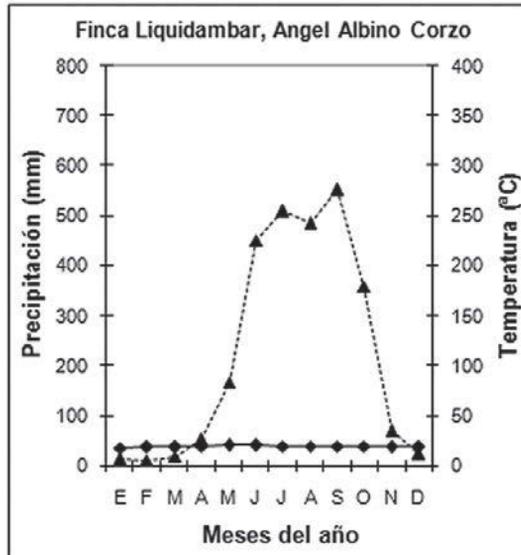


Figura 10. Diagrama ombrotérmico de Finca Liquidambar, Ángel Albino Corzo.

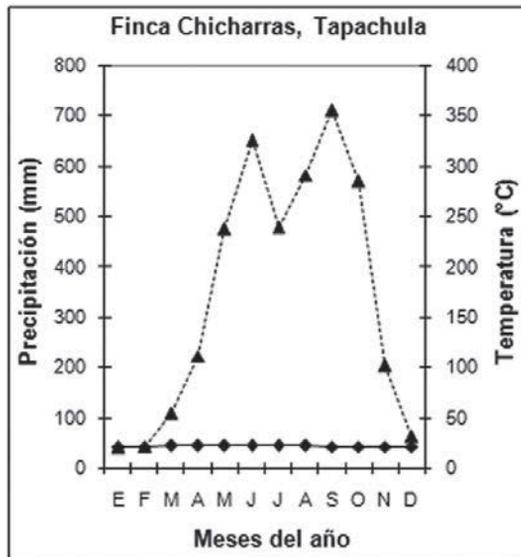


Figura 11. Diagrama ombrotérmico de Finca Chicharras, Tapachula.

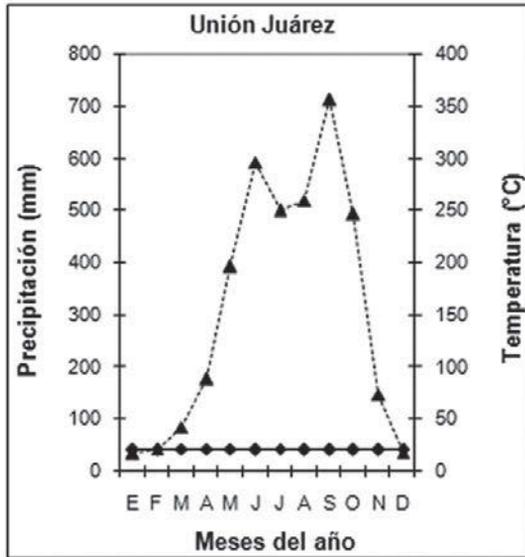


Figura 12. Diagrama ombrotérmico de Unión Juárez.

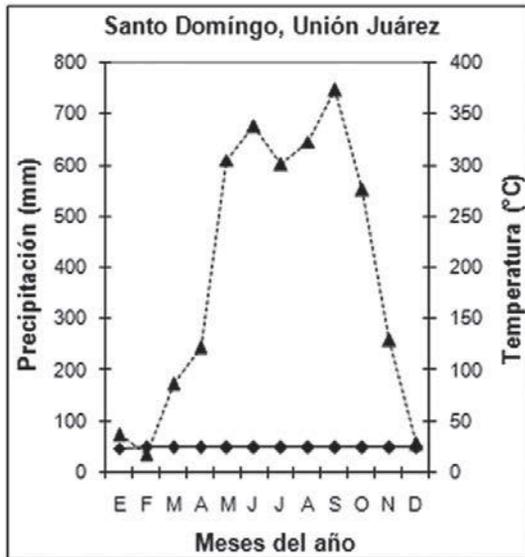


Figura 13. Diagrama ombrotérmico de Santo Domingo, Unión Juárez.

Bibliografía

Breedlove D., 1973, "The Phytogeography and Vegetation of Chiapas (Mexico)", en Graham, A. (ed) *Vegetation and vegetational history of Northern Latin America*, Elsevier, Amsterdam.

Breedlove D., 1981, "Flora of Chiapas Part I. Introduction to the Flora of Chiapas", The California Academy of Science, USA. 35 pp.

Brown A.D. & M. Kappelle, "Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional", en M. Kappelle & A.D. Brown (Edit). 2001. *Bosques Nublados del Neotrópico*, Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Buol S.W., F.D. Hole y R.J. McCracken, 1989, *Génesis y clasificación de suelos*, Edit. Trillas.

Challenger A., 1998, *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

García E., 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Instituto de Geografía, UNAM, México.

González M. F., 2003, "Las comunidades vegetales de México", en INE-SEMARNAP. México. 77 pp.

INEGI. 2003, *Cuaderno estadístico municipal de Ocozocoautla de Espinosa*, México, 167 pp.

INE-SEMARNAP, 1999, *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo*, Instituto Nacional de Ecología, México, 107 pp.

Kappelle M. y A. D. Brown, (eds) 2001, *Bosques nublados del neotrópico*, Edit. Inbio, Costa Rica.

Luna I. A. Velásquez y E. Velásquez, 2001, "México", en M. Kappelle & A.D. Brown (Edit). 2001, *Bosques nublados del neotrópico*, Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Marcuarúa L. L. E. 1999, "Reintroducción de plántulas de dos especies arbóreas en sitios degradados del bosque mesófilo en el norte de Chiapas, México", en *Tesis de Licenciatura*, México.

Miranda G. F., 1952, *La vegetación de Chiapas*, vol. 1, Gobierno del Estado de Chiapas, México.

Miranda F. y X. Hernández, 1963, "Los tipos de vegetación de México y su clasificación", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28: 29-179.

Müllerried F. K. G., 1957, *La geología de Chiapas*, Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas, México.

Ortega, E. F. y Castillo C., 1996, "El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal", en *Ciencias*, 43: 32-39.

Pennington T. D. y J. Sarukhan, 2005, *Arboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*, 3ª. Edición, UNAM/FCE. 523 pp.

Puig H. y R. Bracho, 1987, *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*, Instituto de Ecología A. C., México D. F.

Ramírez-Marcial N., S. Ochoa-Gaona, M. González-Espinosa y P. F. Quintana-Ascencio, 1998, “Análisis Florístico y Sucesional en la Estación Biológica cerro Huitepec, Chiapas, México”, en *Acta Botánica Mexicana*, 44: 59-85.

Rzedowski J., 1978. *Vegetación de México*, Limusa, México.

Rzedowski J., 1996, “Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México” en *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Secretaría de Planeación, 2001, *Carta geográfica del estado de Chiapas, México*.

SEMARNAP, 2000, *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Selva El Ocote*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Stadmüller T., 1987, *Los Bosque nublados en el trópico húmedo*, Universidad de las Naciones Unidas, Costa Rica.

Toledo V.M., 1982, “Pleistocene Changes of Vegetation in Tropical Mexico”, en G. Prance (Ed.) *Biological diversification in the tropics*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 109-124.

Vogelman H. W. 1973. “Precipitation in the Cloud Forest of Eastern Mexico, en *Bioscience*, 23 (2): 96-100.

Zuill H. A. y E. W. Lathrop, 1975, “The Structure and Climate of a Tropical Montane Forest and an Associated Pine-Oak-Liquidambar Forest in the Northern Highlands of Chiapas, Mexico”, en *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Mexico. Bot. Ser.*, 46: 73-118.

La clasificación etnobotánica maya de Los Altos de Chiapas.

Un sistema comprensivo y natural¹

Brent Berlin

Laboratorios de Etnobiología, Departamento de Antropología,
Universidad de Georgia, GA 30602, E.U.

Introducción

Uno de los principios fundamentales de la clasificación etnobiológica dicta que ningún sistema tradicional de clasificación llegará a comprender el total de la diversidad vegetal incluido dentro de un mismo hábitat (Berlin, 1992:21). Tras asignar nombre a las especies botánicas más prominentes dentro de un sistema de clasificación dado, habrá muchas otras a las que no se dará reconocimiento lingüístico. Un segundo principio general dicta que el ordenamiento conceptual de los taxa que son reconocidos estará basado en las afinidades morfológicas que los humanos son capaces de observar entre

¹ Reconozco con gratitud la generosidad de Aturo Gómez Pompa del CITRO; Alejandro Ávila Blomberg, director del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo en la ciudad de Oaxaca, y a Nemer Narchi, por la traducción al español de este capítulo, que es una versión elaborada y ampliada de Berlin (1998). A los editores de este volumen, la doctora Evodia Silva-Rivera y los doctores Miguel A. Pérez-Farrera y César Tejeda-Cruz, quiero extender mis sinceros agradecimientos por su amable invitación para participar en el presente libro.

las especies, sin importar la importancia cultural y/o económica que se pueda dar a las especies dentro de la comunidad en cuestión (Berlin 1990, 1992:21).

Mi objetivo a lo largo de este artículo, es presentar evidencia basada en los datos que la etnobotánica tzeltal y tzotzil han arrojado durante cuatro décadas de investigación dentro de la región de Los Altos de Chiapas.² Dado que la explicación exhaustiva de los sistemas de clasificación etnobotánica de los Altos de Chiapas es imposible de sintetizar en este texto, me permito esbozar sus características más importantes con el fin de limitar mi discusión a una breve descripción de los principios generales bajo los cuales estos sistemas se rigen. Así también, mediante el análisis del sistema tradicional utilizado por uno de mis más perdurables colaboradores, Alonso Méndez Ton (AMT), tzeltal-hablante perteneciente a la comunidad de Kulak'tik en el municipio tzeltal de Tenejapa, demostraré cómo es que los sistemas nativos de clasificación botánica pueden ser a la vez naturales y comprensivos.

Los datos contemplan las colecciones etnobotánicas realizadas por AMT como parte de nuestro extensivo examen de Tenejapa durante los años comprendidos entre las décadas desde 1960 hasta 1970, trabajo complementado con un nuevo esfuerzo de colecta llevado a cabo en 1990. Al analizar las colecciones de AMT, mostraré que la comprensión es alcanzada cuando a pesar de que ciertas especies no logran conseguir reconocimiento lingüístico de común acuerdo, son clasificadas sistemáticamente utilizando la relación similar (o relacionado) a algún

² Las investigaciones entre las tzeltales de Los Altos de Chiapas que vale mencionar como antecedentes históricos sobre el tema de *clasificación etnobotánica* son Berlin, Breedlove, and Raven (1966), Berlin, Breedlove and Raven 1968, 1973, 1974, Raven, Berlin, and Breedlove (1971), Berlin (1972, 1973a, b, 1974, 1977a, b, 1990, 1998), y Berlin, Breedlove, Laughlin, and Raven (1973). Investigaciones con tema de la *etnobotánica médica*, especialmente las plantas medicinales y medicina tradicional, son Berlin, Breedlove, Duncan, Jara, Laughlin, y Velasco (1990), Berlin and Berlin (1994, 1996, 1998, 2000, a, b, c, 2002a, b, 2003, 2004 a, b, 2005a, b, 2006, 2007), Meckes, Tortoriello, Villareal, Berlin, y Berlin (1995), Tortoriello, Meckes-Fischer, Villareal, Berlin, y Berlin (1995), Berlin, Berlin, Lozoya, Meckes, Tortoriello, and Villareal (1995), Berlin 1998, Berlin, Berlin, Fernandez, García, Puett, Nash, and Gonzalez-Espinoza (1999), y Berlin, Berlin, García, González, Puett, Nash, Montes, Trujillo, Ramírez, Hernández, Ramírez, Wetzstein, Murray, Sharma, Affolter, y Heinrich (1999). Obras sobre la etnobotánica tzotzil incluyen Fábregas and Silver (1973), Laughlin (1983) y Breedlove and Laughlin (1984, 2000).

conjunto de taxa tradicionales que es a su vez referido mediante un nombre común.

Los datos también mostrarán que la *naturalidad* del sistema se alcanza cuando las especies botánicas a las que se ha hecho referencias como *relacionadas a*, son aquellas que comparten características morfológicas fácilmente observables. Estas similitudes morfológicas son reflejo de una afinidad taxonómica en la cual los miembros relacionados perceptualmente por las culturas en cuestión, son a menudo miembros del mismo género o de géneros filogenéticos estrechamente relacionados dentro de la misma familia. Ambos hallazgos son respaldados por la evidencia derivada de la clasificación que Alonso realizó mediante el uso de 5000 ejemplares botánicos representantes de 3000 especies. Estos ejemplares forman parte de un programa de colecta general llevado a cabo durante un periodo de siete años. Concluyo que el sistema de clasificación etno-nomenclatural empleado por AMT y por ende, el sistema de clasificación etnobotánico empleado por los grupos mayas de Los Altos de Chiapas, está basado en principios psicológicos de categorización perceptual en cuyas bases se sienta lo que hoy conocemos como principios sistemáticos de la botánica científica.

Breve apreciación global de los principios de clasificación y nomenclatura etnobiológica

Clasificación

El sistema de clasificación etnobotánica tzetal-tzotzil se conforma a los principios observados en muchas otras sociedades tradicionales (véase Berlin, 1992). Al empezar este capítulo, elaboraré alrededor de los dos primeros principios de la clasificación etnobiológica, es decir, que

- 1) Ningún sistema tradicional de clasificación llegará a comprender el total de la diversidad vegetal encontrada dentro de un hábitat particular, y
- 2) El ordenamiento conceptual de los taxa que son reconocidos estará basado en las afinidades (morfológicas, físicas y ecológicas) que los humanos son capaces de observar entre las especies, sin

tomar en cuenta la importancia cultural y/o económica que se pueda dar a las especies dentro de la comunidad en cuestión.

Los dos principios anteriores y cinco mas integran el total de las reglas alrededor de la clasificación etnobiológica, los restantes se enuncian a continuación:

- 3) Los sistemas de clasificación ethnobotánica están organizados conceptualmente en una estructura jerárquica somera;
- 4) Los taxa reconocidos en el sistema se distribuyen entre cuatro y seis rangos que son mutuamente exclusivos. Los taxa ubicados en un mismo rango comparten grados similares de variación interna y están separados por lagunas perceptuales de tamaño similar. Los seis rangos universales son *reino*, *forma de vida*, *intermedio*, *genérico*, *específico* y *varietal*. Los taxa de los rangos *reino* e *intermedio* generalmente no son nombrados lingüísticamente, es decir, son *tácitos*.
- 5) Los taxa de cada rango muestran similitudes comparativas muy marcadas en lo referente al número total de organismos comprendidos dentro de cada uno, así como en lo referente a su extensión biológica
 - 5i) Los taxa del rango *genérico* son los más numerosos, alrededor de 500-600, siendo generalmente monotípicos (80%) y con excepciones notables de especies morfológicamente aberrantes o culturalmente únicas. Estas formas están incluidas dentro del taxa del rango *forma de vida* pero, con excepciones notables, en el taxon *reino*.
 - 5ii) Los taxa del rango de *forma de vida* son pocos, probablemente no más de cinco y con menor frecuencia llegan hasta diez, son politípicos e incluyen a la mayoría de taxa de rangos inferior. Este tipo de taxa incluye plantas que exhiben patrones similares en los hábitos de crecimiento del tallo, así como en morfología.
 - 5iii) Los taxa del rango *intermedio* representan generalmente grupos de taxa del rango *genérico* perceptualmente similares dadas sus características morfológicas. Generalmente, son incluidos en el taxa del rango de *forma de vida*.

- 5iv) Los taxa del rango *específico* subdividen a aquellos del rango genérico. Los taxa designados como varietales son raros. En caso de ocurrir, forman una subdivisión dentro de los taxa de rango específico. A diferencia de los taxa de rango superordinado, una porción considerable de los taxa subgenéricos son reconocidos principalmente como el resultado de consideraciones culturales dado que estos taxa representan especies domesticadas y/o económicamente importantes dentro de los sistemas etnobiológicos.
- 5v) El taxón que indica el rango de *reino* está representada por un solo miembro.
- 6) Los taxa etnobiológicos de rango genérico y específico exhiben una estructura interna en la que alguno de los miembros es considerado como el prototípico dentro del taxón, mientras que otros son vistos como menos típicos dentro de la categoría.
- 7) Una mayoría sustancial de los taxa del rango genérico podrán ser relacionados con los taxa (géneros o especies del mismo género) reconocidos de manera independiente por los científicos modernos. El grado más alto de correlación se encontrará en los taxa de rango genérico. Los taxa de rango intermedio corresponderán frecuentemente a aquellos de familias biológicas reconocidas por la botánica occidental. Los taxa de formas de vida, así como los taxa del rango específico, exhibirán la correlación más débil con referencia a los taxa biológicamente reconocidos.

Nomenclatura

La nomenclatura etnobiológica integra también siete reglas generales. Estas son:

- 1) El taxón que marca el rango *reino* y los taxa del rango *intermedio* generalmente no son nombrados en los sistemas de clasificación biológica.

2) Dentro del léxico etnobiológico, los taxa que reciben nombres se divide en dos formas básicas. Una clase comprende formas que son, en su mayoría, unitarias semánticamente. El segundo grupo incluye formas lingüísticas complejas, las cuales incluyen como uno de sus constituyentes uno de los términos de la primer clase sumado a uno o mas constituyentes que funcionan semánticamente como modificadores. Siguiendo lo estipulado por Conklin (1962) ambos tipos de expresiones son referidas como *lexemas*. Actualmente, las expresiones de la clase 1 serán referidas como *lexemas primarios* y aquéllas pertenecientes a la segunda clase serán referidas como *lexemas secundarios*.

Los *lexemas primarios* se encuentran subdivididos en aquellos que son lingüísticamente imposibles de analizar, o primarios simples, y aquellos que son lingüísticamente analizables, o primarios complejos. Finalmente, los primarios complejos son de dos tipos. El tipo uno, constituido por expresiones lingüísticamente complejas en donde uno de los constituyentes es un *lexema* primario simple que etiqueta al organismo al tiempo que lo subordina a la forma en cuestión. El tipo dos está constituido por complejos primarios en los cuales ninguno de los constituyentes subordina la categoría ante las formas en cuestión (véase tabla 1).

Tabla 1

Tipo de *lexemas* reconocidos en la nomenclatura etnobotánica en cuatro idiomas

Lexemas primarios simples

Español	roble	<i>Quercus</i> spp.
Inglés	pine	<i>Pinus</i> spp.
Tzeltal	taj	<i>Pinus</i> spp.
Tzotzil	toj	<i>Pinus</i> spp.

Lexemas primarios complejos, tipo 1

Español	árbol de pan (clase de árbol)	<i>Artocarpus atilis</i>
Inglés	tulip tree (clase de árbol)	<i>Liriodendron tulipifera</i>
Tzeltal	jij te' (clase de árbol-jij + te' 'árbol')	<i>Quercus</i> spp.
Tzotzil	ich ak' (clase de bejunco-ich 'picazón' + ak' 'bejuco')	<i>Clematis dioica</i> , <i>C. grossa</i>

Lexemas primarios complejos, tipo 2

Español	cabeza de Viejo	<i>Clematis dioica</i>
Inglés	buck eye 'ojo de venano macho'	<i>Aesculus californica</i>
Tzeltal	tza' tuluk' 'excremento de guajalote'	<i>Diospyros digna</i>
Tzotzil	yak'ubal us 'mosca de noche'	<i>Ageratina bustamenta</i>

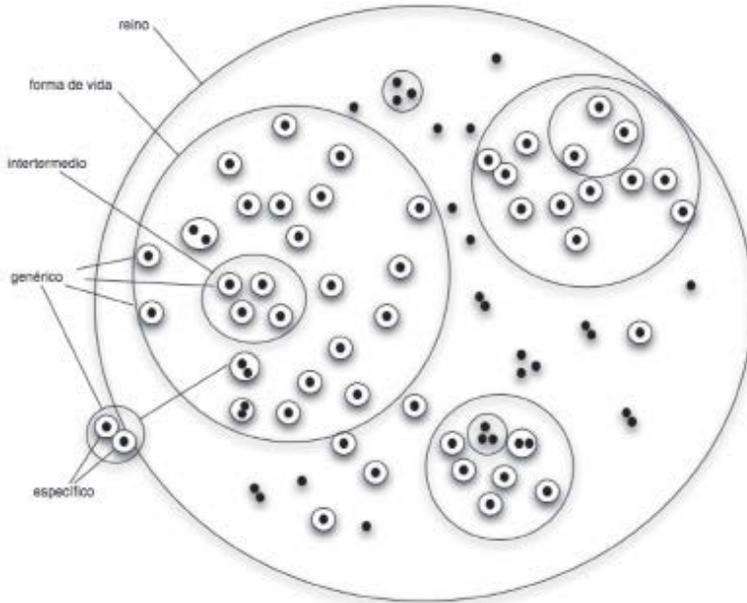
4) Los lexemas secundarios, así como los primarios complejos del tipo 2, son expresiones lingüísticamente complejas en donde uno de los constituyentes indica la existencia de una categoría subordinada a la forma en cuestión. Sin embargo, los lexemas secundarios difieren de los primarios en que ocurren, con excepciones predecibles, solamente en conjuntos de contraste en donde todos los miembros comparten un constituyente que etiqueta al taxón inmediato que les incluye a todos (por ejemplo, en español, los tipos de zapote-(*zapote negro*, *zapote colorado*); en inglés, especies de roble-(*red oak*, *white oak*, *pin oak*), en Tzeltal, los chiles-(*batz'il ich*, *tza'mut ich*, *mórte ich*, *tejcomb'il ich*, *ton ich*); en Tzotzil, los varios tipos de flor de muerto-(*antzil vo'tus*, *kaxlan vo'tus*, *kelem vo'tus*, *k'ox vo'tus*).

5) Los taxa de forma de vida, genérico e intermedio que son nombrados, son etiquetados generalmente con un lexema primario, mientras que, con excepciones notables y específicas, los taxa del rango específico son etiquetados por medio de lexemas secundarios (por ejemplo tzeltal y tzotzil *te* 'árbol', *ak* 'bejuco', Tzeltal *wamal*, Tzotzil *tz'i'lel* (planta herbaceous).

- 6) Bajo ciertas situaciones, los taxa del rango específico serán etiquetados con lexemas primarios. Los datos empíricos indican la existencia de dos condiciones generalizadas que pueden ser entendidas en términos de los principios generales de la clasificación etnobotánica.
- 6i) Un taxón específico *x*, puede ser etiquetado con un lexema primario cuando *x* es concebido como el *prototipo del etnogénero*. En este caso, el lexema primario utilizado para designar al taxón prototípico, será polisemántico en relación al nombre super-ordinal del taxón genérico. Sin embargo, en situaciones de discurso donde el etnoespecies prototípico debe ser ambiguamente distinguido de algún taxa congénérico. El taxón prototípico será nombrado por un lexema secundario que contenga una expresión modificadora que denote que dicho taxón sea “genuino”, “real/verdadero”, “original” o “ideal”.
 - 6ii) Un taxón específico *y* podrá ser etiquetado con el lexema primario cuando *y* sea una de las plantas de mayor importancia cultural. En estos casos, el lexema utilizado será utilizado para designar al taxón específico lingüísticamente distinto de la etiqueta del taxón inmediato superior.
- 7) Los nombres de plantas y animales no son inventados de manera arbitraria, sino que comúnmente y a manera de metáfora, aluden alguna de las características morfológicas, etológicas, ecológicas o cualitativas presentes en su referente.

Una representación gráfica de la estructura de un sistema etnobotánico está presente en la figura 1.

Figura 1



Representación esquemática de los cinco rangos etnobiológicos primarios y sus respectivos taxa (el rango 'variedad' no está incluida en el gráfico). Las especies biológicas son señaladas mediante pequeños puntos negros. Los taxa etnobiológicos, indicados por círculos que rodean los puntos. Los taxa del rango *genérico* (los más numerosos dentro de los taxa ilustrados) son, por lo general, incluidos dentro los taxa de *forma de vida* pero también pueden ser anteceditos directamente por el *reino*. La posición relativa intenta ilustrar el grado de afinidad en donde el nivel de proximidad indica mayor similaridad.

Comprensión del sistema etnobotánica tzeltal-tzotzil

Si no fuere cierto que sólo un pequeño subgrupo de los organismos encontrados en una región dada gozará de reconocimiento conceptual a manera de recibir un nombre común dentro del sistema etnonomenclatural de clasificación biológica, uno podría preguntarse: "¿como es que las especies que *no son* reconocidas lingüísticamente son tratadas conceptualmente?". Cuando se pregunta a personas que no fueron criadas en áreas rurales me-

gadiversas acerca del nombre de una planta con la cual no están familiarizados, la mayoría de los individuos simplemente responde: “No sé, es sólo un arbusto” o “Es algún tipo de árbol. Quien sabe cómo se llama.”

Hace 40 años, cuando Dennis Breedlove y yo comenzamos nuestra labor etnobotánica dentro de las comunidades tzeltales del municipio de Tenejapa, notamos que respuestas tales como “No sé cómo se llama” o “Es simplemente un árbol, hierba”, eran extremadamente raras entre los colaboradores tzeltales. Notamos en la obra *Principles of Tzeltal Plant Classification* que

“La colecta botánica general reveló de rápida manera que los Tzeltales carecen de nombres verdaderos para gran parte de la flora local de Los Altos de Chiapas. Por un lado, al confrontar plantas en particular (cuyas especies no les resultaban familiares) los informantes rara vez responderían que las especies carecían de nombre. En lugar de eso, intentaban, de manera sistemática, relacionar dichas plantas con alguna de las categorías existentes dentro de la etnonomenclatura taxonómica. Por ejemplo, un informante pudo haber dicho que esta y la otra planta eran “*kol pahaluk sok X*” ‘*Es similar a X*’, donde X representa el nombre maya de una categoría de nivel bajo conocida... Estas respuestas clasificatorias nos permitieron determinar lo que hemos denominado el *patrón básico* de cada categoría reconocida (i.e., todos los “ejemplos genuinos”) y el *patrón extendido* de estas categorías genuinas (i.e., todos los ejemplos que son “similar a X”) (Berlin, Breedlove, Raven, 1974:5)³.

Trabajando de manera independiente en la municipalidad tzotzil de Zinacantán, Laughlin y Breedlove reportaron que sus colaboradores tzotziles, utilizaba un proceso de clasificación idéntico.

Cuando el calificativo *yit'ix*, literalmente “celoso”, está colocado antes del nombre de una planta denota que la planta en cuestión es similar a la planta previamente nombrada. Los calificativos ingleses

³ La traducción de los términos *basic range* y *extended range* debo a mi colega, Chad Howe, Universidad de Georgia.

“bastardo” y “falso” son comparables, con la excepción de que especifican una sola especie como “primula bastarda” (*Oenothera biennis* L.), mientras que *yit'ix* puede ser libremente asociada al nombre de cualquier planta con características similares. A pesar de que estos no son nombres verdaderos, resultan de un obvio valor crítico al establecer las relaciones entre plantas” (Breedlove & Laughlin 2000:4).

Al evocar nombres botánicos, dos términos descriptivos dominaron a lo largo de las conversaciones: *batz'i*, (“genuino” o “verdadero”) y *yit'ix*, (“bastardo” o “falso”). Con términos tan prácticos cualquier planta desconocida puede ser fácilmente [clasificada]. Los nombres científicos para las plantas designadas “*yit'ix*” caben dentro del extenso rango de esas plantas particulares [rango básico] (Breedlove & Laughlin 2000:110).

Cuando nuestros colaboradores mayas hacen declaraciones como “es *kol pahaluk sok x*” o “es *yit'ix*” están participando en lo que podríamos denominar *aproximación a la clasificación botánica primigenia*. El proceso es algo parecido a lo siguiente: primero, un espécimen con el cual no se está familiarizado se evalúa con base en sus características perceptibles. Un proceso que podemos llamar *identificación*. Una vez identificadas, las especies son conceptualmente asignadas a un lugar “cercano” a la especie a la que más se asemeje misma que tendrá previo reconocimiento lingüístico en el sistema de etnonomenclatura, un proceso que denominamos *clasificación*.⁴

Este tipo de conducta clasificatoria primigenia no difiere de aquella del botánico de campo, quien hace una determinación preliminar de una especie particular previamente con la cual se relaciona como “cercana a *x*”, como en *Smilax* aff. *bona-nox*, una designación que la especie llevará hasta que una determinación más rigurosa y definitiva pueda realizarse, normalmente con base en la comparación contra material de un herbario.

Al ser aplicada esta aproximación de manera general e inclusiva, se permite al sistema etnonomenclatural ser comprensivo dado que la ma-

⁴ Varios modelos psicológicos han sido propuestos para explicar este proceso cognoscitivo. Medin (1989) discute los más prominentes (“similaridad total”, “patrón-base”, o alguna combinación de ambos) una estrategia patrón-base parece ser la explicación más adecuada para la conducta aquí descrita.

yoría de las especies vegetales de un hábitat local pueden ser archivadas bajo de una de las etnocategorías de bajo rango dentro del sistema de nomenclatura en cuestión. Aún sin ser reconocidas como miembros legítimos de una categoría dada, son vistas como conceptualmente relacionadas a uno de los taxones de bajo rango previamente reconocidos.

Reconocer que un sistema de clasificación funciona, depende idealmente del uso de datos comparativos derivados de un número considerablemente grande de colecciones botánicas llevadas a cabo durante varias temporadas de sondeo botánico y clasificadas por diversos colaboradores. Haciendo a un lado la posibilidad de contar con numerosos colaboradores, la naturaleza de los sistemas etnonomenclaturales se alcanza a vislumbrar mediante la meticulosa observación del sistema etnobotánico que emergen de colecciones botánicas tan sobresalientes como las de AMT.



Figura 2

Alonso Méndez Ton, circa 1961, colectando plantas en el municipio de Tenejapa, Chiapas, México.

Poco después de empezado nuestro trabajo etnobotánico entre los Tzeltales, Breedlove y yo reconocimos los talentos que AMT presentaba como colector etnobotánico. En solo pocos meses, AMT se encontraba haciendo el trabajo de campo por sí solo, construyendo sus propias colecciones botánicas. Al tiempo que completamos nuestro proyecto, AMT continuó colectando, desempeñándose como asistente tanto en el proyecto *Flora de Chiapas* encabezado por Breedlove, así como en el proyecto *Flora de México* donde se desarrolló como líder brigadista dentro de los grupos de colecta.

Durante un periodo desde duró entre 5 hasta 6 años, AMT logró coleccionar más de 5000 ejemplares botánicos (la mayoría en fojas de 5) tomadas de numerosas localidades dispersas a lo largo del territorio Chiapaneco⁵.

⁵ El esfuerzo de AMT durante este periodo estuvo dedicado a la realización de colectas botánicas generales, esto es, colectas de "todo y cualquier cosa que fuera flor o fruto". Esto incluye, por supuesto, muchos cientos de especies para las cuales carecía de un nombre maya. Sus colecciones representan una contribución significativa en cuanto al conocimiento global de la flora de Chiapas. Como reconocimiento parcial a su obra, alrededor de 20 nuevas especies han sido nombradas en su honor (por ejemplo, *Ilex tonii* Lundell, *Eugenia tonii* Lundell, *Ocotea tonii* (Lundell) van der Werff, *Nectandra tonii* (Lundell), *Ardisia tonii* (Lundell), *Calythranthes tonii* (Lundell)). Los especímenes por él colectados yacen en el herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la ciudad de México. La Academia de Ciencias de California, San Francisco, California, y en el Laboratorio Etnobotánico de la Universidad de Georgia, Athens, Georgia. Una breve discusión de otras habilidades etnobotánicas demostradas por AMT a lo largo de su trabajo en etnobotánica tzeltal, han sido descritas por Berlin (1984).

en áreas lejanas a *kulak'tik*, el pequeño paraje natal de AMT en donde se desarrolló y vivió hasta la edad adulta, por lo que muchas de las especies colectadas le resultaban ligeramente familiares. Aunado a esto, una gran mayoría de las plantas colectadas no habían sido vistas por él previamente. Sin embargo, solamente 44 de un total de 5552 ejemplares fueron catalogados como “sin nombre”, menos del uno por ciento del total del inventario.

Linguísticamente, los nombres maya (*sensu laxu*) con que AMT bautizó a las plantas, así como aquellos utilizados por los colaboradores Tzotzil de Laughlin y Breedlove, pueden ser analizados bajo el lente de una de las siguientes dos categorías: el primer nombre se encuentra comprendido por un sustantivo acompañado por el calificativo *batz'il* (abreviado como “b.”) que significa “verdadero”, “legítimo”, o “genuino”, i.e. *batz'il atz'am te' atz'am te'* genuina' (*Rapanea myricoides*). Otra elicitación nomenclatural se compone de un sustantivo modificado por la expresión *kol pahaluk sok* (abreviado como “kps”), que literalmente significa “similar a”. Es posible destacar la frase descriptiva *kps atz'am te'* como ‘similar a *atz'am te'*’ (*Rapanea juergensenii*).

Tayakul Lum Tokosinko Ranjo mamuntia 10/1/68

- 3424 kps dahal yihadter hun metro snaktit tenel teres dahin - sikhinsit
- 3425 b. pisih 20'eb metro snaktit yanul ya kmota ter dahin yihad sit &
- 3426 b. neal hun metro snaktit tenel teres dahin yihad sit &
- 3427 b. lantul san lom mun' tenel teres sahin & ni &
- 3428 b. neal kat lom mun' tenel teres sahin & ni &
- 3429 b. zi kil zail lom nahtin yanul ya kmota teres sahin & ni &
- 3430 kps zi kil san lom nahtin yanul ya kmota teres dahin sit &
- 3431 kps kalin kacak lom mun' tenel teres yanul sit &
- 3432 b. dahal zalsim ter 20'eb metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3433 b. sakil zalsim ter 20'eb metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3434 kps kwok' Xouu' lom nahtin yanul ya kmota teres yanul sit &
- 3435 b. sakil p'oil mabon hun metro snaktit tenel dahin sahin & ni &
- 3436 b. sikhontes lom mun' tenel teres yanul sit &
- 3437 b. kalin kacak lom mun' tenel teres yanul sit &
- 3438 b. dahal yih' lom nahtin teres yanul kmota teres sahin & ni &
- 3439 kps sakil y'ikt lom mun' tenel teres sahin yanul sit &
- 3440 kps mun' ites lom mun' tenel teres sahin & ni &
- 3441 b. mun' ites hasek metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3442 kps bah'alter lom nahtit tenel yanul kmota teres sahin & ni &
- 3443 b. zand'iyisim balom hasek metro snaktit tenel teres sahin &
- 3444 b. lantul lom mun' tenel teres sahin & ni &
- 3445 kps manan lom nahtin teres yanul kmota teres yanul sit &
- 3446 kps sakil san hun metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3447 b. tahtan 20'eb metro snaktit yanul yanul kmota teres sahin sahin & ni &
- 3448 kps hah'ol zangan ter hun metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3449 b. tuh'ulun' di' 20'eb metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3450 b. kwok' ment lom nahtin yanul yanul kmota teres yanul sit &
- 3451 kps sakil zin san lom nahtin yanul yanul kmota teres dahin & ni &
- 3452 b. pah'ulzal 20'eb metro snaktit tenel yanul kmota teres sahin & ni &
- 3453 kps sah'alter 20'eb metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3454 b. kwok' kwok' lom nahtit tenel yanul kmota teres dahin yihad sit &
- 3455 kps tan'alter 20'eb metro snaktit tenel teres sahin & ni &
- 3456 kps sabal'kwok' 20'eb metro snaktit tenel teres dahin & ni &
- 3457 b. kwok' ment lom nahtin yanul yanul kmota teres sahin & ni &

Figura 4

Copia digital de una de las páginas en la bitácora de colecta de AMT, enero 10, 1968

El texto que sigue a cada nombre es una breve descripción botánica del espécimen (*i.e.* el número de colecta 3429 b. *ichil ak'* (*ichil ak'* genuino) [posteriormente determinado *Clematis grossa*], una planta trepadora de la familia Ranunculacea y descrita por AMT como *lom nahtik yak'ul ya xmo ta te'*, *sakik xnich* '[una] planta muy larga que trepa en los árboles, con flores blancas'.

La anotación que sigue inmediatamente al espécimen 3430 es *kps ichil ak'* (similar a *ichil ak'*). AMT describe este espécimen como *lom nahtik yak'ul ya xmo ta te'*, *tzajik sit* "(una) planta muy larga que trepa en los árboles, con flores rojas". Este ejemplar fue ultimadamente determinado como *Serjania hispida*, una planta trepadora de la familia de Sapindaceae. A pesar de encontrarse en familias taxonómicas distintas, *Clematis* y *Serjania* comparten *grosso modo* numerosas características morfológicas. Acorde con lo anterior, a pesar de que existe en la colección un considerable número de especies de *Serjania*, ninguna de ellas recibe un solo distintivo estable "nombre genuino". Este género siempre es incorporado dentro del sistema de clasificación de AMT como "una trepadora similar a *ichil ak'*, *Clematis grossa*."

Otro folio de anotaciones de la bitácota de colecta de AMT puede ser visto en la figura 5.

Ta'ris belal karo tayahkolom hwal tulan *Sopastitan*
 a 25/10/67 M. 3100 ps. (100 ps) Informant: Mariano Lin II

3104	kps pakawil k'it k'amb metro suaktit tenel stozel yak'is sit & slw' tahal sibani I
3105	kps k'it k'amb metro suaktit tenel stozel yak'is sit & slw' k'it I
3106	kps sakal tumu k'eb metro suaktit tenel stozel k'amb k'it & slw' k'amb pinil I
3107	kps yakal tumu k'eb metro suaktit yak'is stozel yak'is sit & slw' tenel k'amb I
3108	b. k'it k'amb tumu tenel stozel yak'is k'amb sit & [<i>Lonchocarpus rugosa</i>] b. yak'is k'amb tumu I
3109	kps tulanil pak'at k'eb metro suaktit yak'is stozel yak'is k'amb slw' k'amb tumu I
3110	kps tahal k'amb tumu k'amb tenel stozel yak'is k'amb tumu yak'is sit & slw' tahal k'amb I
3111	kps k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu yak'is k'amb tumu yak'is sit & slw' k'amb tumu I
3112	kps k'amb tumu k'eb metro suaktit tenel stozel k'amb k'amb & slw' k'amb k'amb I
3113	kps k'amb tumu k'eb metro suaktit tenel stozel k'amb k'amb k'amb & b. k'amb tumu k'amb I
3114	kps sakal tumu k'eb metro suaktit tenel k'amb k'amb k'amb & b. yak'is k'amb tumu I
3115	kps k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu suaktit tenel yak'is sit & b. k'amb tumu k'amb I
3116	kps sakal k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu yak'is k'amb tumu k'amb k'amb & b. k'amb tumu k'amb I
3117	kps k'amb tumu k'eb metro suaktit tenel stozel k'amb k'amb & b. k'amb tumu I
3118	kps k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu & slw' k'amb tumu k'amb I
3119	kps k'amb tumu k'eb metro suaktit tenel stozel yak'is sit & slw' k'amb tumu I
3120	kps yak'is k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu k'amb tumu yak'is sit & slw' k'amb tumu I

Figura 5

Copia digital de una de las páginas en la bitácora de colecta de AMT, Octubre 25, 1967

Las colectas fueron llevadas a cabo en compañía de otro indígena tzeltal proveniente del municipio de Soyatitán, en el norte de Chiapas, el 25 de octubre de 1967. Este municipio, en el extremo norte del estado, goza de una elevación sobre el nivel del mar considerablemente más baja que la de Tenejapa, el municipio de donde AMT es oriundo (las colectas fueron llevadas a cabo en elevaciones alrededor de los 1000 metros). Todos los especímenes dentro de esta colección recibieron la anotación kps, salvo el espécimen 3108, *b.hit'it'ul 'hit'it'ul* genuino' *Lonchocarpus rugosa*, una especie relativamente familiar a los ojos de AMT, pues es común localizarla en las riveras del municipio de Tenejapa⁶.

Como resultado del esfuerzo de colecta a largo plazo llevado a cabo por AMT en Chiapas, es posible afirmar con cierta confianza el número preciso de etnogéneros comprendidos en su sistema de clasificación botánica. Como es de esperarse basado en las observaciones hechas a partir de los sistemas etnobotánicos de los horticultores tradicionales, AMT despliega un inventario de aproximadamente 500 etnogéneros (485 para ser exacto). El emplea varios cientos de nombres y solo estos nombres –sea en la forma “X genuino” o “relacionado a X”– para clasificar toda la diversidad botánica con la que se ha visto en contacto a lo largo de su esfuerzo de colecta en Chiapas, una diversidad que representa cerca de 900 géneros científicos y alrededor de 3000 especies botánicas (este número, por cierto, se encuentra muy cerca de representar el universo entero de especies para la planicie central de Chiapas).

Conceptualmente, el sistema etnobotánico desarrollado por AMT comprende la diversidad botánica de la región⁷.

⁶ Nótese que la mayoría de los nombres que AMT transcribe a partir de la información de su compañero maya son totalmente diferentes de los propios, indicativo de la extensiva variación lingüística en el área. La abreviación *sil'k'* es equivalente a “kol pahaluk sok” en el dialecto Tzeltal de Soyatitán.

⁷ Mis impresiones intuitivas concernientes al loable desempeño de AMT sugieren algo de lo que Medin llama “exposición no trivial al mundo natural” (comunicación personal), conectado con observaciones meditadas de un experto. Esto último, pienso, juega un rol secundario si es que se permite la interacción personal con etnobiólogos indígenas durante 30 años servir como indicación. Por supuesto, tal vez la exposición no trivial al mundo natural lo haga a uno un experto por definición. Aunado a esto, y como en muchas otras cuestiones, la mera inteligencia nativa es seguramente un factor principal, aunque no cuantificable dentro de toda esta historia.

Naturalidad

¿Será cierto que estando el sistema etnobotánico de AMT cerca de ser comprensivo, es también natural? ¿Cuáles son los patrones revelados por su organización conceptual de la abrumante diversidad biológica con la que se vio confrontado? ¿Que tan consistente es su sistema de clasificación? ¿Se encuentran los patrones develados en compatibilidad con una teoría perceptual de la clasificación botánica basada en similitud morfológica, misma que a su vez refleja las afinidades naturales de las especies botánicas reconocidas en la botánica sistemática moderna?

Una respuesta definitiva a estas preguntas requiere una extensa monografía actualmente en preparación. Sin embargo, los perfiles generales de la estructura y contenido referentes a la manera en que AMT ve el mundo vegetal pueden ser abordados al examinar con cierto detalle un número de ejemplos típicos encontrados en la masiva base de datos creada como resultado de su esfuerzo.

Uno de los ejemplos mas claros a discutir se encuentra en el tratamiento conceptual que AMT tiene para con varias especies de *Lantana*. La Tabla 1 indica que AMT emplea el término maya *ch'ilwet* para referirse a 31 especímenes botánicos. El término se extiende tanto sobre un número de especies de *Lantana* así como sobre de *Phyla stoeadifolia* y *Lippia graveolens*.

AMT procura el nombre *batz'il ch'ilwet* a 9 de los 10 colectas de *L. camara*, 5 de 6 colectas de *L. hispida* y 2 de 4 colecciones de *L. hirta*. Las especies restantes en el folio reciben la designación “*kol pahaluk sok ch'ilwet*”.

Tabla 2
Representación tabular del etnogénero *ch'ilwet* de AMT

Especies	<i>ch'ilwet</i>		total
	<i>batz'il ch'ilwet</i>	similar a <i>ch'ilwet</i>	
<i>Lantana camara</i>	9	1	10
<i>L. hispida</i>	6	1	7
<i>L. hirta</i>	2	2	4

<i>L. velutina</i>	1	3	4
<i>L.scorta</i>		2	2
<i>L.costaricensis</i>		1	1
<i>L. frutilla</i>		1	1
<i>L. trifolia</i>		2	2
<i>L. achyranthifolia</i>		1	1
<i>Phyla stoechadifolia</i>		2	2
<i>Lippia graveolens</i>		1	1
Total	18	17	35

La distribución de las respuestas de AMT permiten inferir, de manera clara, el significado del concepto *ch'ilwet*. Primero, es notable que *Lantana*, *Phyla* y *Lippia* sean géneros estrechamente relacionados dentro de la misma familia, Verbenaceae. *L. camara* y *L. hispida* son las especies prototípicas de la categoría, quizá debido a su relativa abundancia en comparación directa con otras especies del género.

Adicionalmente, *L. camara* y *L. hispida* son similares en relación a su aspecto general. Ambas presentan flores brillantes de color naranja y blanco, mismas que llaman la atención al encontrarse comúnmente en las pendientes rocosas expuestas a lo largo de la mayor parte del territorio de Los Altos de Chiapas (algunas veces, este etnogénero es subdividido en etnoespecies en las cuales el color de la flor se indica por un epíteto específico, i.e. *tzajal ch'ilwet* 'ch'ilwet rojo' y *sakil ch'ilwet* 'chilwet blanco').

Las otras etnoespecies del etnogénero están conceptualmente relacionadas al prototipo y clasificadas como *kol pajaluk sok ch'ilwet*. Estas especies gozan de menor distribución y muestran menos caracteres en común con las dos especies principales. *Phyla stoechadifolia* y *Lippia graveolens* son géneros relacionados dentro de la misma familia. *Lippia graveolens* es representada por un solo espécimen dentro del universo de datos.

Estos ejemplares únicos de *L. camara* y *L. hirta* identificados por AMT como 'parecidos a *ch'ilwet*' así como dos especímenes de *L. hirta* identificados como '*ch'ilwet* genuino' muy probable son errores. Estas identificaciones erróneas por parte de AMT son raras y claramente explicables,

ya que son consecuencia del enfrentamiento con variaciones normales dentro de las especies, cuestión asociada a la identificación botánica *in situ*, como cualquier botánico de campo admitiría sin chistar.

Un ejemplo más puede ser observado en el concepto del etnogénero al AMT hace referencia como *baksun te'*. *Baksun te'* es un etnogénero que comprende varias especies del género *Verbesina* en la familia Asteraceas. Las especies chiapanecas del género están representadas por arbustos de 2-5 m, tallos de médula porosa (algunas veces empleada por niños como pequeñas cerbatanas), hojas opuestas, escábridas-pubescente de ambos lados, con inflorescencias corimbosas. Para AMT, el *baksun te'* está dividido en dos etnoespecies, *batz'il baksun te'* '*baksun te'* legítimo' y *tzajal baksun te'* '*baksun te'* rojo', que hacen referencia a *V. turbacensis* y *V. gigantea*, respectivamente (tabla 2).

Tabla 3
Representación tabular del etnogénero *baksun te'* de AMT

Especies	baksun te'		total
	<i>baksun te'</i>	similar a <i>baksun te'</i>	
<i>Verbesina turbacensis</i>	7 (batz'il)		7
<i>V. gigantea</i>	6 (tzajal)		6
<i>V. perymenioides</i>	1	6	7
<i>Bocconia frutescens</i>	1		1
<i>V. virgata</i>	1		1
<i>Neurolaena lobata</i>		3	3
<i>Archibaccharis serratifolia</i>		1	1
<i>Neurolaena fulva</i>		1	1
<i>Trixis chiapensis</i>		1	1
<i>V. crocata</i>		1	1
<i>V. greenmanii</i>		1	1
Total			30

Seis de siete colectas de *V. perymenioides* están designadas como “parecidas a *baksun te*” por AMT. Vale mencionar que la distribución ecológica de las especies de *Verbesina* es un factor importante en la clasificación etnobotánica de AMT. *V. turbacensis* y *V. gigantea* tienen una distribución amplia en el municipio natal de AMT en zonas designadas como “tierra caliente y tierra templada” (elevaciones a 1000-1500 m) mientras *V. perymenioides* está restringida a “tierra fría” (elevaciones a 2000-2600 m) el municipio nativo de AMT.

Algunas otras especies colectadas de *Verbesina*, *V. crocata* y *V. greenmanii*, más *Boconia frutescens*, *Neurolaena lobata* y *N. fulva*, *Archibaccharis serratifolia*, y *Trixis chiapensis* están incluidas en el extensor rango del etnogénero y tratadas como “parecidos a *baksun te*”. Todas las especies en el extensor rango son perceptualmente similares a *baksun te* y, además, miembros de la misma familia botánica, la Asteraceae. Como en el caso de *ch'ilwet*, es probable que los especímenes de *V. perymenioides*, *V. virgata*, y *Bocoonia frutescens* identificados por AMT como “*baksun te* legítimo” son errores de identificación de campo.

Un ejemplo final del sistema etnonomenclatural de AMT se hace tangible al observar su clasificación alrededor de los dos géneros etnonomenclaturales *atz'am te* con rango botánico primario de *Rapanea myricoides* y *R. juergensenii* (Myrsinaceae). *R. myricoides* es un arbusto de ramas delicadas con frondas angostas de forma elíptica de aproximados 5-9 cm de largo. Las frutas se congregan en pequeños grupos a lo largo del tallo. A menudo aparecen como pequeños granos de sal destellantes (de ahí el nombre *atz'am te*). *R. juergensenii* es muy parecido a *R. myricoides* salvo que las hojas son más grandes, 10-15 cm de largo, oblanceolada a oblata, con frutas más grandes en menos conjuntos a lo largo del tallo. Ambas especies son comunes y conspicuas dentro de la historia de los arbustos a lo largo de la región.

Table 4
Representación tabular del etnogénero *atz'amte'* utilizado por AMT

Especies	atz'am te'		total
	batz'il atz'am te'	parecido a atz'am te'	
<i>Rapanea myricoides</i>	14		14
<i>R.juergensenii</i>	1	7	8
<i>Ardisia escallonioides</i>		3	3
<i>Wimmeria acuminata</i>		1	1
Total	15	11	26

La tabla 3 muestra que el “*atz'am te'* legítimo” encuentra su foco mas claro en *Rapanea myricoides* (14 colectas). Las especies que se encuentran consideradas como conceptualmente cercanas a *atz'am te'* incluida *R. juergensenii* (7 colectas), *Ardisia escallonioides* (3 colectas) y un único espécimen de *Wimmeria acuminata*. *Ardisia* y *Wimmeria* tienen características de las hojas y frutos similares a *Rapanea*.

Discusión

Cada uno de estos ejemplos, representativos de especies correspondientes a familias tan diversas como Verbenaceae, Asteraceae y Myrsinaceae, se ven multiplicados varias ocasiones dentro de las colecciones elaboradas por AMT para ultimadamente agotar los varios miles de especies encontradas en una de las zonas ecológicas más variadas de Chiapas. En casi todas las decisiones clasificatorias que involucraron lidiar con la colocación de cada uno de los 5000 especímenes colectados, la visión particular para con el mundo vegetal que muestra AMT se prueba como basada en la percepción, notablemente consistente y en su mayor parte, con una correspondencia entre la agrupación por afinidades naturales y la botánica informada.

Los casos en que su clasificación florística no se conforma a los límites filogenéticos de la botánica occidental, son generalmente casos en

donde la especie en cuestión, a pesar de ser diferente, comparte cuantiosos rasgos morfológicos, mismos que justifican el que les haya agrupado como miembros de cierta categoría conceptual. AMT no ha sido entrenado como botánico, sino que es guiado inconscientemente por el marco conceptual ofrecido por la teoría evolucionista concerniente a la botánica sistemática y la taxonomía de la variada flora chiapaneca. Adolece de educación básica formal, pues apenas logró completar el segundo año en un sistema escolar rural notablemente malo como lo es el de los municipios indígenas de Chiapas⁸.

Lo que vemos aquí es la aplicación sistemática de un sistema de clasificación etnobotánico que no comprende más de 500 etnogéneros, mismos que anclan conceptualmente una colección bastante comprensiva de la biodiversidad de una de las regiones mexicanas más complejas en términos de etnobiología.

El reconocimiento de ejemplares genuinos de las categorías básicas en la etnonomenclatura de género, así como de las especies estrechamente relacionadas de manera perceptual, mismas que son vistas como afiliadas conceptuales a estas categorías básicas, le permiten organizar la diversidad botánica local de un modo altamente comprensible.

Pocos botánicos profesionales podrían exceder la precisión de AMT para identificar especies vegetales en el campo, todo hecho ahí, en un lugar lejano que por ende no ofrece el beneficio de la comparación contra el material de algún herbario (Breedlove se ha maravillado de esto en constantes ocasiones). Así, mientras el principio etnobiológico de naturali-

⁸ AMT gozaba de poco más de 20 años cuando comenzó a trabajar en el proyecto de la Universidad de Stanford en 1960. Poco después, se volvió colaborador en el proyecto Hombre y naturaleza de la Universidad de Chicago, liderado por el reconocido professor Norman A. McQuown. Tiempo después AMT se desempeñó como mi principal consultor-informante lingüístico a lo largo de un proyecto versado en la semántica de los clasificadores numerales tzeltales (Berlin, 1968). Por aquellas fechas, Alonso apenas empezaba a escribir pero rápidamente aprendió a ejercer la transcripción lingüística técnica e inmediatamente comprendió la naturaleza de la elicitación lingüística sistemática. Finalmente, se unió como colaborador etnobotánico al esfuerzo que Breedlove y yo condujimos durante los años siguientes. Hasta donde sé, nunca antes había sido empleado formal, sin embargo, se desempeñaba como agricultor tradicional en el municipio de Tenejapa de donde era oriundo. Hacia fines de la década, se casó con una norteamericana pensionada con quien vivió varios y tumultuosos años hasta sufrir un áspero divorcio. Hoy, Alonso Méndez Ton trabaja como un bien pagado jardinero para un acaudalado terrateniente en la pequeña comunidad playera de Bolinas, al norte de San Francisco, California. Rara vez regresa a Chiapas.

dad se confirma por el sistema etnobotánico de clasificación desarrollado por AMT, los principios de comprensión deben de ser modificados o por lo menos clarificados, para poder reconocer las propiedades circundantes que la visión de AMT acerca del mundo vegetal refleja claramente.

Las especies perceptualmente distintivas son las primeras en recibir reconocimiento lingüístico, las plantas restantes son *grosso modo* ignoradas (“es sólo un árbol”, “es algún tipo de enredadera”). Al ir acumulando experiencia, grupos adicionales de especies son incorporados al tronco del sistema al ser reconocidos como similares a aquéllos con nombres previamente codificados (“es similar a x”, “es compañero de y”, “es pariente de z”).

Finalmente, con el desarrollo de la botánica clásica y especialmente con la estandarización Linneana, las especies identificadas como “parecidas a x” son reconocidas, si acaso ligeramente distintas, como una nueva especie dentro del género establecido o si son lo suficientemente distintivas, se establecen como un nuevo género y reciben su propio nombre etnogénero distintivo⁹. En el sistema de clasificación natural y comprensiva de AMT vemos el desenvolvimiento de este proceso conceptual universal.

Posible origen del sistema de clasificación de AMT

Los datos descritos en las páginas anteriores sugieren el cómo del funcionamiento del sistema de clasificación ethnobotánico de AMT. Sin embargo, no es posible vislumbrar el cómo es que comenzó a funcionar. Las siguientes especulaciones son presentadas como hipótesis plausibles, mismas que requieren mayor evaluación.

La intuición básica es esta: AMT (y por asociación la gente en general) aprende a distinguir las diversas especies de plantas y animales en el ecosistema en donde pasa su niñez temprana—donde se vuelve un ente social dentro de su propia comunidad. Con referencia específica hacia la etnobotánica, uno aprende a categorizar e identificar aquellas especies vegetales a con las que uno entra en contacto durante las fases

⁹ Para una discusión de los procesos lingüísticos relacionados a este desarrollo de nomenclatura etnobotánica, véase Atran 1990, Bartlett 1940, Berlin 1972, 1986, Brown 1986, Cañ 1956, 1958, 1959a, 1959b, Greene 1983 [1909], Hunn and French 1984, Walters 1986.

tempranas de la socialización. Es muy probable que estas especies se conviertan en prototipos dentro de categorías comunes de las clases naturales que una persona usa durante su vida adulta.

Cuando uno viaja o se muda lejos del lugar en que se vivió la niñez, por fuerza se confronta con una gama de especies totalmente nuevas, uno tiene por lo menos tres opciones clasificatorias al mediar con estos organismos no familiares. La primera opción, seleccionada por muchos habitantes urbanos hoy, es afirmar total ignorancia (“Hmmm... Nunca he visto eso antes, no conozco cuál es su nombre” o “Supongo que es un árbol de algún tipo”).

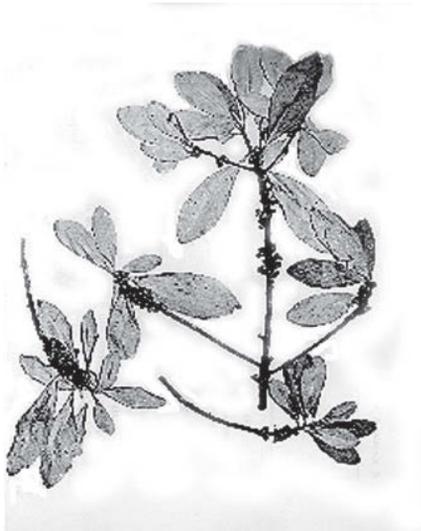
Una segunda estrategia es aprender los nombres que los habitantes locales utilizan para estas nuevas especies. Es usualmente fácil adquirir estos nombres mediante el constante cuestionamiento hacia guías o expertos locales. Esta es la estrategia que utilizan los turistas durante sus viajes a tierras lejanas, asimismo, es la estrategia utilizada por los niños cuando visitan los zoológicos. Los niños pequeños, aceptan con gusto los nombres que sus padres ofrecen para nuevas plantas y animales (los “expertos” que no conocen a los animales, pero que pueden leer las etiquetas de los jardines botánicos o las jaulas de los animales en el zoológico).

La tercera estrategia, la estrategia exhibida por AMT en su conducta bautismal, se basa en relacionar conceptualmente cualquier nueva clase natural con la que se haya estado en contacto con los prototipos aprendidos cuando niño, un proceso al que Medin se refiere como “comparación ejemplar” (Medin, 1989). El observador cuidadoso que emplea esta estrategia, notará que X es “similar a” su prototipo Y, con base en las afinidades preceptuales de las recientemente encontradas especies blanco con respecto al prototipo original. Lo anterior explica por qué la respuesta de AMT “es similar a x” son naturales y tienen buen sentido botánico.

Mas aún, creo que la buena evidencia en la distribución de los datos muestra que AMT da respuestas “como x” a las especies que no aparecen de manera frecuente en la región en donde él ha formado sus imágenes prototípicas. Así, *Rapanea juergensenii* es una especie que se desarrolla a mayor altura, sin embargo, se encuentra relacionada a los miembros de *R. myricoides* que AMT asimiló como sus prototípicos, *atz'am te'* distribuidos en elevaciones que van de bajas a altas.



Rappanea myricoides
Rapanca myricoides



Rappanea juergensii
Rapanca juergensii

Figura 5. Las dos especies de *Rapanca* reconocidas por AMT

Adicionalmente, parece que un número de especies politípicas (como *Rapanea*), quienes comparten de manera natural el mismo hábitat, reciben muy a menudo denominaciones distintivas en cuanto a su género etnonomenclatural por parte de los individuos que se han desarrollado en esos hábitats. Así, mientras *R. myricoides* es conocida como *atz'am te'*, por los pobladores de Tenejapa, quienes residen en las elevaciones mas altas del municipio, *R. juergensenii* es conocida mediante el nombre distintivo *k'olol te'* dado que son vistas con relativa habitualidad y a la vez son fácilmente distinguidas de su similar (pero no *tan* similar) con específica *R. myricoides*, contrastando así dentro de la visión generalizada que AMT despliega en cuanto a las especies.

Un análisis completo alrededor de estas intuiciones requeriría una extenuante revisión de los datos originales con el fin de determinar exactamente dónde es que AMT colectó cada especie, una tarea que abordo en la monografía que actualmente se encuentra en preparación (Berlín, s.p.). Mi presentimiento es que las especies colectadas cerca del área a la cual AMT resulta oriundo recibirán la denominación *batz'il* o nombre genuino, mientras que aquéllas colectadas en las regiones de mayor o menor elevación o en regiones que independientemente de su elevación se encuentren fuera del área geográfica periférica al poblado original de AMT recibirán la etiqueta *kol pahaluk sok* o “parecido a X”

Además, las plantas colectadas en los primeros años de AMT como colectó, serán aquellas más próximas a su *poblado natal* (y recibirán comúnmente nombres *batz'il*), mientras que aquellas colectadas más tarde durante su carrera, pertenecerán a hábitats poco comunes para él (y por ende recibirán nombres *kps*). Siendo que aún no cuento con todos los datos para soportar este argumento, la distribución que muestra la figura 6, referente a sus respuestas bautismales con relación a unos 4000 especímenes, es altamente sugerente.

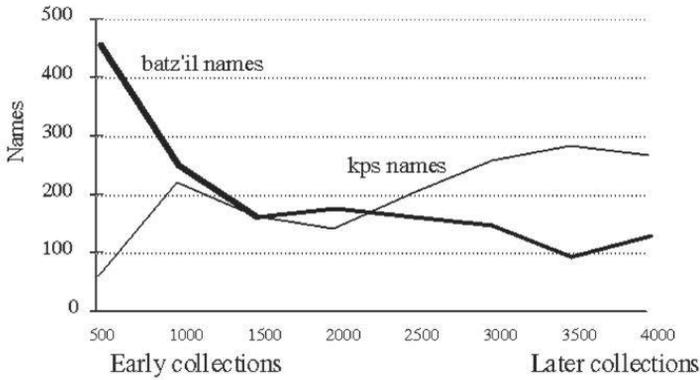


Figura 6
 Número de respuestas “legítimo” y “similar a” dadas por AMT
 a su colectas etnobotánicas números 1-4000

Estos datos pueden proveer soporte ecológico a la noción de prototipo, que mucha falta hace dentro de la discusión del tema, por lo menos según mi criterio. Por supuesto, resta la cuestión de esclarecer por qué la gente “escoge” notar alrededor de 500 y sólo 500 prototipos naturales en las áreas en donde como niños se familiarizaron con el mundo natural.

Bibliografía

Atran, S., 1990, *Cognitive Foundations of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bartlett, H. H., 1940, "The Concept of the Genus. I., History of the Generic concept in Botany", en *Bulletin of Torrey Botanical Club* 67:349-62.

Berlin, B., 1968b., *Tzeltal Numeral Classifiers: a Study in Ethnographic Semantics*, The Hague, Mouton.

Berlin, B., 1972, *Speculations on the Growth of Ethnobotanical Nomenclature. Language and Society*, (Reprinted Ben Blount (ed.) *Sociocultural Dimensions of Language Change*, Academic Press, 1995).

Berlin, B., 1973, "Folk Systematics in Relation to Biological Classification and Nomenclature", en *Annual Review of Systematics and Ecology*.

Berlin, B. 1974, "Further Notes on Covert Categories and Folk Taxonomies: A Reply to Brown", en *American Anthropologist*.

Berlin, B. 1977. "Ethnobiological Classification", en Eleanor Rosch and Barbara Lloyd (eds.), *Cognition and Categorization*, Praeger Publishing.

Berlin, B., 1992, *Ethnobiological Classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies*, Princeton, NJ. Princeton University Press.

Berlin, B., 1997, "La etnobotánica en Chiapas" en *Vitalidad e influencia de las lenguas indígenas en Latinoamérica. II Coloquio Mauricio Swadesh* (Yolanda Lastra y Ramón Arzápalo, eds.). Mexico, D.F., Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Berlin, B., 1998, "One Maya Indian's View of the Plant World: How an Ethnobotanical System of Classification can be both Comprehensive and Natural", in Douglas Medin and Scott Atran (eds.), *Folk Biology*, Cambridge and New York, Cambridge University Press, pp. 71-80.

Berlin, B., 1998, "Linguistic Reflections of the Pharmacological Significance of Medicinal Plants", in *Perspectives in Ethnoecology*, Theodore Gragson and Ben Blount (eds). Athens, Georgia, University of Georgia Press.

Berlin, E. A., B. Berlin, 1994, "Anthropological Issues in Medical Anthropology", in *Ethnobotany and the Search for New Drugs*, G. Prance (editor). London: Ciba Foundation, Symposium Publication no. 185.

Berlin, E. A., B. Berlin, 1996, *Medical Ethnobiology of the Highland Maya: the Gastrointestinal Diseases*. (with contributions by X. Lozoya, J. R. Ricárdez, D. E. Breedlove, M. Meckes, J. Tortoriello, M. Villarreal, G. Rodríguez, R. M. Laughlin, L. Maffi). Princeton, N. J.: Princeton University Press.

Berlin, E. A., B. Berlin.1998. *Enciclopédica médica maya*. Cuatro-lingual CD ROM on medical ethnobiology of the Highland Maya, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Mexico, El Colegio de la Frontera Sur.

Berlin, E. A., B. Berlin, 2000, *Manual etnomédico de Oxchuc: guía básica y herbolaria* in collaboration with Juan Gnecco, Feliciano Gómez Sántiz, and Sergio Gómez López), San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, El Colegio de la Frontera Sur

Berlin, E. A., B. Berlin, 2000, "La alimentación en dos comunidades tzeltales de Los Altos de Chiapas, México", en *II Encuentro Indígena de las Américas, Memoria 1999*, Sna Jtz'ibajom, San Cristóbal de Las Casas. pp. 222-229.

Berlin, E. A., B. Berlin, 2000, “El cuadro básico de las plantas medicinales de los tzeltales y tzotziles de los Altos de Chiapas, México”, en *II Encuentro Indígena de las Américas, Memoria 1999*. Sna Jtz’ibajom, San Cristóbal de Las Casas. Pp. 198-206.

Berlin, B.; E. A. Berlin, 2002, “Response to Ronald Nigh Maya Medicine in the Biological Gaze: Bioprospecting Research as Herbal Fetishism” in *Current Anthropology* 43:466-67.

Berlin, B., E. A. Berlin, 2002, “Rebuttal of Ronald Nigh Maya Medicine in the Biological Gaze: Bioprospecting Research as Herbal Fetishism”, in *Current Anthropology* 43:789-91.

Berlin, B., E. A. Berlin, 2003, “NGOs and the Process of Prior Informed Consent in Bioprospecting Research: the maya ICBG Project in Chiapas, Mexico”, in Marie Roué (editor), *NGOs in the Governance of Biodiversity, Special issue of International Social Science Journal*, vol. 179:629-638.

Berlin, E. A., B. Berlin, 2004, “Prior informed consent and bioprospecting in Chiapas”, in Mary Riley (editor), *Indigenous Intellectual Property Rights: Legal Obstacles and Innovative Solutions*. Walnut Creek, California: Alta Mira Press, pp. 341-372.

Berlin, B., E. A. Berlin, 2004, “Community Autonomy and the Maya ICBG Project in Chiapas, Mexico: How a Bioprospecting project that should have succeeded failed”, in Robert A., Beverly Hackenberg (eds.), *The Future Lies Ahead: Applied Anthropology in Century XXI*. Special Issue of *Human Organization*, vol. 63(4):472-486.

Berlin, E. A., B. Berlin, 2005, “Some Field methods in medical Ethnobiology”, in John Richard Stepp (vol. editor) *Field Methods* 17(3):235-268.

Berlin, B., E. A. Berlin, 2006, Comment on Joshua Rosenthal “Politics, Culture and Governance in the Development of Prior Informed Con-

sent and Negotiated Agreements with Indigenous Communities”, in *Current Anthropology*, 47:129-130.

Berlin, B., E. A. Berlin, 2007, “Private and Public Knowledge in the Debate on Bioprospecting: Implications for Local Communities and Prior Informed Consent”, in James Lavery (editor), *Ethical Issues in International Biomedical Research: A Casebook*, James V. Lavery, Christine Grady, Elizabeth R. Wahl, Ezekiel J. Emanuel (eds.), London, Oxford University Press.

Berlin, B., E. A. Berlin, D. E. Breedlove, T. Duncan, V. Jara, R. M. Laughlin, T. Velasco, 1990, *La Herbolaria Médica Tzeltal-Tzotzil en los Altos de Chiapas, México: Un Ensayo Preliminar Sobre Las Cincuenta Especies Botánicas de Uso Más Frecuente*, Tuxtla Gutiérrez, Mexico, Instituto Chiapaneco de Cultura.

Berlin, B., E.A. Berlin, J.C. Fernandez Ugalde, L. García Barrios, D. Puett, R. Nash, M. Gonzalez-Espinoza, 1999, “The Maya ICBG: Drug Discovery, Medical Ethnobiology and Alternative Forms of Economic Development in the Highland Maya Region of Chiapas, Mexico”, with *Pharmaceutical Biology* 37:127-144.

Berlin, B. E. A. Berlin, L. García, M. González, D. Puett, R. Nash, C. Montes, R. Trujillo, L.-A. Ramírez, J. Hernández, M.-Gpe. Ramírez, H. Wetzstein, T. Murray, R. Sharma, J. Affolter, M. Heinrich, 1999, “Etnobotánica médica y desarrollo sustentable: el caso del ICBG-maya en Los Altos de Chiapas”, en *Plantas, cultura, y sociedad: Estudios sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del Siglo XXI*, B. Rendón, S. Rebollar, J. Caballero, M-A. Martínez (eds.), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F.

Berlin, B., D. E. Breedlove, P. H. Raven, 1966, “Folk Taxonomies and Biological Classification” in *Science* 154:273-275. (Reprinted in *Cognitive Anthropology*, Stephen Tyler (ed.). New York.

Holt, Rinehart and Winston, 1969-1968, “Covert Categories and Folk Taxonomies”, in *American Anthropologist* 70:290-299. (Reprinted in *Rea-*

dings in Social and Cultural Anthropology. E.A., Hammel and W.S. Simmons (eds.) New York: Little, Brown (1970).

Berlin, B., D. E. Breedlove, P. H. Raven, 1971, "The Origins of Taxonomy", in *Science*, vol. 174:1210- 1213.

Berlin, B., D. E. Breedlove, P. H. Raven, 1973, "General Principles of Classification and Nomenclature in Folk Biology", in *American Anthropologist*, 75:214-242

Berlin, B., D. E. Breedlove, P. H. Raven, 1974, *Principles of Tzeltal Plant Classification: an Introduction to the Botanical Ethnography of a Mayan Speaking Community in Highland Chiapas*, New York, Academic Press.

Berlin, B., D. E. Breedlove, R. M. Laughlin, P. H. Raven, 1973, "Lexical Retention and Cultural Significance in Tzeltal-Tzotzil Ethnobotany", in Munro S. Edmonson (ed.), *Meaning in Mayan Languages*, Mouton: The Hague.

Breedlove, D. R. M. Laughlin, 1994, "La rama dorada: Mágia y botánica en Zinacantán", en *Investigaciones Recientes en el Area Maya*, 1:349-355, (XVII Mesa Redonda, Sociedad Mexicana de Antropología), San Cristóbal de Las Casas, Instituto Nacional Indigenista, Colección de Antropología Social.

Breedlove, D. R. M. Laughlin, 2000, *The Flowering of Man: A Tzotzil Botany of Zinacantán*, (Abridged edition of 1993 publication of same title). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press.

Brown, C. H., 1986, "The Growth of Ethnobiological Nomenclature. ", in *Current Anthropology*, 27: 1-18.

Cain, A. J., 1956, "The Genus in Evolutionary History", in *Sys. Zool*, 5:97-109.

Cain, A. J., 1958, "Logic and Memory in Linnaeus's System of Taxonomy", in *Proceedings of the Linnaean Society of London*, Session 169:144-63.

- Cain, A. J., 1959a., "Taxonomic Concepts", in *Ibis* 101:302-18.
- Cain, A. J., 1959b., "The Post-Linnaean Development of Taxonomy", in *Proceedings of the Linnaean Society of London*, Session 170:234-44.
- Collier, G., 1975, *Fields of the Tzotzil: the Ecological Basis of Tradition in Highland Chiapas*, Stanford California: Stanford University Press.
- Fábrega, H., Jr., D. Silver, 1973, *Illness and Shamanistic curing in Zinacantán: An Ethnomedical Analysis*, Stanford, California, Stanford University Press.
- Greene, E. L. 1983 [1909], *Landmarks of Botanical History* (two vols.) F. N. Egerton (ed.). Stanford, California: Stanford University Press.
- Hunn, E., *Four Factors Governing the Cultural Recognition of Biological Taxa*, Unpublished Ms. University of Washington, Seattle.
- Hunn, E., D. French, 1984, "Alternatives to Taxonomic Hierarchy: the Sahaptin Case", in *Journal of Ethnobiology* 3:73-92.
- Medin, D., 1989, "Concepts and Conceptual Structure", in *American Psychologist*. 12:1469-1481.
- Meckes, M, J. Tortoriello M. L. Villarreal, E. A. Berlin, B. Berlin, 1995, "A Microbiological Evaluation of Medicinal Plants Used by the Maya, A People of Southern Mexico", in *Archives of Medical Research* (9):244-250.
- Tortoriello, J., M. Meckes-Fischer, M.-L. Villarreal, B. Berlin, E. A. Berlin, 1995, "Spasmolytic Activity of Medicinal Plants Used to Treat Gastrointestinal and Respiratory Diseases in the Highlands of Chiapas", in *Phytomedicine* 2:56-66. 44-50.
- Walters, S. M., 1986, "The Name of the Rose: a Review of the Ideas on the European Bias in Angiosperm Classification", in Tansley Review Paper 6, *New Phytologist* 104:527-46

La selva baja perennifolia de los cerros El Triunfo y Tres Picos, Chiapas

Héctor Gómez Domínguez

Herbario Eizi Matuda,
Escuela de Biología, Libramiento Norte Poniente 1150,

La selva baja perennifolia

La selva baja perennifolia –en adelante SBP– es un tipo de vegetación caracterizado por contar con árboles de baja estatura desde 15 hasta 20 m, los cuales pueden llegar a 25 m. de alto en lugares aislados (Miranda y Hernández X., 1963). Aunque otros autores mencionan que en este tipo el estrato arbóreo rara vez sobrepasa los 12 m de altura (Ishiki, 1988).

Los árboles que conforman a este tipo de vegetación se encuentran entrelazados y las ramas forman una maraña casi impenetrable, cubierta por una abundante capa de epífitas y briofitas. El suelo donde se desarrolla este tipo de vegetación es escaso y se encuentra cubierto casi en su totalidad por capa de musgos y hojas que forman una especie de turbera, la cual es originada a la vez por la lenta descomposición del material orgánico dado a las bajas temperatura y a la humedad que prevalecen a lo largo del año (Whendee *et al.*, 2001). La selva baja perennifolia a lo largo del tiempo ha recibido diferentes tipos de clasificaciones:

- Selva baja perennifolia (Miranda, 1952; Miranda y Hernández X., 1963; Sousa, 1968; Álvarez del Castillo, 1977).

- Elfin Forest (Beard, 1944, 1955; Andrle, 1964; Howard, 1968).
- Mossy Woodland (Beard, 1944, 1955; Andrle, 1964; Howard, 1968).
- Elfin Woodland (Beard, 1944, 1955; Andrle, 1964; Howard, 1968).
- Evergreen Cloud Scrub (Breedlove, 1981).
- Evergreen Cloud Forest (Breedlove, 1981)

En otros sistemas de clasificación la SBP queda incluida dentro de tipos de vegetación más amplios como son: el bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978) y Montane Rain Forest (Richards, 1952; Breedlove, 1973)

Distribución de las selvas bajas perennifolias

La SBP se ha reportado para varios países tropicales de Asia, África, Australia, Centro y Suramérica, el Oriente de la India y Las Antillas (Figura 1). Brown (1919) en un trabajo titulado *La vegetación de las montañas de Filipinas* y subtítulo “La relación entre el medio ambiente y los tipos físicos a diferentes altitudes”, en él describió un Bosque Musgoso (Mossy Forest) en la cumbre del Monte Maquiling, Luzón, en las Filipinas. Brown halla la zona de Mossy Forest a los 1140 msnm y menciona que este tipo de vegetación cuenta con muchos individuos de árboles pero pocas especies, abundante neblina y reducida luz solar, con abundante epifitas.

Para la Cima de São Tomé (Gran Bretaña) Excell (1944) Menciona una vegetación con llovizna a una altitud de entre los 1400 m hasta 2024 m, donde los árboles son más pequeños que en las zonas bajas y las epifitas son más abundantes. Las Antillas menores fueron visitadas por Beard (1955) quien distinguió cinco tipos de formaciones, dentro de las cuales ubica a la SBP como una formación de montaña y con el nombre de Elfin Woodlan.

Grubb, *et al.* (1963), sugieren una división de la clasificación del Montane Rain Forest en dos unidades, un “Lower Montane Rain Forest” (Bosque tropical lluvioso bajo) y “Upper Montane Rain Forest” (Bosque tropical lluvioso alto), este último consiste en un estrato de

árboles desde 4.5 hasta 18 metros de alto, carentes de contrafuertes y con hojas predominantemente micrófilas, donde las epífitas vasculares son comunes y las no vasculares abundantes.

Horward (1968) describe a las SBP dentro de la formación-tipo Mountain Rain Forest (bosque lluvioso montano) el cual se encuentra a mayores altitudes que el Tropical Rain Forest (bosque tropical lluvioso).

En Malasia, Van Stennis (1972), reconoce cinco zonas de vegetación con un límite altitudinal estricto a 1 000 y 4 500 metros. Esta zona montañosa tiene una formación-tipo de vegetación de Bosque Lluvioso Montano (Montane Rain Forest), incluyendo el Bosque Musgoso (mossy forest).

En Honduras, Valdivieso (2001) menciona a la SBP (Bosque enano) para la cima de Agalta en zona de la Picucha, a una altura de 2300 m en donde los árboles que la conforman cuentan con una altura de entre los 2 y 3 metros con ramas unidas pero lo suficientemente densas para que una persona liviana pueda pasar sobre ellas.



Figura 1. Distribución conocida de la SBP en la parte septentrional del Neotrópico

En México la distribución de la SBP es bastante restringida. Sousa (1968), describe a la SBP en las cimas de los volcanes San Martín y Santa Martha en el Macizo de Los Tuxtlas, Veracruz entre 1400 y 1700 m. Algo semejante a esta selva se presenta en la cima del cerro El Vigía a

750 m en el Macizo de Los Tuxtlas, Veracruz (Pennington y Sarukhan, 2005). Referencias de este tipo de vegetación o de alguno muy similar a él se hacen para el sureste de San Luis Potosí (Rzedowski, 1966) y la Sierra de Chiapas (Miranda y Sharp, 1950).

Las selvas bajas perennifolias en Chiapas

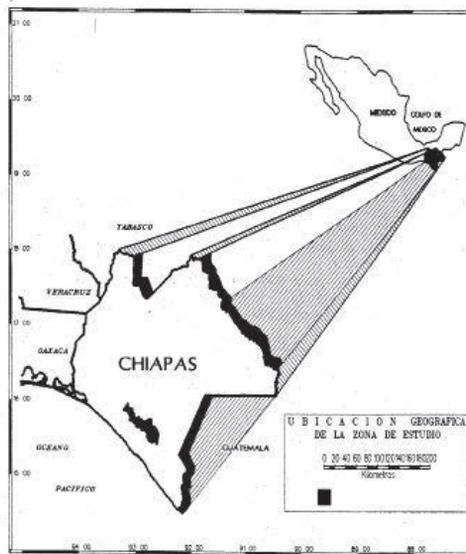
En 1952, Faustino Miranda describe para el estado de Chiapas un tipo de vegetación y lo nombra *selva baja* siempre verde, la que se caracteriza por ser muy densa con muchos arbustos y generalmente con abundancia de helechos, algunos de ellos arborescentes y de musgos en el sotobosque, sobre troncos y rocas. Cuenta con árboles de una altura entre 15 hasta 20 metros, aunque ciertos árboles aislados pueden alcanzar los 25 m. Muchos de los árboles tienen hojas algo coriáceas y brillantes y las copas de éstos se encuentran bastante separadas unas de otras; casi todas las especies que la constituyen tienen hojas persistentes, de manera que en ninguna época del año se ven árboles desnudos de follaje. Se desarrolla en laderas de serranías abruptas, entre los 1200 y los 2300 metros de altitud y a veces aún más arriba, en los declives septentrionales del Macizo Central, donde está muy limitada en extensión, y sobre todo en ambas vertientes de la Sierra Madre de Chiapas, con una precipitación mayor a los 2000 mm anuales. Describe también que un tipo de selva baja siempre verde muy característico es aquella compuesta por *Oreopanax sanderianus* Hemsl como especie dominante. Esta descripción se asemeja a muchas realizadas por diferentes autores, por ejemplo: Miranda y Hernández X. (1963) describen a la SBP como un tipo de vegetación que se encuentra en las regiones elevadas (desde 1200 hasta 2500 msnm) de las serranías, en declives abruptos del Golfo o del Pacífico y tiene en consecuencia, poca extensión. Se desarrolla en clima fresco (temperatura media anual por debajo de 18 °C), con escasa oscilación térmica, muy húmedo (precipitación anual media por encima de los 1500 mm), de temporada seca corta o nula y con nieblas muy frecuentes. En ocasiones esta selva pasa a matorral perennifolio con altura desde 1 hasta 3 m. En Las Antillas la SBP es llamada a veces Elfin woodland o Elfin forest (Beard, 1944; 1955)

Descripción de la selva baja perennifolia del cerro El Triunfo.

La Reserva de la Biosfera El Triunfo (REBITRI) se encuentra ubicada en la porción central de la Sierra Madre de Chiapas, entre los 15° 09'10" y los 15° 57'02", latitud norte y 92° 34'04" y 93° 12'42", longitud oeste (SEMARNAP, 1999). Se localiza en la parte media de la región fisiográfica conocida como Sierra Madre. Está comprendida por los municipios de Villacorzo, La Concordia, Jaltenango, Siltepec, Acacoyagua, Mapastepec y Pijijiapan. Cuenta con una superficie de 119, 177 hectáreas. En 1993 fue integrada a la Red Internacional de Reservas de Biosferas del Programa El hombre y la biosfera (MAB) de la UNESCO (INE-SEMARNAP, 1999). Esta reserva cuenta con 11 tipos de vegetación en los siete municipios que comprenden su territorio, entre los 600 y 2500 msnm (Pérez-Farrera *et al.*, 2004). Cuenta con siete tipos diferentes de suelos de acuerdo con la información registrada (INEGI, 1993). La mayoría de estos suelos son susceptibles a la erosión de manera moderada a alta y se encuentran distribuidos dependiendo de la inclinación topográfica. El tipo de suelo que abarca mayor superficie dentro de la Reserva es el Cambisol Eútrico, caracterizado por poseer una capa superficial de color claro y generalmente pobre en materia orgánica, derivado del fuerte intemperismo y del tectonismo que ha derivado en la formación de rocas, estos suelos se encuentran intensamente alterados y empobrecidos, a pesar de tener una textura arcillolimosas tienden a ser muy permeable (Arreola *et al.* 2004).

El clima predominante para la parte alta de la Reserva alturas superiores a los 2000 msnm- es templado húmedo con abundantes lluvias en verano C(m)(w), precipitación total anual entre 2000 y 3000 mm, llegando incluso a los 3500 mm. La temperatura fluctúa entre los 15 °C y los 18 °C. (INE-SEMARNAP, 1999).

La SBP de la REBITRI, se encuentra dentro de la zona núcleo del Polígono I en el cerro El Triunfo, el cual se encuentra a los 15° 40' 06.6" de latitud norte y 92° 48' 41", de longitud oeste. Cuenta con una altitud promedio de 2450 msnm (figura 2).



Zonas núcleo de la Reserva de La Biosfera “El Triunfo”.

- I. El Triunfo.
- II. Ovando.
- III. Quetzal.
- IV. El Venado.
- V. La Angostura.

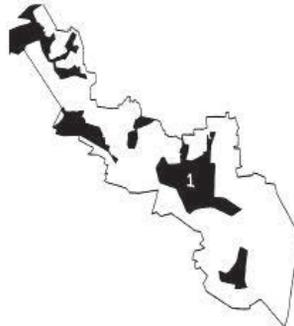


Figura 2: Localización del Polígono I de la REBITRI.

La extensión aproximada con la que cuenta la SBP del cerro el Triunfo es de 500 m² de los cuales no todos pueden ser recorridos debido a que el terreno donde ésta se asienta es muy abrupto, llegando a tener una inclinación de hasta 45°, cuenta con varias barrancas, formadas por las lluvias torrenciales que suelen suscitarse en la mayor parte del año, además de que sirven para el escurrimiento del agua que es retenida de las nubes al pasar por los árboles cargados de musgos. Cuando las nubes no se presentan este tipo de vegetación queda muy expuesta a los rayos solares, pero dado a su entrelazada formación mantiene una

temperatura menor a la que se puede encontrar en un claro. Estructuralmente esta formado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo alcanza una altura de entre los 2 y 4 metros aproximadamente dado a que esta dominado principalmente por *Vaccinium confertum*, *Persea sp.* y *Miconia glaberrima*, los cuales se encuentran retorcidos y muy agrupados, están acompañados por especies como *Clusia guatemalensis* (por lo general se encuentra de forma hemiepífita) y *Ternstroemia lineata* (la cual no alcanza mucha altura). Los árboles se vuelven más inclinados conforme aumenta la pendiente, llegando a un momento en que estos están totalmente inclinados creándose rupturas de las cuales vuelven ha crecer retoños (esto se observó muy común en *Vaccinium confertum*). El estrato arbóreo está acompañado por varias especies de epífitas como son helechos, piperáceas, musgos y orquídeas. De las especies de helechos encontramos: *Elaphoglossum sartori*, *Hymenophyllum sp.*, *Melpomene firma*, *Vittaria aff. graminifolia*, *Terpsicore cf. subtilis* y *Pleopeltis angusta var. estenoloma*, dentro de Piperaceae la más común es *Peperomia alata*, y en orquídeas la mayor parte de las registradas pertenecían al género *Maxillaria sp.*

El estrato arbustivo por lo general, lo forman las plántulas de las especies arbóreas mencionadas, éstos se encuentran generalmente acompañando la maraña formada por los árboles. El estrato herbáceo está formado principalmente por *Peperomia sp.*, *Begonia sp.*, *Blechnum falciforme*, *Maianthemum paniculatum*, *Anthurium montanum* y *Werauhia sp.* (ésta última se encontraba sobre un esponja de musgos). Cabe destacar que toda la superficie del suelo está cubierta por musgos, que al ir caminando sobre él da la apariencia de estar sobre un colchón, lo que muchas veces cubre las barrancas provocando que fácilmente puedan ocurrir accidentes.

Descripción de la selva baja del cerro Tres Picos.

Reserva de la Biosfera La Sepultura (REBISE). Se localiza en la zona occidental de la Sierra Madre de Chiapas; consta de 177, 330 hectáreas, según el *Diario Oficial* del Gobierno del Estado de Chiapas y 117, 309 hectáreas, según el *Diario Oficial* de la Federación, por decreto del 5 de junio de 1995. El gradiente altitudinal dentro de la zona va desde los

40 msnm en la vertiente del Pacífico hasta 2,550 msnm en la punta del cerro Tres Picos. La Reserva limita al Noreste con la Depresión Central de Chiapas, al Este con la continuación de la Sierra Madre de Chiapas en la parte denominada “Zona de Protección Forestal La Frailesca”, al Suroeste con la Planicie Costera del Pacífico y al Oeste con la continuación de la Sierra Madre de Chiapas en el estado de Oaxaca (Castillo, 1996) (figura 3).

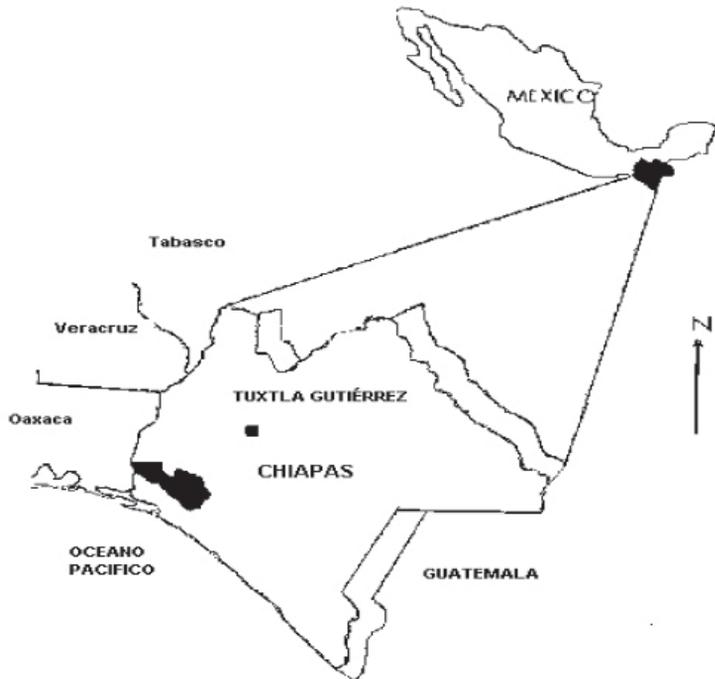


Figura 3: Localización de la REBISE.

Cerro Tres Picos: Se localiza en la comunidad Nueva Independencia, perteneciente al municipio de Villaflores, Chiapas. Tiene una altitud de 2550 msnm y se localiza a $16^{\circ} 11' 45''$ latitud norte y $93^{\circ} 36' 45''$ longitud oeste (figura 4)

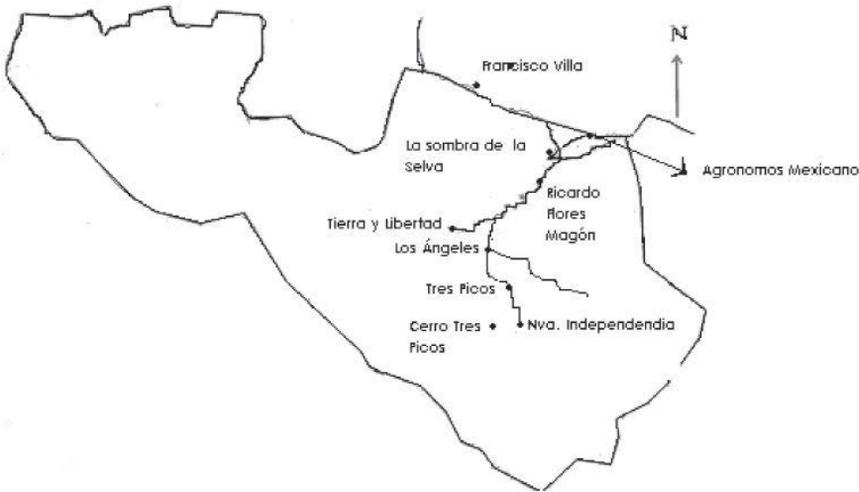


Figura 4: Localización del cerro Tres Picos dentro de la REBISE

El suelo perteneciente al área de Tres Picos es de tipo Regosol Eútrico en primer orden, asociado con Cambisol crómico y Litosol, de clase textural media. Este tipo de suelo se distribuye en un 20% dentro de la Reserva, se caracteriza por no presentar capas distintas, son suelos de depósito provenientes de la erosión o de los limos precipitados por acción eólica y recientemente por las avenidas de los ríos. No poseen ningún complejo húmico-arcilloso por lo que el complejo absorbente es aun embrionario o inexistente, estando parcialmente compensado por la abundancia de minerales en vías de alteración. En general estos suelos son claros y se parecen a la zona que los subyace, cuando no son profundos. Frecuentemente son sómeros, su fertilidad variable y el uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y pedregosidad y su vocación es forestal, ya que únicamente el bosque posee la suficiente capacidad para estabilizar al suelo de los agentes erosivos (INE-SEMARNAP, 1999).

El clima predominante para el área del cerro Tres Picos es el mismo que podemos encontrar en el cerro El Triunfo, es de tipo templado húmedo con abundantes lluvias en verano C(m)(w). La precipitación

anual registrada para la zona es desde 2000 mm hasta 3000 mm, con una temperatura que fluctúa entre los 15 °C. y los 18 °C. (INE-SEMARNAP, 1999).

La SBP que se desarrolla en el cerro Tres Picos, se encuentra a una altitud de entre los 2000 y los 2400 msnm, la extensión de ésta no fue calculada pero es mucho mayor que la que se registra en El Triunfo (> 500 m²), dado que ésta se extiende en los tres picos que forman el cerro. Al igual que en El Triunfo no todo el terreno puede ser recorrido debido a que es muy abrupto ya que cuenta con una inclinación de 22° y en la mayoría de los casos se encuentran paredes y barrancas. Sin embargo, la formación arbórea es más abierta que en El Triunfo, lo que permite moverse con más facilidad entre la vegetación. Por otra parte los árboles cuentan con mayor diámetro (desde 12 hasta 24 cm) que en el cerro El Triunfo (0 a 12 centímetros). Estructuralmente está formado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo alcanza una altura de entre los 6 hasta 8 metros y está dominado principalmente por *Clusia guatemalensis*, *Vaccinium haematicum* y *Gaultheria acuminata*, los cuales, en los lugares con mucha pendiente se encuentran retorcidos y agrupados como en el cerro El Triunfo, pero por lo general en el área muestreada se encuentran poco inclinados. Están acompañados por especies como: *Cavendishia crassifolia*, *Clethra mexicana*, *Ilex guianensis*, *Vaccinium confertum*. El estrato arbóreo esta acompañado por varias especies de epífitas las cuales a diferencia del cerro El Triunfo (en donde dominan los helechos), aquí predominan las orquídeas, algunos helechos y por una gran cantidad de musgos. De las especies de orquídeas, las más comunes son: *Epidendrum rigidum*, *Isochilus* sp., *Pleurothallis* sp., *Dichaea glauca* y *Maxillaria meleagris*. En helechos tenemos a: *Elaphoglossum peltatum*, *Polypodium remotum*, *Hypersia* aff. *myrsinites*, *Cochlidium linearifolium*, *Hymenophyllum* sp. y *Terpsicore anfractuosa*.

El estrato arbustivo no esta bien representado y por lo general lo forman las plántulas de las especies arbóreas mencionadas, mezclándose entre juveniles de *Hedyosmum mexicanum* y *Beschorneria chiapensis*. El estrato herbáceo está formado principalmente por plántulas de *Beschorneria chiapensis*, así como de *Chusquea* sp., *Begonia* sp., *Blechnum falciforme*, *Anthurium* sp., *Elleanthus cynarocephalus* y *Erithrodes* sp. (Figura 9).



Figura 8: SBP del cerro El Triunfo. (REBITRI)



Figura 9: SBP del cerro Tres Picos (REBISE)

Diferencias y similitudes de las selvas bajas perennifolias entre el cerro El Triunfo y El cerro Tres Picos

La diferencia más notable entre ambas SBP es el tamaño de los árboles puesto que en el cerro El Triunfo tienden a ser de menor altitud que en el cerro Tres Picos, esta diferencia estructural es dada principalmente a dos factores importantes, la disponibilidad de terreno y la inclinación del mismo. En cuanto a la disponibilidad del terreno, se observó que el cerro Tres Picos cuenta con una mayor área que en el cerro El Triunfo, lo que permite (como hemos observado en la descripción) la mayor presencia de especies de árboles; por otra parte, la inclinación del área del cerro Tres Picos es menor que la del cerro El Triunfo lo que permite que los árboles que se acentúan en el área alcancen mayores proporciones de diámetro y altitud; a estas dos partes fundamentales debemos anexarles la ubicación en la que se encuentran las SBP, para el caso de El Triunfo esta vegetación se desarrolla en la cúspide del cerro, encontrándose aproximadamente a unos 2480 m de altitud, lo que hace que los vientos lleguen con mucha fuerza y choque con la barrera de árboles, además de que las tallas menores encontradas dentro de El Triunfo pueden deberse, también a una mayor concentración de musgos, los cuales forman una capa muy gruesa en el suelo llegando a cubrirlo en su totalidad incluyendo a las ramas de los árboles. Esta abundancia de musgos aunado a las bajas temperaturas causa una escasa pudrición de las hojas coriáceas, lo que limita la reserva de nutrientes y la reducida respiración de las raíces en el suelo que se encuentra saturado de agua debido a un drenaje deficiente y a una sequía fisiológica (Holdridge, 1968; Grupp, 1971, 1977; Byer & Bruck, 1973; Leigh, 1975; Tanner, 1980). Por el contrario en el cerro Tres Picos, que tiene una cima de 2550 msnm, la SBP se desarrolla entre los 2000 y 2400 msnm y ello conlleva a que los vientos choquen con menor intensidad y menor fuerza, a que si los árboles se encontraran en la punta de los cerros. Dadas estas condiciones se observó entonces, una mayor cantidad de epífitas, como es el caso de las orquídeas en el caso del cerro Tres Picos, esto se puede deber a que, al tener una mayor proporción de estatura y diámetro, los árboles pueden tener mayor cantidad de huéspedes y pueden también soportar el peso

de los mismos. Sin embargo para ambos, factores como las temperaturas bajas, el viento fuerte y la nubosidad dada por la neblina, disminuyen la tasa de fotosíntesis, la tasa de transpiración y el crecimiento de los árboles (Gates, 1969; Odum, 1970; Ash, 1987; Cordero, 1999).

Dentro de las similitudes encontradas entre las SBP se considera la presencia de la familia Ericaceae lo que reafirma las observaciones que se tienen sobre esta familia por ser uno de los componentes principales de este tipo de vegetación. Dentro de las especies más sobresalientes encontramos a *Vaccinium confertum* y *Vaccinium haematinum*, ambas forman conglomerados de individuos que se entrelazan formando una malla casi impenetrable. La abundancia de estas especies, puede deberse a la elevada producción de flores y frutos pequeños, que pueden quedar atrapados en los sacos formados por las epífitas (cerro Tres Picos) o por los helechos arborescentes (cerro El Triunfo). En estos sacos se atrapa la humedad, los materiales orgánicos y los nutrientes que sirven como base para el establecimiento de las plántulas (Newton y Healey, 1989; Nalini, 1981; Foster, 2001).

Importancia de las selvas bajas perennifolias

La SBP se engloba dentro del grupo denominado bosques nublados según Stadtmüller (1987) o bosques mesófilos de montaña *sensu lato* (Rzedowski, 1978), los cuales por su estructura, su riqueza de epífitas y su capa gruesa de turba funcionan como un mecanismo de esponja capaz de mitigar el impacto de las escorrentías en aquellas zonas que presentan fuertes lluvias orográficas. Durante las estaciones secas la precipitación horizontal captada por bosques nublados significa un aumento considerable en el caudal de los ríos.

Byer y Weaver (1977) mencionan que en las SBP, por su estructura y la conformación arbórea que poseen, existen doseles ininterrumpidos que pueden servir para canalizar el viento a través de la copa de los árboles sin que éste entre al sotobosque, y evitar así daños mayores daños. Los sistemas radiculares interconectados pueden ayudar a sujetar la vegetación y reducir la cantidad de caídas de árboles que se producen por la ruptura de tallos.

El endemismo es característico de los ambientes de la alta montaña y posiblemente se debe a la compleja historia climática y geológica, o a impactos medio ambientales en los mecanismos de adaptación y dispersión, sin embargo, cualquiera que haya sido el proceso es indudable que las altas montañas representan un centro de alto endemismo en América Latina (Chaverri-Polini, 1998). Lewis, por ejemplo (1971) menciona que un alto grado de endemismo de helechos y epífitas es característico de la vegetación de los bosques nublados del Neotrópico.

Una de las razones más importantes que se podrían rescatar, es que la SBP está tan ligada a los fenómenos atmosféricos (húmedad por efecto de nubes, lluvia, temperatura más fresca y reducción de radiación solar), por lo que este tipo de vegetación podría servir como indicador excelente de los cambios asociados al clima global mediante un sistema de monitoreo (Lugo y Scatena 1993).

Bibliografía

Álvarez del Castillo, C., 1977, "Estudio ecológico y florístico del cráter del Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz, México" en *Biotrópica* 2 (1); 3-54.

Andrie, R. F., 1964, *Biogeographical Investigation of the Sierra of Tuxtla*, Ph. D. Thesis, Louisiana State University. 236 pp.

Arreola-Muñoz, 2004 en Pérez-Farrera, M. A., Martínez-Meléndez, N., Yáñez-Hernández, A y Arreola - Muñoz, A. V., 2004, "La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas" en *Serie Biológica*. Pág: 350

Ash, J., 1987, "Stunded cloud forest in Taveuni, Fiji" in *Pacific Science* 41: 191- 199

Beard, J. S., 1944, "Climax Vegetation in Tropical América" in *Ecology* 25:127-158

Beard, J. S., 1955, "The Classification of Tropical American Vegetation-types" in *Ecology* 36: 89-100.

Breedlove D. E., 1981, *Introduction to the Flora of Chiapas*, The California Academy of Sciences. Pp: 8-12.

Brown. H. W., 1919., *Vegetation of Philippine Mountains*, Borian of Sci. Publ. 13. 434 pp.

Byer, M.D.; Weaver, P.L., 1977, "Early Secondary Succession in an Elfin Woodland in the Luquillo Mountains of Puerto Rico" in *Biotropica* 9: 35- 47.

Cordero, R. A., 1999, "Ecophysiology of *Cecropia schreberiana* saplings in two wind regimes in an elfin cloud forest; growth, gas change, architecture and stem biomechanics" in *Tree Physiology* 19: 153-163.

Chaverri-Polini, A., 1998, "Mountains, Biodiversity and Conservation in *Unasylva* 195, (49) 47- 54

Excell, A. W., 1944, *Catalogue of the Vascular Plants of S. Tomé*, British Museum, London. 428 pp.

García Alfaro, J. R., 1999, *Estudio de la vegetación y uso del suelo de la porción oeste de las Montañas del Norte, Chiapas, México*, tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México. 107 p.

Gates, D. M., 1969, "The Ecology of an Elfin Forest in Puerto Rico, 4. Transpiration rates and temperature of leaves in cool humid environment. J. Arnold" in *Arboreum* 50:93-98

Grubb. P. J., 1971, "Interpretation of the 'Massenerhebung' Effect on the Tropical Mountains" in *Nature* 229: 44-45.

Grubb, P.J., Lloyd, J.R., Pennington, T.D. & Whitmore, T.C., (1963), A Comparison of Montane and Lowland Rain forest in Ecuador – I. The Forest Structure, Physiognomy, and Floristics in *J. Ecol.* 51: 567-601.

Grubb. P. J., 1977, "The Maintenance of Species- richness in Plant, Communities: the Importance of the Regeneration niche in *Biol. Rev.* 52: 107-145.

Holdridge, R. A, 1968, Determination of World Plant Formation from Simple Climatic Data in *Science* 105: 367-368.

Howard R. A., 1968, The Ecology of an Elfin Forest in Puesto Rico I. Introducción and composition studies, J. Arnol in *Arboreum* 49; 381-417.

INE-SEMARNAP, 1999 a., *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo*, Instituto Nacional de Ecología, México. 107 pp.

INE-SEMARNAP, 1999b., *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura*, Instituto Nacional de Ecología, México. 247 pp.

IHN, 1993, *Plan operativo 1993 para la Reserva de la Biosfera El Triunfo*. Documento Interno, Gobierno del Estado de Chiapas, Instituto de Historia Natural. Departamento de Áreas Naturales. 92 pp.

Ishiki, I. M., 1980, *Las selvas bajas perennifolias del cerro Salomón, región de Chimalapas, Oaxaca, comunidades y relaciones fitogeográficas*, Tesis maestría, Colegio de postgraduados, Chapingo, México. 201 p.

Leigh, E. G., 1975, "Structure and climate in tropical rain forest" in *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 6; 67-86.

Lewis, Walter H., 1971, "High Floristic Endemism in Low Cloud Forest of Panama". *Biotropica* 3 (1):78-80

Lugo, A.E.; Scatena, F.N., 1993, "Ecosystem Level Properties of the Luquillo Experimental Forest with Emphasis of the Tabonuco Forest" In: Lugo, A.E.; Lowe, C. (eds.). *A century of Tropical Forest Research: Results From The First Half, Themes from the second.* P. 59-108

Miranda, F., 1952, *La vegetación de Chiapas*, Gobierno del Estado de Chiapas, México, pp: 129-137

Miranda, F. y Hernández X. E., 1963, "Los tipos de vegetación de México y su clasificación" en *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, no. 28, Pág.: 179

Miranda, F. & A. J. Sharp, 1950, "Characteristic of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern México" in *Ecology* 31; 313-333.

Nadrarni. Nalini M.1981. "Report Canopy Roots: Convergent Evolution in Rainforest Nutrient Cycles" in *Science* 214:1023-1024.

Newton, A. C.; Healey, J. R., 1989, "Establishment of *Clethra occidentalis* on Stems of the Treefern *Cyathea pubescens* in Jamaican Montane Rain forest" in *Journal of Tropical Ecology* 5; 441-445

Odum, H. T., 1970, Rain Forests Structure and Mineral Cycling Homeostasis" in: H. T. Odum, H. T; Pigeon, R, F. (eds.). *A Tropical rain forest. A study of Irradiation an Ecology at El Verde, Puerto Rico*, Division of Technical Information, U.S. Atomic Energy Commission, Washington. D.C., H3-H52

Pennington T. D. y Jose S., 2005, *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México, 3ª. edición, 523 pp.

Pérez-Farrera, M. A., Martínez- Meléndez, N., Yáñez- Hernández, A y Arreola - Muñoz, A. V., 2004, *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación*, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Serie Biológica. Pág: 350

Pru Foster, 2001, "The Potencial Negative Impacts of Global Climate change on Tropical Montane Cloud Forest" in *Earth- Science Reviews* 55: 73-106.

Rzedowski, J., 1966, "Vegetación del estado de San Luis Potosí" en *Acta Cient. Potos.* 5: 5-291.

Rzedowski, J. ,1978, *Vegetación de México* , Limusa, México.

Richards, P. W. , 1952, *The Tropical Rain Forest*, Cambridge, University Press, Cambridge, USA. 450 pp

Sousa, M., 1968 "Ecología de las leguminosas en los Tuxtlas, Veracruz" *An. Inst. Biol. Méx. Ser. Bot.* 39: 121-160.

Sugden, A. M., 1986, "The Montane Vegetation and Flora of Margarita Island, Venezuela. Journal of the Arnold" in *Arboreum* 67: 187-232.

Stadtmüller, T., 1987, *Los bosques nublados del trópico húmedo*, Universidad de las Naciones Unidas y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. 85 Págs.

Tanner, E.V.J., 1980, "Studies on the Biomass and Productivity of a Series of Montane Rain Forest in Jamaica" in *Jour. Ecol.* 68: 573-588.

Valdivieso, M. D.A., 2001, "Honduras" en Kappelle M. y A. D. Brown. *Bosques nublados del Neotrópico*. INBio. Págs.243-281

Van Stennis, C.G.G.J., 1972, *The Mountain Flora of Java*, E. J. Brill, Leiden; 90 pp.

Weaver, P. L., M. D. Byer & D. L. Bruck. 1973, "Transpiration Rates in the Luquillo Mountains of Puerto Rico" en *Biotropica* 5: 123-133.

Whendee L. S., Ericke M. S. y Ariel E. L., 2001, "El Caribe" en: Kappelle M. y Alejandro D. B., 2001, *Bosques nublados del Neotrópico*, Editorial IN-Bio. Pp 155-181.

Fenología de los árboles del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas

Sofía Solórzano^{1*}, L. Avila†, Silvia Castillo²,
Jorge A. Meave² y G. Ibarra Manríquez³.

¹ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

² Facultad de Ciencias, UNAM.

³ CIECO, UNAM.

Introducción

Los estudios fenológicos describen los periodos de aparición y de duración de las diferentes etapas que se presentan en el desarrollo de los seres vivos. Por ejemplo, la duración de la etapa larvaria en insectos, la de floración en plantas o de la infancia en humanos.

En las plantas los estudios fenológicos describen los periodos de aparición y de duración en la producción de hojas, flores y frutos durante el año ya sea dentro de una población, de una especie o de toda una comunidad. Éstos pueden ser descriptivos o funcionales. Dentro de los primeros existen 1) los de tipo cualitativo, que tienen como objetivo documentar los periodos de producción y la duración de las estructuras de interés (presencia / ausencia) y 2) los de tipo cuantitativo que tienen como objetivo conocer cuántas estructuras se presentan así como su duración. Por su parte, los estudios fenológicos funcionales no solamente describen los periodos de duración de cada fenofase sino que también tratan de encontrar los factores ambientales (Rathcke y

Lacey, 1985) o filogenéticos que determinan su aparición (Ollerton y Lack, 1992; Wright y Calderón, 1995).

En algunas comunidades vegetales templadas y tropicales secas se han identificado comportamientos fenológicos periódicos, en la floración, fructificación y foliación (Fournier, 1974; Frankie *et al.*, 1974; Reich, 1995) a los que se les ha nombrado como patrones fenológicos. Por ejemplo, se conoce que en los bosques caducifolios el patrón fenológico de foliación tiende a ser francamente estacional (Nielsen *et al.*, 1987) y notoriamente todas las especies pierden las hojas en las estaciones de otoño e invierno y producen flores y frutos durante la primavera y el verano (Wright y Cornejo 1990; Schaik *et al.*, 1993). Otro ejemplo es el de las plantas de las selvas tropicales secas que pierden las hojas durante la estación seca y nuevamente reverdecen con las primeras lluvias. En contraste, en las comunidades tropicales y subtropicales perennes existe una amplia variedad de comportamientos fenológicos, desde especies caducifolias hasta especies que nunca se quedan sin hojas, asimismo la floración y la fructificación no se presenta en una estación en particular (Seres y Ramírez, 1993; Williams-Linera, 2003) por ello es poco común hablar de patrones en estas comunidades.

Para tratar de explicar los diferentes comportamientos fenológicos se han propuesto algunas hipótesis, entre ellas, la pérdida de hojas de las comunidades tropicales secas se atribuye al estrés hídrico y la asincronía en los periodos de floración se explica como una estrategia para evitar la competencia con los polinizadores y la producción de frutos como una respuesta a la abundancia de especies frugívoras. Sobre estas ideas se cuenta con una vasta cantidad de datos empíricos que desafortunadamente no las apoyan en todos los casos (Fleming, 1991; Loiselle y Blake, 1991; Solórzano, 1995). Los primeros estudios fenológicos concluyeron que en las zonas tropicales secas, la precipitación es la variable ambiental más frecuentemente correlacionada con los cambios en la abundancia de flores y de hojas durante el año (*e.g.* Fournier y Salas 1966; Frankie *et al.*, 1974; Borchert, 1983; Borchert, 1994; Reich, 1995). Sin embargo, otros estudios en comunidades secas muestran que el estrés hídrico y la competencia por polinizadores no explican la floración, sino que, es la posición filogenética el factor fuertemente correlacio-

nado con este evento (Wright y Calderón, 1995) así como tampoco el estrés hídrico explica la caída de hojas (Wright y Cornejo, 1990). En cambio, en los sistemas templados y boreales cuando la temperatura del aire se eleva, se marca el inicio de la floración (Linkosalo *et al.* 2006).

Por su parte, la fenología de fructificación es un evento para el que no se ha encontrado alguna correlación con el ambiente y podría ser que se comportara como una restricción filogenética también. Algunos estudios han tratado de explicar la aparición y la duración de los frutos como una respuesta al ciclo reproductivo de los frugívoros que dispersan sus semillas (e.g. Gentry, 1974; Fleming, 1991; Loiselle y Blake, 1991; Kinnard, 1992; Schaik *et al.* 1993; Solórzano *et al.* 2000) y aunque hay una coincidencia entre la abundancia de frutos y la abundancia de frugívoros no se ha establecido una relación causal entre estas dos variables. Estos resultados indican que aún carecemos de un información de los factores ambientales y evolutivos, que determinan la aparición y la duración de las diferentes fenofases en las comunidades tropicales, particularmente de las clasificadas como húmedas de montaña, o bosques de niebla, o bosques tropicales montanos.

En el caso particular de los bosques tropicales de montaña, como son los bosques de niebla, considerados como los ecosistemas más importantes del mundo debido a su alta riqueza biológica y complejidad ecológica (Nadkarni y Wheelwright, 2000), los estudios fenológicos son escasos. En América, los bosques de niebla se encuentran desde la Cuenca del Amazonas hasta México describiendo una distribución insular, por lo que el área efectiva que ocupan, es relativamente pequeña en comparación con otros bosques (Aldrich *et al.*, 2000). En estos bosques, las comunidades arbóreas son muy complejas en su estructura y composición, por lo que no se podría esperar un comportamiento fenológico único para todas las especies que la componen. Por ejemplo, en los bosques nublados del Golfo de México, las especies del dosel pierden las hojas en contraste con las del estrato medio que tienden a ser perennes. En cambio, algunas especies de arbustos pierden las hojas al final de la época más seca del año y otros durante la temporada de lluvias (Williams-Linera, 2003).

Sobre la flora de la Reserva de la Biosfera El Triunfo existe un estudio que incluye a 751 especies vasculares agrupadas en 407 géneros y 138 familias. Además, este estudio identificó siete asociaciones vegetales (Long y Heath, 1991). También se cuenta con un estudio de la fenología de fructificación de 24 especies de plantas que se desarrollo para tratar de encontrar respuesta a la migración altitudinal de los quetzales (Solórzano, 1995; Solórzano *et al.* 2000).

Los objetivos de este capítulo son describir los posibles patrones fenológicos de floración y fructificación de las angiospermas arbóreas del bosque de niebla perenne de la Reserva de la Biosfera El Triunfo con base en revisiones de herbario. Asimismo describir con detalle la fenología de foliación, floración y fructificación de 20 especies de árboles de la Reserva con base en observaciones cuantitativas. Se espera que con estas descripciones, se puedan identificar posibles patrones de comportamientos fenológicos de estructuras vegetativas y reproductivas de las angiospermas arbóreas de esta reserva.

Sitio de estudio

El presente estudio se realizó en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (15° 09' y 15° 57'; 92° 34' y 93° 12') ubicada en el sureste de la Sierra Madre de Chiapas (figura 1). Esta Reserva abarca un gradiente altitudinal que va desde los 500 hasta los 2450 m, lo que favorece la presencia de siete tipos de asociaciones vegetales en las que dominan elementos de origen tanto tropical como templado (Long y Heath, 1991).

Figura I. Mapa de ubicación de REBITRI

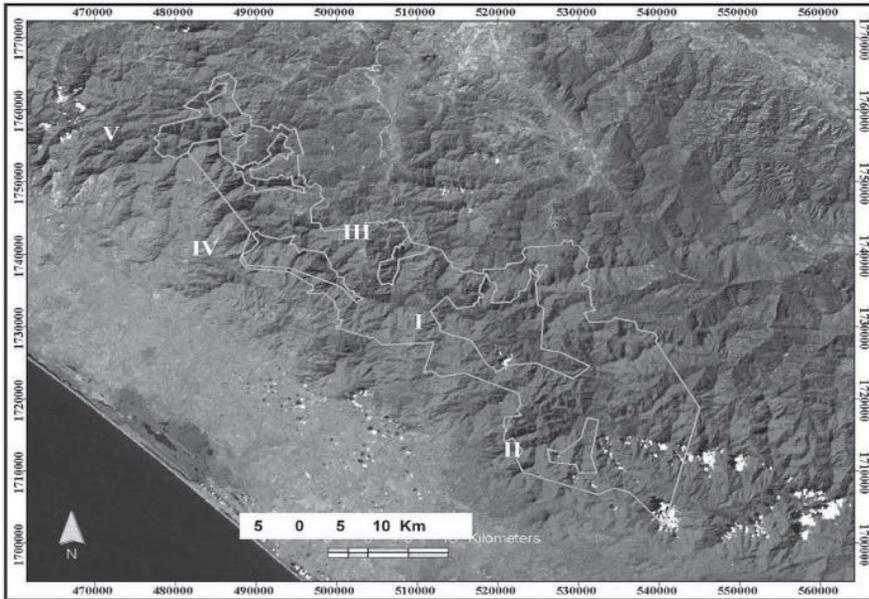


Figura I. Polígono de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, proyectado sobre imagen de satélite Landsat 2000. Los polígonos marcados son las cinco áreas núcleo: I (El Triunfo), II (Ovando), III (Custepec), IV (El Venado) y V (La Angostura) rodeadas de la zona de amortiguamiento. El trabajo de campo de fenología cuantitativa fue realizado en el polígono I El Triunfo.

La comunidad vegetal en la que se distribuyen las especies estudiadas, es el bosque de niebla perenne (BNP), que fue definido por Breedlove (1981) como la parte más húmeda de los llamados bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1978). Este último término es ampliamente utilizado en México debido a que resulta muy práctico, ya que casi cualquier tipo de vegetación perenne que se desarrolle en pisos altitudinales entre los 1400 y los 2500 m, aún con diferentes condiciones de humedad, estructura, composición y de diversidad; se nombra como bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1996). Esta ambigüedad del término viene des-

de la década de 1960, ya que originalmente fue propuesto por Miranda (1952) para definir a aquellas comunidades vegetales de hojas mesófilas que se encuentran en pisos altitudinales similares a las de los bosques templados pero con mayores cantidades de humedad. Posteriormente se sustituyó el término de bosque mesófilo de montaña por el de selvas bajas siempre verdes y luego, por el de selvas medianas perennifolias (Miranda y Hernández-X, 1963). Años después, Rzedowski (1978) retomó el término de bosque mesófilo de montaña en su definición original, pero además incluyó a los bosques deciduos templados, lo que favoreció aún más la ambigüedad del término.

En este apartado preferimos usar la clasificación de los tipos de vegetación de Chiapas propuesta por Breedlove (1981). Este autor identificó, dentro del término de bosque mesófilo de montaña *sensu* Rzedowski (1978), a tres grandes comunidades vegetales que se distinguen entre sí por su estructura vertical, los pisos altitudinales donde se desarrollan, su composición y la dominancia de sus especies (cuadro 1), siendo el BNP en donde se distribuyen las especies que aquí se analizan. Otros términos equivalentes al BNP se presentan en el cuadro 1.

En Chiapas, el BNP se localiza entre 1900 y 3200 m. En su estructura vertical se distinguen de uno o dos estratos arbóreos, así como un denso sotobosque arbustivo. En algunas localidades, las especies del dosel alcanzan hasta 40 m de altura. Estos bosques se distinguen por presentar un dosel cerrado y denso, con una gran riqueza y abundancia de helechos y de trepadoras herbáceas; en tanto que las lianas leñosas son escasas. Entre las epífitas se destacan las bromelias, musgos, helechos y con una baja diversidad las orquídeas. La dominancia de las especies arbóreas cambia dependiendo la región fisiográfica de Chiapas (Breedlove, 1981).

Para las 119177 hectareas que cubre la Reserva de la Biosfera El Triunfo no se han conducido estudios florísticos detallados, sino solamente en el polígono I (El Triunfo) se tiene un estudio florístico que encontró que en el BNP, domina la asociación de *Quercus-Matudaea-Dendropanax-Hedyosmum* (Long y Heath, 1991).

El BNP se distribuye en forma de pequeñas islas en las cañadas y partes altas de la Sierra Madre de Chiapas en donde representa 15100 hectareas, ocupando altitudes entre los 1600 y los 2300 m. Particularmente, en el polígono I de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, de donde proceden la mayoría de los datos, el BNP representa 4921 has, es decir casi el 50% de la superficie que cubre ese polígono (Solórzano *et al.*, 2003).

Clima

El clima de los BNP no ha sido documentado en detalle y las descripciones a este respecto se han tomado generalmente de las establecidas para las grandes regiones montañosas de Chiapas. Para el presente capítulo se elaboró un climograma (figura 2) con base en los datos de temperatura y precipitación que se registraron en los años desde 1991 hasta 2000, en la estación climatológica del polígono El Triunfo. En este periodo, el promedio en la precipitación anual superó los 3400 mm, siendo el año de 1992 el que presentó la menor precipitación (2890 mm) y 1998 el de la mayor cantidad de lluvia (> 4970 mm). En el BNP de la Reserva de la Biosfera El Triunfo llueve casi todo el año, aunque los meses de diciembre a marzo registraron una precipitación menor a 100 mm (figura 2). En el sitio de estudio, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 10 y 15° C, siendo los meses de diciembre a marzo cuando se presentan temperaturas por debajo de los 5° C (figura 2), llegando incluso a presentarse heladas que cubren con una delgada capa de hielo el suelo. La intensidad de estas heladas en algunos años es tan fuerte que incluso congelan el follaje de los árboles, lo que en consecuencia, repercute en un retraso o en la ausencia de estructuras reproductivas de estos árboles. La humedad ambiental en forma de niebla está presente todo el año alcanzando valores entre el 70 % y el 80 %, aunque en los meses de enero a febrero disminuye notablemente a valores desde 30 hasta 50 %.

Figura 2. Climograma

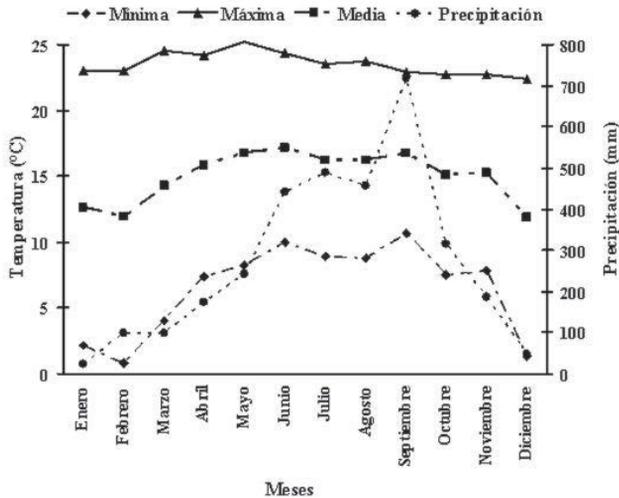


Figura 2. Climograma construido para el sitio de estudio con datos registrados desde 1991 hasta el año 2000, en la estación climatológica de el campamento El Triunfo, ubicado a 1900 m de altitud en el polígono I de la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

Métodos

Debido a que no existen trabajos florísticos previos en los que se hayan clasificado a las especies registradas de acuerdo con su forma de crecimiento, primeramente se obtuvo una lista de especies de árboles del BNP de la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

El principal estudio en el que nos basamos para crear esta lista de árboles fue la de Long y Heath (1991), que registró 685 especies de angiospermas, sin importar su forma de crecimiento, que se distribuyen en siete asociaciones vegetales. De estas especies, sólo 224 se distribuyen en el BNP. A esta lista agregamos familias y especies del estudio de Bosques Mesófilos de México (Rzedowski, 1996) con la finalidad de considerar taxa que no hubiesen sido registrados en el sitio de estudio por Long y Heath (1991). Con base en el conocimiento de los autores de

este capítulo se eliminaron taxa que no presentan crecimiento arbóreo (e.g. Geraniaceae, Halogaraceae), con lo que quedó un listado preliminar de 142 especies agrupadas en 126 familias de angiospermas. Estos taxa fueron revisados en el Herbario Nacional de México (MEXU) y los disponibles en línea del Missouri Botanical Garden (www.mobot.org) y del New York Botanical Garden (<http://sciweb.nybg.org/science2/>). Para la depuración de esta lista se siguieron los siguientes criterios de eliminación, a) si de acuerdo con datos de herbario las especies no presentan forma de crecimiento arbóreo y b) si no se encontraban colectas que respaldaran su presencia en la reserva. Definimos como árboles a aquellas plantas leñosas con crecimiento erecto y sin ramificaciones basales (Jones, 1988). Para todas las especies que no fueron eliminadas de la lista preliminar se consideró como dato fenológico, el periodo de floración y de fructificación de acuerdo con los datos anotados en las fichas de colecta.

Además, en este capítulo se presentan datos de fenología cuantitativa para 20 especies de árboles que la primera autora obtuvo durante su participación en el proyecto de investigación *Estudio de la Migración del Quetzal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo*, desarrollado desde 1991 hasta 1993 en el Instituto de Historia Natural; Tuxtla Gutiérrez. A continuación se describen los métodos de campo y de análisis para el estudio de fenología cuantitativa.

Fenología cuantitativa

Se realizaron 18 observaciones fenológicas de flores y frutos de diciembre desde 1991 hasta diciembre de 1993, tratando de hacerlas cada 30 días, lo que no siempre se logró debido a las condiciones ambientales (e.g. lluvia constante o niebla muy densa). En tanto que las observaciones fenológicas de hojas iniciaron en marzo de 1992 y concluyeron en diciembre de 1993. Aquellas observaciones en las que se traslaparon dos meses se consideraron los datos para ese par de meses, en 1992: abril-mayo, julio-agosto, septiembre-octubre; y en 1993: abril-mayo, julio-agosto, septiembre-octubre.

Para la fenología cuantitativa se marcaron 170 árboles pertenecientes a 20 especies. Para cada una de éstas se trató de tener al menos cinco árboles representativos en los que se pudiera observar su cobertura al menos en un 70% (cuadro 2). Estas 20 especies son árboles del estrato medio y de dosel y todas producen diásporas suaves y carnosas de tipo bayas, drupas o sincarpas.

Las observaciones fenológicas se realizaron con binoculares Nikon 40 X, en algunos casos con telescopio, mientras se sumaban las estructuras con un contador manual de objetos. Los métodos de cuantificación de las estructuras reproductivas y de las hojas fueron diferentes y se describen a continuación para cada una de ellas.

Fenología vegetativa. Se establecieron tres categorías de edad para las hojas de acuerdo con su aspecto (color y vigor) y la longitud de la lámina foliar. Se clasificaron como hojas seniles aquellas de color amarillo o dañadas casi en su totalidad por herbivoría; las hojas maduras fueron las que presentaron la talla máxima observada de color verde sin daño aparente y las hojas jóvenes fueron aquellas de menor tamaño, de color verde generalmente más pálido y más brillantes que las maduras. Las categorías de abundancia establecidas fueron desde muy abundantes (categoría de 3) si cubrían desde 70 % hasta 100 % del árbol, abundantes (2) desde 40 % hasta 60 %, escasas (1) desde 10 % hasta 30 % y ausentes (0) desde 0 % hasta < 10%. Para cada especie se obtuvo el promedio en la abundancia de cada categoría en cada fecha de observación. Además, con las hojas jóvenes se estimó un índice mensual de producción de hojas, promediando en cada mes la abundancia de esta clase de hojas para el total de las 20 especies.

Fenología reproductiva. De las 20 especies estudiadas la mayoría produce inflorescencias, en las que se pudieron contar las flores individuales, con excepción de *Morus insignes*, cuya inflorescencia e infrutescencia se consideró como la unidad de conteo. El resto de las especies producen frutos de tipo bayas o drupas las que se contaron como unidades de dispersión.

En el caso de las flores y frutos se obtuvieron los promedios por especie a partir del total de árboles marcados en cada uno de ellos, el error

estándar, el número máximo y mínimo de flores y frutos producidos en los árboles marcados y el porcentaje de los mismos que contribuyeron a este promedio.

Resultados

Fenología cualitativa

De la lista preliminar de 142 especies se eliminaron todas aquellas que no se distribuyen en el BNP de la Reserva de la Biosfera El Triunfo o que no presentan como forma de crecimiento el tipo arbóreo de acuerdo con los datos anotados en las etiquetas de colecta de los especímenes del sitio de estudio. Al término de esta revisión, permaneció una lista de 35 familias que agrupan a 60 especies de árboles (cuadro 3), en la que se incluyen las 20 especies para las que se tienen los datos de fenología cuantitativa. De estas 60 especies; *Spathacanthus parviflorus*, *Miconia glaberrima*, *Myrsine juergensennii* y *Styrax glabrescens* muestran inconsistencias en la determinación de su forma de crecimiento, ya que en otros sitios algunos colectores las registraron como árboles y otros como arbustos o bejucos. Debido a que las etiquetas de colecta de El Triunfo las registraron como árboles, se consideró no eliminarlas.

De acuerdo con los datos de herbario las 60 especies arbóreas de angiospermas del BNP presentan flores y frutos todo el año aunque se detectaron picos máximos y mínimos (figura 3). El número máximo de especies con flores (31 especies) se registró en febrero (época de secas, figura 2), en tanto que el menor número de especies con flores (3) se registró en el mes de agosto (época de lluvias, figura 2). Respecto a la fructificación, se obtuvo un número máximo de especies en los meses de febrero y marzo (23 especies), lo que coincide también con la época de secas y el número mínimo de especies (8) se registró en octubre cuando comienza a disminuir la cantidad de precipitación (figura 3).

Figura 3. Número de árboles de angiospermas

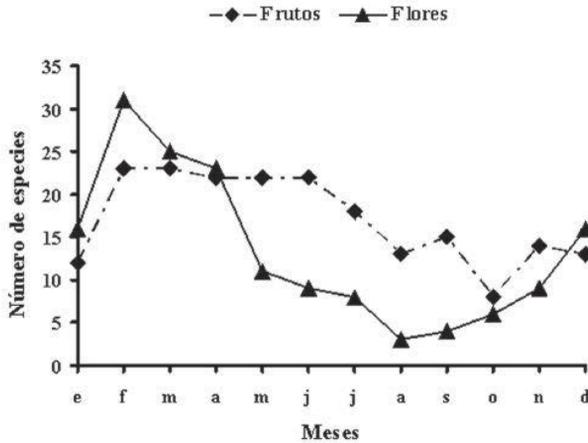


Figura 3. Número de árboles de angiospermas con estructuras reproductivas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

Fenología Cuantitativa

Foliación

De las 20 especies estudiadas, 18 de ellas son perennifolias ya que durante todo el año tuvieron tanto hojas maduras como producción de hojas nuevas (cuadro 4). En tanto que las especies *M. insignes* y *P. brachybotrya* son prácticamente caducifolias, ya que apenas un mes o dos, después de que producen hojas, las pierden y las que permanecen rápidamente pasan a la categoría senil (cuadro 4).

En general, se observó una sincronía de foliación en los individuos marcados de las 20 especies, por lo que se generó un patrón perenne de foliación con hojas jóvenes, maduras y seniles presentes a lo largo del año (figura 4).

Figura 4. Fenología cuantitativa de foliación

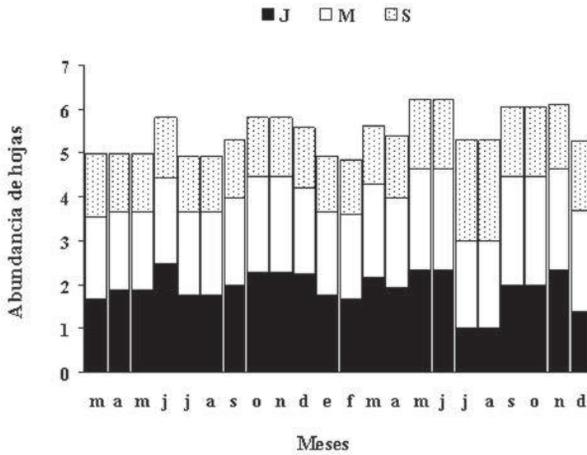


Figura 4. Fenología cuantitativa de foliación de marzo desde 1992 hasta diciembre de 1993 para 20 especies de árboles de angiospermas de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. J = hojas juveniles, M = hojas maduras y S = hojas seniles.

La gran mayoría de las especies mostró una marcada estacionalidad en la producción de hojas nuevas (figura 5), siendo en los meses de secas cuando ocurrió la mayor producción. En febrero de 1992, la mayoría de los árboles marcados perdieron las hojas debido a las bajas temperaturas que se presentaron, esas hojas no se perdieron sino que lo mantuvieron como hojas seniles por varios meses (cuadro 4).

Figura 5. Índice de producción de hojas

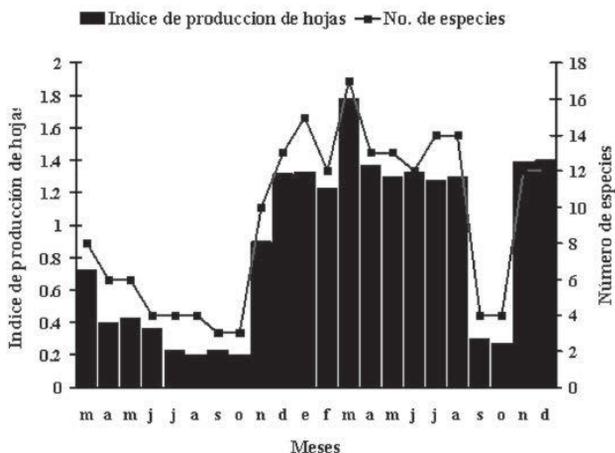


Figura 5. Índice de producción de hojas y el número de especies (de las 20 especies incluidas en el análisis de fenología cuantitativa, cuadro 2) que contribuyeron a este índice, para el periodo de marzo de 1992 a diciembre de 1993.

De las 20 especies estudiadas, solamente algunas de ellas repitieron su producción de hojas en el mismo mes durante los dos años. Sin embargo, claramente desde noviembre hasta agosto se observa, tanto un mayor número de especies con hojas nuevas, como la mayor abundancia de éstas. En marzo las especies que produjeron hojas fueron: *S. madrensis*, *S. purpusii*, *P. tetradenia*, *C. zapatae* y *O. acuminatissima*. Las especies que abarcaron secas y principios de lluvias (marzo a mayo) fueron *E. capuli* y *L. excelsa*. En cambio en *N. rudis* la producción de hojas se extendió desde marzo hasta junio. En plena época de lluvias, desde julio hasta agosto, sólo produjeron hojas *S. venosa* y *C. volcanalis*. Al final de la época de lluvias y principios de secas fueron *C. mocinni*, *A. compressa* y *T. cuspidata*. Por su parte, *P. tetradenia* produjo hojas prácticamente todo el año (cuadro 4).

Hojas maduras. Esta es la categoría a la que se debe el aspecto perenne de las especies estudiadas, ya que su presencia fue continua en casi en todas las especies, salvo en los casos de *C. mocinni*, *M. insignes* y *R. c. grandifolia*, que en su lugar presentaron hojas seniles en algunos meses (cuadro 4).

Hojas seniles. De las 20 especies estudiadas solo *M. insignes* y *P. brachybotrya*, tienen un aspecto aparentemente caducifolio ya que gran parte del año permanecen con pocas hojas seniles de color amarillo. Las hojas seniles estuvieron representadas también por aquellas que presentaban un gran daño de su lámina foliar debido a insectos agalleros y minadores.

Floración

En ambos años de estudio la mayor cantidad flores se observó en la temporada de secas, siendo febrero de ambos años el mes tanto con la mayor cantidad de flores como el mayor número de especies en floración (figura 3). En los meses de lluvias hubo un franco decaimiento particularmente en el número de flores, las que se deben principalmente a *E. calpuli* y a algunos individuos de *O. chiapensis*.

En ningún mes de los dos años se registró la floración sincrónica de las 20 especies, y fueron pocas en las que se observó una sincronía en la floración del total de los individuos marcados (omitidos por ellos en el cuadro 5). Del total de las 20 especies, *C. zapatae*, *P. brachybotrya*, y la especie dioica *T. cuspidata*, no florecieron en los dos años de estudio. En esta última especie se observó una sincronía en la floración de los individuos macho y hembra. A diferencia de estas tres especies de floración bianual, las otras 17 especies produjeron flores anualmente. En los casos de *C. zapatae*, *S. purpusii*, *P. tetradenia* y *S. madrensis* se encontraron en fructificación al inicio de este estudio, por lo que se desconocen los meses en las que la floración anterior ocurrió.

En las 20 especies estudiadas, a partir del mes de abril se observó un franco decaimiento en la producción de flores, por lo que se considera que este es un patrón de floración en temporada de secas. Se encontró que 14 especies (70%) florecieron en la temporada de secas y que seis (30%) tuvieron un período más extenso de floración debido a que abarcaron tanto meses de secas como de lluvias (cuadro 5). Este último patrón se debe a la asincronía que presentaron los individuos marcados dentro de cada especie y no porque un mismo individuo presentara un

periodo tan largo de floración. El número promedio de flores producidas por cada especie fue variable en los dos años estudiados al igual que el periodo de duración de flores (cuadro 5).

Fructificación

En la fructificación, no se observó claramente una estacionalidad, pero se distingue que de diciembre a junio hubo picos de mayor producción de frutos en los dos años (figura 3). Se encontró una mayor diversidad de comportamientos fenológicos en la fructificación, ya que se distinguieron tres patrones descritos por las 20 especies estudiadas (cuadro 6); el de las especies que presentaron su periodo de fructificación en secas (30% de las especies), las que presentaron frutos en meses de secas y de lluvias (53.6%) y las que lo presentaron en lluvias (17.4%).

La asincronía dentro de cada individuo y entre los individuos marcados fue la razón por la que se presentaran especies con frutos durante todo el año (figura 3) y que algunas especies presentaran periodos muy extensos de fructificación.

La mayor cantidad de frutos se encontró durante los meses de secas; y durante los meses de lluvias sólo algunas especies presentaron frutos pero en grandes cantidades (cuadro 6).

En 1993, no se observaron frutos en *C. zapatae*, *S. purpusii* y *S. venosa*, por ello no están en el cuadro 6 en este año.

Discusión

Este capítulo documentó por primera vez un trabajo fenológico a nivel de comunidad arbórea de angiospermas del BNP de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, uno de los sitios considerados con una alta riqueza biológica a nivel nacional. El método empleado para documentar los datos de fenología cualitativa, basada en revisiones de herbario, quizá resulte cuestionable ya que estaría reflejando el comportamiento fenológico de varios años porque los ejemplares fueron colectados en años distintos. Usualmente, los estudios fenológicos se acotan a ciertos periodos y aquí, se utilizaron como muestras todas aquellas colectas sin importar la fecha en que fue-

ron colectadas. Sin embargo, los resultados que se obtuvieron fueron valiosos, ya que ahora se cuenta con una lista de árboles de angiospermas del BNP de la reserva, que se podría incrementar si se realizara un estudio sistemático de colecta de las plantas con esa forma de crecimiento.

Los resultados (figura 3 y cuadro 3) de fenología cualitativa muestran que la comunidad arbórea de angiospermas (N = 60) presenta una mayor actividad de floración y de fructificación en los meses de menor precipitación, que de acuerdo con el climograma construido en este estudio, es a partir del mes de octubre, al finalizar la estación de huracanes, cuando decrece la cantidad de precipitación y claramente desde diciembre y hasta marzo, se puede delimitar una corta temporada de secas. Estos resultados se asemejan a los de otros bosques húmedos de montaña en los que los picos de floración y de precipitación, de otras formas de crecimientos (como herbáceas), también ocurre durante el período de menor precipitación (Hilty, 1980; Seres y Ramírez, 1993).

En otros ambientes tropicales templados y secos se ha encontrado que en los meses de febrero y marzo, es cuando se encuentra el mayor número de especies con flores (Frankie *et al.*, 1974; Wright y Calderón, 1995). Este comportamiento aparentemente se debe a un estrés hídrico que se presenta en esta temporada (Borchert, 1983), y si esta hipótesis se cumple para el BNP del sitio de estudio entonces se reflejarían los resultados aquí mostrados (figura 3).

Otros estudios han atribuido los patrones fenológicos de floración no solamente a factores abióticos, sino también a factores bióticos como es, la comunidad de polinizadores que ha ejercido una presión de selección a través de su conducta de forrajeo y sus periodos de mayor abundancia (Gentry, 1974; Schaik *et al.*, 1993). En el presente estudio no contamos con datos que permitan establecer, si efectivamente, esta idea se cumple para las especies del BNP, y apenas se cuenta con algunas observaciones generales sobre los polinizadores que interactúan con las especies de estudio. Por ejemplo, se observó que *S. madrensis*, *A. compressa* y *C. mocinni* son polinizados por diversas especies de insectos, principalmente procedentes de las familias Apidae y Bombycidae, pero se desconoce cual es la propia fenología de estos grupos así como sus periodos de mayor abundancia.

En el caso de la fructificación se tiene una mayor variedad de comportamientos fenológicos y menos patrones claramente identificados. Aunque en este estudio, los datos de fenología cualitativa muestran que hay claramente un pico de mayor número de especies con frutos durante la temporada de secas (figura 3). En la fructificación no se ha encontrado una correlación clara con alguna variable ambiental, sino que han sido señaladas coincidencias entre la mayor abundancia de frutos con la de aves y mamíferos frugívoros (Fleming, 1991). Por ejemplo, en el caso de algunos bosques húmedos de montaña de Costa Rica, en donde se ha encontrado que la mayor producción de frutos ocurre en la temporada de secas, lo que a su vez coincide con la mayor actividad de las aves frugívoras (Loiselle y Blake, 1991), así como en la Reserva de la Biosfera El Triunfo en donde se encontró que la mayor abundancia de frutos ocurre con la de los quetzales (Solórzano *et al.*, 2000).

El estudio de fenología cuantitativa mostró que para la fructificación no existe una tendencia clara de un comportamiento fenológico ya que durante todo el año se observaron especies con frutos. Aunque es importante señalar que la mayor cantidad de frutos ocurrió en la temporada de secas, coincidiendo con la reproducción de gran cantidad de especies de aves y de mamíferos del BNP (observaciones personales de Sofía Solórzano). Esta coincidencia se ha explicado como resultado de la selección natural para que la prole de la fauna tenga una mayor probabilidad de sobrevivir (Loiselle y Blake, 1991). Sin embargo, esta coincidencia no es suficiente para aseverar que la interacción ha ejercido una presión de selección sobre la fenología de fructificación. Para conocer el origen y mantenimiento de los diferentes patrones de fructificación, es necesario integrar otros factores bióticos y abióticos de manera que se pueda establecer la participación de cada uno de ellos (Augspurger, 1983).

A las pocas especies que produjeron frutos en la temporada de lluvias (cuadro 6) se les puede atribuir un papel muy importante, ya que representan el recurso alimentario cuando hay escasez del mismo.

La fenología de fructificación de las plantas puede ser diferente dependiendo de la cantidad de luz que reciba (Levey, 1990), es posible que ello sea la causa de que los individuos marcados hayan presentado una gran asincronía intraespecífica, debido a que algunos individuos

estaban en cañadas con diferente orientación lo que hacía que recibieran una diferente cantidad de luz, respecto a otros que estaban bajo el dosel del bosque en terrenos planos. Detectar una mayor diversidad de patrones fenológicos en la fructificación es más frecuente que en los casos de las hojas y las flores. Esto también se ha encontrado en otros sistemas con altos niveles de precipitación (Hilty, 1980). Aunque, las especies estudiadas por este autor presentaron la mayor abundancia de frutos cuando ocurre la mayor cantidad de lluvia, lo cual puede deberse a que se consideraron formas de crecimiento diferentes a las arbóreas.

En el presente estudio, se encontraron al menos tres comportamientos fenológicos de fructificación; el de las especies que fructifican claramente en secas, las especies que fructifican en secas e inicios de lluvias y aquellas que, fructifican claramente en lluvias (cuadro 6), esto difiere de otros bosques húmedos como el de Costa Rica en donde se encontró solamente un periodo de fructificación (Frankie *et al.*, 1974).

En los resultados de fructificación y de floración no se observa que los comportamientos fenológicos estén asociados a un factor taxonómico (cuadros 5 y 6), lo cual es diferente a lo observado por Kinnard (1992) quien explicó sus resultados fenológicos por el nivel específico.

En el presente estudio, se analizó con detalle la fenología de foliación, lo que resulta muy valioso ya son aún más escasos estos datos que los de floración y fructificación de los BNP. La mayoría de las especies aquí estudiadas, produjeron hojas nuevas durante la temporada de secas y en menor número en la temporada de lluvias como ocurre en otros tipos de vegetación (Borchert, 1983; Nielsen *et al.*, 1987; Wright y Cornejo, 1990; Aide, 1991). La estacionalidad más marcada en la producción de hojas nuevas fue más fácil de detectar durante el año de 1993, debido a que en 1992 posiblemente se alteró la fenología de foliación por las bajas temperaturas que se registraron en enero de ese año, la que descendió a menos 5°C; en consecuencia las hojas se congelaron, pero se mantuvieron como hojas seniles (figura 4). Una similitud entre este trabajo, con los realizados en otros sistemas con diferentes regímenes de lluvias, es que también el mayor número de especies con hojas nuevas se presenta en la temporada de secas (Fournier y Salas, 1966; Frankie *et al.*, 1974, Borchert, 1983; Nielsen *et al.*, 1987).

Uno de los patrones que ocurre tanto en sitios secos como lluviosos, es que la mayoría de las especies pierden sus hojas durante la estación seca (Fournier y Salas, 1966; Frankie *et al.*, 1974; Reich, 1995). La pérdida de hojas durante secas es más evidente en las comunidades que se desarrollan en sitios con precipitaciones inferiores a 1000 mm al año. En el presente estudio sólo se pueden clasificar como especies caducifolias a tres de ellas (cuadro 4). Rzedowski (1978) establece que en los bosques mesófilos de montaña, se pierden las hojas durante los meses más fríos del año, que de acuerdo con la figura 2 en nuestro sitio de estudio ocurre de diciembre a enero, por tanto no encontramos que la propuesta de Rzedowski se cumpla para nuestro estudio (figura 4) ya que justo en estos meses hay una gran producción de hojas jóvenes (figura 5). Esta discrepancia, se puede deber al hecho de que como se explicó en la sección de métodos, en el concepto de bosque mesófilo de montaña de Rzedowski (1978) se incluyen varias comunidades muy dispares; otra posible explicación es que en nuestro estudio se cuenta con un análisis detallado de la fenología de foliación pero solamente de 20 especies; quizá este resultado cambie al incrementarse el tamaño de la muestra.

Como conclusiones generales, consideramos que este estudio muestra resultados muy valiosos para entender la dinámica de las comunidades llamadas bosques de niebla. A la vez que este tipo de datos básicos podrían servir para entender si se están afectando los aspectos fenológicos en este tipo de bosque, pues es conocido que ya se observan efectos negativos por el cambio climático global (Foster, 2001; Solórzano *et al.*, 2003). El presente estudio, se podría tomar como una línea base a partir de la cual se podrán establecer estudios sobre interacciones ecológicas o la participación de la filogenia en la explicación de los comportamientos fenológicos.

Agradecimientos.

Los datos de fenología cuantitativa que aquí se presentan fueron obtenidos por Sofía Solórzano, durante la realización de su trabajo de licenciatura que desarrolló en el proyecto de investigación *Estudio de la*

migración del quetzal, coordinado por la bióloga Lourdes Ávila a quien dedicamos este capítulo en su memoria. Este proyecto de investigación fue apoyado por RARE Center y TNC y se pudo desarrollar gracias a las facilidades del entonces Instituto de Historia Natural de Tuxtla Gutiérrez. En el trabajo de campo Sofía Solórzano contó con la ayuda de los vigilantes Rafael Solís e Ismael Gálvez. Agradecemos las facilidades del Herbario Nacional (MEXU, UNAM) tanto de su curador el doctor Gerardo Salazar, como de todos los técnicos encargados de las diferentes salas; quienes nos apoyaron durante la revisión de ejemplares de herbario.

Cuadro 1. Nombres de tipos de vegetación semejantes a lo que Breedlove (1981) definió para Chiapas como “evergreen cloud forest” (bosques de niebla perennes, BNP). Para este autor, el BNP es una de las tres comunidades que se pueden identificar dentro de lo que Rzedowski (1978) engloba como bosque mesófilo de montaña. La altitud está referida a las descritas por Long y Heath (1991) para nuestro sitio de estudio.

Autor / Equivalencias a BNP	Tipos de vegetación de México Rzedowski (1978)	Tipos de vegetación para Chiapas Breedlove (1981)	Comunidades en la Reserva de la Biosfera El Triunfo Long y Heath (1991).	Otras clasificaciones para el Neotrópico	Altitud (m)
	Bosque mesófilo de montaña	Montane rain forests	<i>Ficus-Coccoloba-Dipholis-Sapium</i> .		1200 - 1500
Bosque de niebla perenne	Bosque mesófilo de montaña	Evergreen cloud forests	<i>Quercus-Matudaea-Dendropanax-Hedyosmum</i> .	Selva mesotérmica higrofitica (Acosta-Solís, 1968). Cloud forests (Leopold, 1950). Selva nublada (Beard, 1944).	1600 - 2200
	Bosque mesófilo de montaña	<i>Pine-oak-Liquidambar</i>	<i>Liquidambar-Quercus-Pinus</i> .		1300 - 1500

Cuadro 2. Especies en las que se realizaron las observaciones de fenología cuantitativa, la clave de abreviación usada en los cuadros de resultados, el nombre común que reciben en el sitio de estudio, el número de árboles marcados por especie y el gradiente altitudinal en el que se distribuyen los árboles marcados.

Familia	Especie	Clave	Nombre común	Número de árboles marcados	Gradiente altitudinal (m)
Actinidiaceae	<i>Saurauia madrensis</i> B. T. Keller et Breedlove	Smad	Moquillo	5	1900-2000
Lauraceae	<i>Cinnamum zapatae</i> Lorea-Hern.	Czap	Canelillo	6	1770-2000
	<i>Licaria excelsa</i> Kostermans	Lexc	Canelillo	5	1900-2000
	<i>L. glaberrima</i> (Lundell) C. K. Allen	Lgja	Canelillo	6	1800-2000
	<i>Nectandra aff. salicina</i> C. K. Allen	Nasa	Aguacatillo	3	1900-1930
	<i>N. rudis</i> C. K. Allen	Nrud	Aguacatillo	9	1900-2000
	<i>Ocotea acuminatissima</i> (Lundell) Rohwer	Oacu	Canelillo	5	1850-2000
	<i>O. chiapensis</i> (Lundell) Standley et Steyerm	Ochi	Tepeaguacate	40	1950-2000
	<i>O. platyphyla</i> (Lundell) Rohwer	Opla	Aguacatillo	5	1900-2000
Melastomataceae	<i>Conostegia volcanelis</i> (Standley et Steyerm)	Cvol	Uva	11	1830-2000
Moraceae	<i>Morus insignes</i> Bureau	Mins	Mora	11	1900-2000
	<i>Trophis cuspidata</i> Lundell	Tcus	Aretillo	7	1900-1970
Mysinaceae	<i>Ardisia compressa</i> H.B.K.	Acom	Chime	16	1900-2000
	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	Sven	Chime	4	1870-1970
Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> Lundell	Ecal	Capulincillo	5	1900-2000
Rhamnaceae	<i>Rhamnus capraefolia grandifolia</i> M. C. et L. A. Johnston	Rcgr	Canzúcar	5	1870-1970
Rosaceae	<i>P. brachybotrya</i> Zucc.	Pbra	Cochoc	3	1870-1950
	<i>Prunus tetradenia</i> Koehne	Ptet	Zapotillo	6	1900-1930
Theaceae	<i>Symplococarpun purpusii</i> (Brandegee) Kobuski	Spur	Palo colorado	13	1800-1930
Verbenaceae	<i>Citharexylum mocinii</i> D. Don.	Cmoc	Perla	5	1870-2000
Total				170	

Cuadro 3. Fenología de las 60 especies de árboles que fueron registradas en el BNP de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Presencia a lo largo del año de F = flores, R = frutos y la A = flores y frutos.

Familia	Especie	e	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Acanthaceae	<i>Spathacantus parviflorus</i> Leonard							F				A	
Actinidiaceae	<i>Saurauia madrensis</i> B. T. Keller et Breedlove	F	F	R	R	R	R	R	R			F	F
	<i>S. oreophila</i> Hemsley					F				A			
Aquifoliaceae	<i>Ilex belizensis</i> Lundell				F	F	F		R				
Araliaceae	<i>Dendropanax populifolius</i> (Marchl.) A. C. Smith		A										
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> HBK		F								A		R
	<i>A. jorullensis</i> Kunth				F					R		R	
	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.		A	A	R	F						R	
Bignoniaceae	<i>Amphitecna montana</i> L. O. Williams		A			F	F	F		R		R	F
Brunelliaceae	<i>Brunellia mexicana</i> Standley	F						F	F			R	A
Celastraceae	<i>Wimmeria montana</i> Lundell	R	R	R		R					F	R	R
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.				A		R						
Clethraceae	<i>Clethra matudae</i> Lundell		F	F	F	A	R	R	R	R			
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.		F			F				F	F		
Euphorbiaceae	<i>Bernardia interrupta</i> (Schlecht.) Muell. Arg.												
Fabaceae	<i>Cojoba matudae</i> (Lundell) L. Rico		F	R	A	R							
Fagaceae	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.		F	F	F								F
	<i>Q. aff. benthamii</i> Liebm.	F	F	F									

Pret	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	2	1	3	2	1		
Rogr	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
Simad	1	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	3	0	2	3	0	2	1	0	2	0	2	0	
Spur	2	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	3	2	2	2	2	1	1	0	
Sven	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	2	1	1	2	1	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	2	0	
Tous	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	3	2	0	3	2	0	3	2	0

Cuadro 4. Continuación
año: 1993

Mes	e	s	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d																			
Especie/ cat	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s	J	m	s		
Acom	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	
Cmoc	2	2	1	0	2	0	3	0	0	2	0	0	2	0	3	2	0	3	3	0	3	2	3	1	2	3	1	0	3	2	0	
Oval	2	2	0	0	2	2	0	2	3	1	2	2	1	2	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	1	2	2	1	
Czap	1	2	0	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	2	0	3	2	2	3	2	0	2	1	3	2	0	0	3	1	1	
Ecal	0	2	2	3	2	0	1	2	2	2	0	2	2	0	2	3	0	3	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	0
Lexc	0	2	1	0	2	0	3	2	2	3	0	3	3	0	2	3	3	2	3	0	3	0	0	3	0	0	3	2	1	2	2	0
Lglia	2	2	0	2	2	0	0	2	1	0	2	0	0	2	0	2	3	3	2	3	2	0	2	0	2	2	3	2	2	2	2	1

Cuadro 5. Fenología cuantitativa de floración de diciembre desde 1991 hasta diciembre de 1993, clave de la especie según el cuadro 2. En el primer renglón el promedio de flores, ± E.E., el segundo renglón representa el número mínimo y máximo de flores y en el tercero el porcentaje de árboles con flores.

1991-1991

Clave	d	e	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Acorn	1308±2258	1308±2258	597±1304										84±268
	0-9024	0-9024	0-4800										0-1075
	58	58	31										19
Cmcc				2000±154									
				765-3467									
				40									
Cvol	164±247	164±247	267±425	119±173	67±166	67±166							4136±7891
	0-257	0-257	0-960	0-441	0-476	0-476							0-7436
	50	50	33	50	25	25							63
Ecal							738±1073	738±1073	312±427	47±105	47±105	6±14	
							0-2550	0-2550	0-800	0-236	0-236	0-32	
							20	20	40	20	20	20	
Lexc			350±657	420±939									
			0-2789	0-2100									
			20	20									
Lglia				812±783	8±13	8±13							
				0-1750	0-29	0-29							

Especte	e	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Acom	232±363	1159±157	389±942	20±78								
	0-1104	0-4936	0-3308	0-316								
	75	62	50	6								
Omoc		1300±1789	679±1442	153±217								
		0-3500	0-3256	0-524								
		40	40	80								
Cvol	848±1103	1341±1860	62±70	3±8								
	0-3100	0-4500	0-188	0-23								
	75	88	50	12								
Ecal	3±7	4±7										
	0-17	0-18										
	40	40										
Lexc				32±64	25±55	25±55	38±56	38±56				
				0-146	0-124	0-124	0-122	0-122				
				60	40	40	40	40				
Lgla				32±46	25±55	25±55	38±56	38±56				
				0-110	0-124	0-124	0-122	0-122				
				60	40	40	40	40				
Mins		2456±5211	159±288	3±7								
		0-16800	0-2150	0-21								
		100	20	10								
Nasa			12±10	23±29	20±29	20±29	58±51	58±51				
			0-19	0-56	0-53	0-53	0-98	0-98				
			66	66	60	60	66	66				
Nrud		26±44	21±36	19±37	31±62	31±62	60±69	60±69				

Bibliografía

Aide T.M., 1991, "Synchronous Leaf Production and Herbivory in Juveniles of *Gustavia superba*" in *Oecologia* 88: 511-514.

Aldrich M., P. Bubb, S. Hostettler y H. Van de Wed, 2000, "Special Supplement. Tropical Montane Forests" in Bulletin Arborvitae of WWF-IUCN, Holanda, The Netherlands.

Augspurger C.K., 1983, "Phenology, Flowering Synchrony and Fruit Set of Six Neotropical Shrubs in *Biotropica* 15: 257-267.

Borchert R., 1983, "Phenology and Control of Flowering in Tropical Trees" in *Biotropica* 15:81-89

Borchert R., 1994, "Soil and Steam Water Storage Determine Phenology and Distribution of Tropical dry Forest Trees" in *Ecology* 75:1437-1449.

Breedlove D.E., 1981, *Flora of Chiapas. Part 1*, California Academy Press, California.

Fleming T.H., 1991, Fruiting Plant-frugivore Mutualism: the Evolutionary Theater and the Ecological Play" in *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. P.W. Price, T.M. Lewinston, G. Wilson-Fernandez y W. Benson (eds.) pp: 119-144. John Wiley & Sons, Nueva York, USA.

Foster P. 2001, "The Potential Negative Impacts of Global Climate Change on Tropical Montane Cloud Forests in *Earth Science Reviews*. 55: 73-106.

Fournier L.A., 1974, "Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica " en *Turrialba* 26: 54-59

Fournier L.A. y S. Salas, 1966, "Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón" en *Rev. Biol. Trop.* 14: 75-85

Frankie G.W., H.G. Baker y P.A. Opler, 1974, "Comparative Phenological Studies of Trees in Tropical Wet and Dry Forest in the Lowlands of Costa Rica" in *Journal of Ecology* 62: 881-919

Gentry A.H., 1974, "Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae" in *Biotropica* 6:64-68

Hilty S.L., 1980, "Flowering and Fruiting Periodicity in a Premontane rain Forest in a Pacific Colombia" in *Biotropica* 12: 292-306.

Jones S B. Jr., 1988, *Sistemática vegetal*, McGraw-Hill, Inc., México D. F., México. 536 pp.

Kinnard M.F., 1992, "Phenology of Flowering and Fruiting of an East African Riverine Forest Ecosystem" in *Biotropica* 24: 187-194.

Levey D.J., 1990, "Habitat-dependent Fruiting Behaviour of an Understorey tree, in *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as a keystone habitat for frugivores in Costa Rica" in *Journal of Tropical Ecology* 6: 409-420.

Linkosalo T., R. Häkkinen y H. Hänninen, 2006, "Models of the Spring Phenology of Boreal and Temperate Trees: is there Something Missing?" in *Tree Physiology* 26: 1165-1172.

Loiselle B.A. y J.E. Blake, 1991, "Temporal Variation in Birds and Fruits Along an Elevational Gradient in Costa Rica" in *Ecology* 72:180-193

Long A. y M. Heath, 1991, "Flora of the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico: A Preliminary Floristic Inventory and the Plant Communities of Polygon I" in *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.

Miranda F., 1952, *La vegetación de Chiapas*, Ediciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Miranda F. y E. Hernández X., 1963, "Los tipos de vegetación de México y su clasificación" en *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28: 29-179.

Nadkarni N.M. y N. T. Wheelwright, 2000, *Monteverde. Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest*, Oxford University Press, Nueva York.

Nielsen E.T., M.R. Sharif y P.W. Rundel, 1987, "Leaf dynamics in an evergreen and a deciduous species with even-aged leaf cohorts from different environments. *The American Midland Naturalist* 118: 46-55

Ollerton J. y A.J. Lack, 1992, "Flowering Phenology: an Example of Relaxation of Natural Selection", *TREE* 7: 274-276

Rathcke B. y E.P. Lacey, 1985, "Phenological Patterns of Terrestrial Plants" in *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 16: 179-214.

Reich, P.B., 1995, "Phenology of Tropical Forests: Patterns, Causes, and Consequences in *Canadian Journal of Botany/Revue Canadienne de Botanique* 73: 164-174.

Rzedowski J., 1978, *La vegetación de México*, editorial Limusa, México D. F. 432 pp.

Rzedowski J., 1996, "Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México" en *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Schaik, C.P. van, J.W. Terborgh y S.J. Wright, 1993, "The Phenology of Tropical Forests: Adaptative Significance and Consequences for Primary Consumers" in *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.

Seres A. y N. Ramírez, 1993, "Floración y fructificación en un bosque nublado venezolano" en *Revista de Biología Tropical* 41: 27-36.

Solórzano S., 1995, *Fenología de 22 especies arbóreas y su relación con la migración altitudinal del quetzal (Pharomachrus mocinno mocinno de La Llave 1832), en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.* tesis de licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.

Solórzano S., S. Castillo, T. Valverde y L. Avila, 2000, "Quetzal Abundance in Relation to Fruit Availability in a Cloud Forest in Southeastern Mexico" in *Biotropica* 32: 523-532.

Solórzano S, M.A Castillo-Santiago, D. A. Navarrete-Gutiérrez y K. Oyama, 2003, "Impacts of the Loss of Neotropical Highland Forests on the Species Distribution: a Case Study Using Resplendent Quetzal an Endangered Bird Species" in *Biological Conservation* 114: 341-349.

Williams-Linera G., 2003, "Temporal and Spatial Phenological Variation of Understory Shrubs in a Tropical Montane Cloud Forest" in *Biotropica* 35: 28-36.

Wright S.J. y F.H. Cornejo, 1990, "Seasonal Drought and Leaf Fall in a Tropical Forest" in *Ecology* 71: 1165-1175

Wright S.J. y O. Calderón, 1995, "Phylogenetic Patterns Among Tropical Flowering Phenologies" in *Journal of Ecology* 85: 937-948.

Aspectos demográficos y distribución geográfica de dos especies de *Chamaedorea* en un bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas

Rubén Martínez-Camilo y Miguel A. Pérez-Farrera

Herbario Eizi Matuda,
Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Introducción

Los estudios demográficos de palmas en México se han realizado principalmente en los bosques tropicales perennifolios (Piñero *et al.*, 1977; Oyama, 1984; Oyama, 1987; Oyama, 1990; Oyama y Mendoza, 1990; Mendoza y Franco, 1998; Luna, 1999). Sin embargo, los estudios demográficos de plantas y en especial del grupo de las palmas, en los denominados bosques de niebla o bosques mesófilos de montaña (*sensu* Rzedowski, 1978) han sido poco documentados, a pesar de que son parte importante de la estructura del sotobosque de estos ecosistemas.

Dentro del grupo de las palmas, el género *Chamaedorea* es considerado como uno de los grupos vegetales más amenazados, debido principalmente a la reducción de su hábitat y a la explotación desmedida de algunas de las especies; cabe agregar que es uno de los grupos de palmas más ampliamente comercializado, por lo que es importante económicamente (Oyama, 1992; Quero, 1994; Johnson, 1996; Challenger, 1998). De las aproximadamente 100 especies del género *Chamaedorea* (Hodel,

1992), se tienen registradas alrededor de 15 especies en la Sierra Madre de Chiapas, dentro de las cuales se encuentran *Chamaedorea quezalteca* y *C. nubium*. Ambas se encuentran consideradas como especies amenazadas de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (Anónimo, 2001) y crecen principalmente en los bosques mesófilos de montaña de esta región, los cuales son considerados como uno de los ecosistemas más amenazados de México y el mundo (Rzedowski, 1979; Challenger, 1998). La palma *Ch. quezalteca* es particularmente importante para la región por su aprovechamiento comercial, el cual deriva de la extracción de su follaje, por lo que tiene un alto valor económico como producto forestal no maderable. Recientemente, el corte de follaje se ha intensificado y el resultado ha sido una fuerte disminución en sus poblaciones naturales. Aunado a esto, los ecosistemas en donde crece, tales como el bosque tropical perennifolio y el bosque mesófilo de montaña están siendo destruidos.

El presente estudio pretende describir las principales características demográficas de *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium*, como la estructura poblacional, el crecimiento y la supervivencia en una comunidad de bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Así también, proporcionar información sobre aspectos relacionados con su distribución geográfica en la Sierra Madre de Chiapas, como lo es su rango altitudinal y presencia en áreas naturales protegidas. La intención, es generar información complementaria sobre los principales atributos demográficos y aspectos relacionados con su distribución geográfica.

Método

Área de estudio

El área de estudio se localiza en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, ubicada en la porción central de la Sierra Madre de Chiapas. La Reserva cuenta con una superficie total de 119177 hectáreas y abarca parte de los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Ángel Albino Corzo, La Concordia, Villacorzo, Siltepec y Montecristo de Guerrero. La Reserva se divide en cinco polígonos o zonas núcleos: El Triunfo, Ovando, cerro

Quetzal o Cuxtepec, El Venado y La Angostura, además de una zona de amortiguamiento (SEMARNAP, 1998).

Los cuadrantes permanentes fueron establecidos en la zona núcleo del Polígono III (Quetzal) de la Reserva de la Biosfera, específicamente en el sendero Monterrey a una altitud de 1899 m, entre los 15° 42' 86" y 92° 56' 13". El tipo de vegetación de la zona de estudio es el de bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978).

La región del cerro Quetzal, se caracteriza, al igual que toda la región, por poseer un relieve muy accidentado. La zona presenta cañadas y pendientes pronunciadas desde 60 hasta 70 %. Las altitudes varían en la zona núcleo desde 1200 hasta 2500 msnm. Los tipos de suelo son litosol, regosol eutrítico, feozem y háplico. Se caracteriza por poseer rocas ígneas intrusivas del paleozoico como son granito, rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias con calizas y areniscas. De acuerdo con información meteorológica de la estación de Cuxtepeques (cercana al área de estudio) la temperatura media anual es de 21.7 °C y la precipitación anual total es de 2,056 mm (figura 1). El tipo de clima es A(C)w2(w)(i)gw".

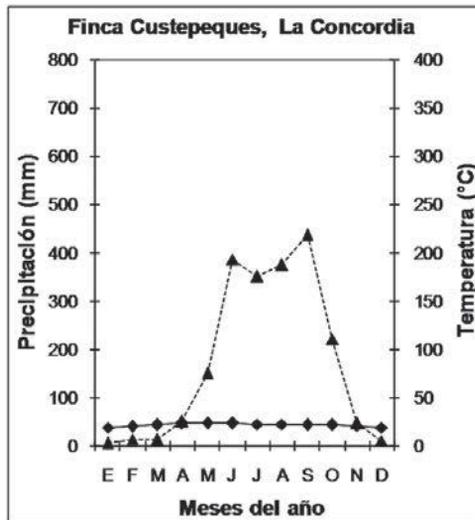


Figura 1. Diagrama ombrotérmico de la finca Custepeques, municipio de La Concordia (datos tomados durante 35 años. Fuente: CNA)

Distribución geográfica

Para determinar la distribución geográfica de *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium* se generó una base de datos a partir de las etiquetas de herbario de las colecciones del herbario Eizi Matuda (HEM) de la UNICACH, Herbario Nacional de la UNAM (MEXU), Academia de Ciencias de California (CAS), Missouri Botanical Garden (MO), Instituto de Historia Natural (CHIP) y de el Colegio de la Frontera Sur (CH). Adicionalmente, se realizaron recorridos en diversas zonas de la Sierra Madre de Chiapas, para evidenciar la presencia o ausencia de estas dos especies de palmas. La base de datos fue utilizada para generar un mapa de distribución de las palmas e información adicional, como el rango altitudinal en que se encuentran y su presencia o ausencia en Áreas Naturales Protegidas.

Establecimiento de parcelas permanentes

Para el establecimiento de las parcelas permanentes se localizó un área que tuviera la mayor abundancia de palmas de *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium*, por lo que la delimitación del área fue tomada de manera arbitraria. El área seleccionada contiene los elementos propicios para realizar el estudio como vegetación madura y conservada, abundancia de palmas y accesibilidad a la zona. Por las condiciones topográficas (presencia de pendientes fuertes y cañadas) se establecieron dos cuadros permanentes, siguiendo las dimensiones propuesta por Svenning (1999) de 20 x 20 m cada uno (800 m²).

Características demográficas y mortalidad

Se realizaron censos durante tres periodos anuales. Cada doce meses se registró el número de individuos muertos. Para ello a cada una se le asignó un número progresivo con marcador permanente y cinta *flaggin*. Se calculó la mortalidad como tasa específica de mortalidad, en la cual se expresa la frecuencia relativa de ocurrencia de muerte dentro de subgrupos definidos en una población específica (Daniel, 2005). Se definió de la siguiente manera:

Número total de muertes en un subgrupo x en un periodo x

Población total en el subgrupo x específico en un periodo

* K (1000)

Para establecer el patrón de distribución espacial se ubicó a cada individuo dentro de los cuadros. Para facilitar la toma de datos, se establecieron sub cuadros de 5 x 5 m. Todas fueron mapeadas y se determinó el patrón de distribución espacial utilizando el método propuesto por Greig-Smith (1983) y Kershaw (1973) en el que se analiza la varianza y el tamaño de cuadro.

Los individuos de *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium* se agruparon en categorías de tamaños. Para ello se consideró la longitud del tallo (la cual se midió desde la base del tallo hasta la base del pecíolo de la hoja más apical). Para caracterizar las categorías de tamaños, se determinaron ocho categorías. Debido a que las dos especies varían en tamaño, para *Ch. quezalteca* se consideró lo siguiente: 0-50, 51-100, 101-150, 151-200, 201-250, 251-300, 301-350, >350 cm. Para *Ch. nubium*: 0-30, 31-60, 61-90, 91-120, 121-150, 151-180, 181-210, >210 cm.

Se registraron las principales características reproductivas de las dos especies de camedoras. Debido a que *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium* son especies dioicas se definió la proporción de sexos que componen a las poblaciones, lo cual sólo fue posible determinando el sexo de las que se encontraban reproductivamente activas. En aquéllas con características de adultas (por la presencia de la marca floral) y que no fue posible determinarles el sexo, quedaron catalogadas como indeterminadas. Adicionalmente, se contó el número de infrutescencias y semillas producidas de manera directa.

Resultados

Distribución geográfica

Chamaedorea quezalteca. Esta especie de palma se distribuye desde la parte sur de México (Chiapas) hasta los países de Guatemala, El Salvador y Honduras. De manera general Hodel (1992), menciona rangos de distribución que oscilan entre los 1000 y 1500 msnm. En México, esta especie se ha reportado únicamente en el Estado de Chiapas, con una

distribución limitada en la Sierra Madre de Chiapas (figura 2), encontrándose entre las vertientes del Océano Pacífico y el Golfo de México. Esta palma se encuentra en las tres Reservas de la Biosfera que se distribuyen a lo largo de la Sierra: El Triunfo, Volcán Tacaná y La Sepultura. También se encuentra en la Zona de Protección de Flora y Fauna La Frailescana y en la Reserva Estatal Pico de Loro-Paxtal.

La presencia de esta especie en los bosques de la Sierra Madre varía en un rango altitudinal desde 900 hasta 2300 msnm. Se han encontrado poblaciones más abundantes en la vertiente del Golfo de México, en altitudes desde 1800 hasta 2000 msnm. En la vertiente del Pacífico, las poblaciones se desarrollan mejor a altitudes relativamente más bajas, desde los 1200 hasta 1500 msnm. *Ch. quezalteca* se encuentran en bosques tropicales perennifolios y bosques mesófilos de montaña, siendo más abundante en este último. También se encuentra, aunque con poblaciones muy escasas o raras en los bosques de coníferas.

Chamaedorea nubium. Esta especie presenta una distribución más amplia que *Ch. quezalteca* en la parte sur de México; se encuentra en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En la parte de Centroamérica se ha encontrado en Guatemala y en El Salvador (Hodel, 1992). Se distribuye al igual que *Ch. quezalteca*, en la Sierra Madre de Chiapas, principalmente desde la parte central hasta la zona sureste. Aunque el patrón de distribución es semejante al de *Ch. quezalteca*, se encuentra menos representada en las colecciones. Es posible localizarla en las tres Reservas de la Biosfera: El Triunfo, Volcán Tacaná y La Sepultura, en la Zona de Protección de Flora y Fauna La Frailescana y posiblemente en la Reserva Estatal Pico de Loro-Paxtal (figura 2).

Sus poblaciones se desarrollan mejor en los bosques tropicales perennifolios y bosques mesófilos de montaña. Es de las pocas especies de camedora que pueden tener presencia en suelos ligeramente ácidos, en donde se encuentran bosques de pino, encino y cipresal, además de poder sobrevivir en áreas perturbadas o en recuperación. Su rango de distribución con respecto a la altitud es muy amplio ya que es posible encontrar poblaciones en altitudes desde los 700 hasta los 2300 msnm, teniendo una mayor abundancia entre los 1000 hasta 1500 msnm en ambas vertientes de la Sierra Madre de Chiapas, llegando a ser simpátrica con *Ch. quezalteca*.

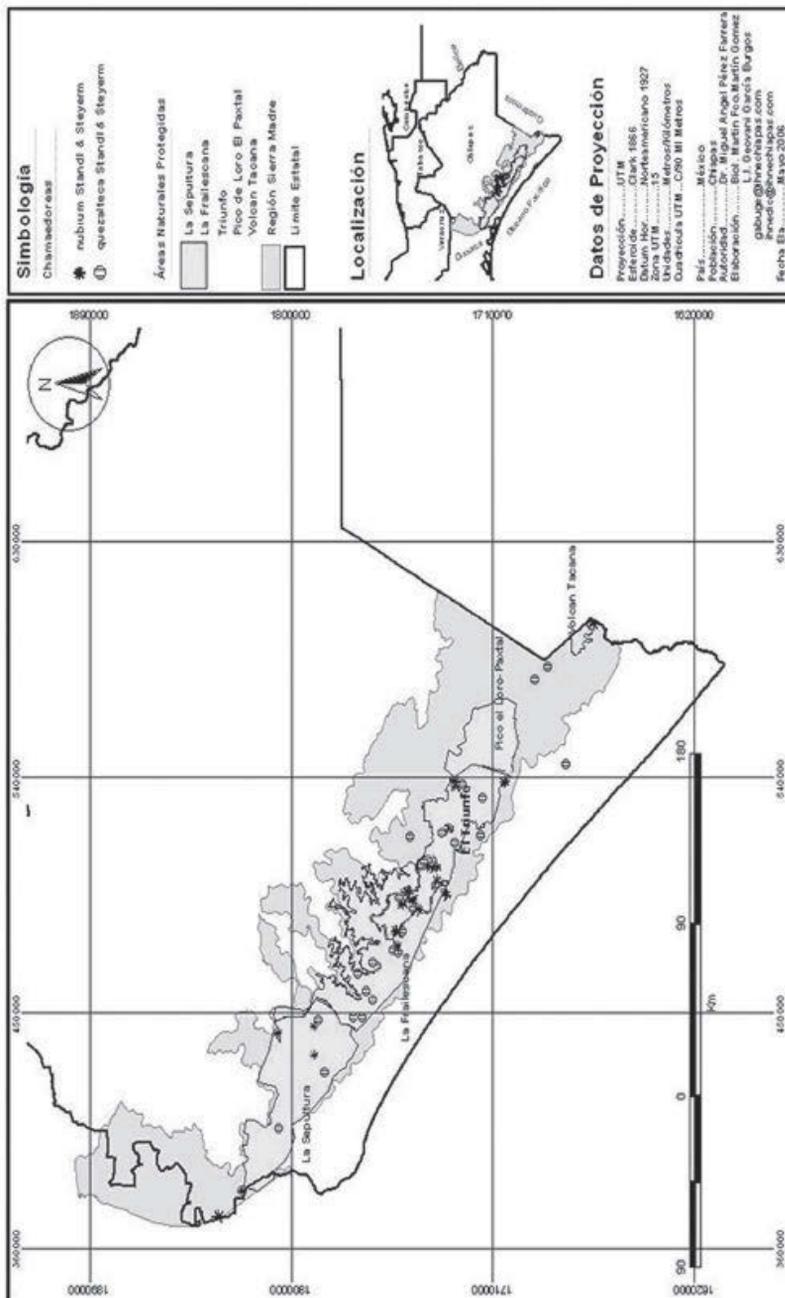


Figura 2. Distribución geográfica de *C. nubium* y *C. quezaltleca* en la Sierra Madre de Chiapas y en las Reservas de la Biosfera.

Categorías de tamaños

Se censaron 443 individuos de las dos especies, 57.34 % fueron de *Ch. quezalteca* y 42.66 % de *Ch. nubium* (254 y 189, respectivamente). Las categorías de tamaños que presentan las poblaciones de ambas especies son semejantes a una J invertida, en donde las de talla pequeña representan la mayor proporción, disminuyendo hacia las categorías más grandes (figuras 3 y 4).

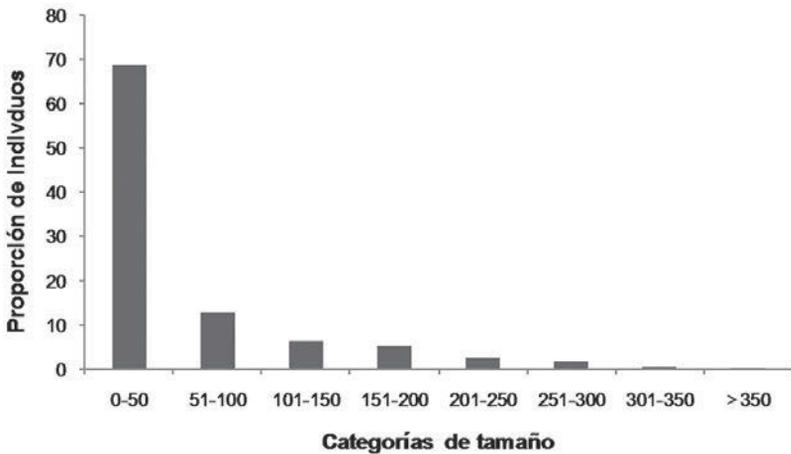


Figura 3. Distribución de frecuencias del tamaño (longitud del tallo) de *Ch. quezalteca* en un bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

Distribución espacial

La prueba de la varianza/tamaño del cuadro 1 señala que la distribución espacial de *Ch. quezalteca* es agregada en tamaño de cuadro 4, equivalente a un área de 25 m² (figura 5). En *Ch. nubium* la distribución es agregada en tamaño de cuadro 2, equivalente a un área de 12.5 m² (figura 6).

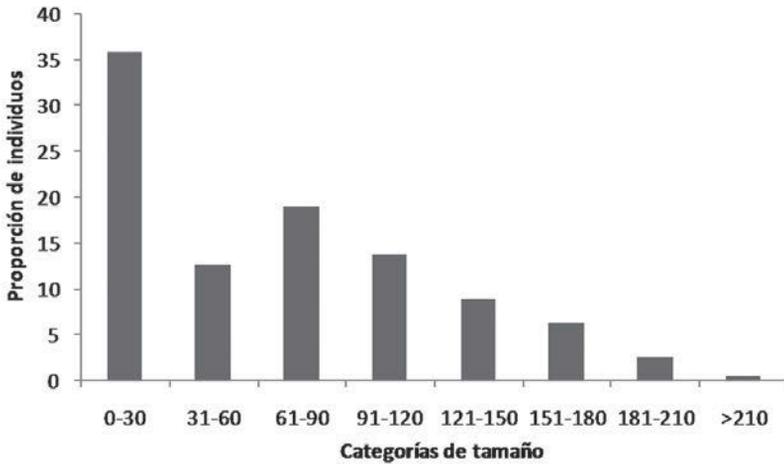


Figura 4. Distribución de frecuencias del tamaño (longitud del tallo) de *Ch. nubium* en un bosque mesófilo de montaña de la Reserva en la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

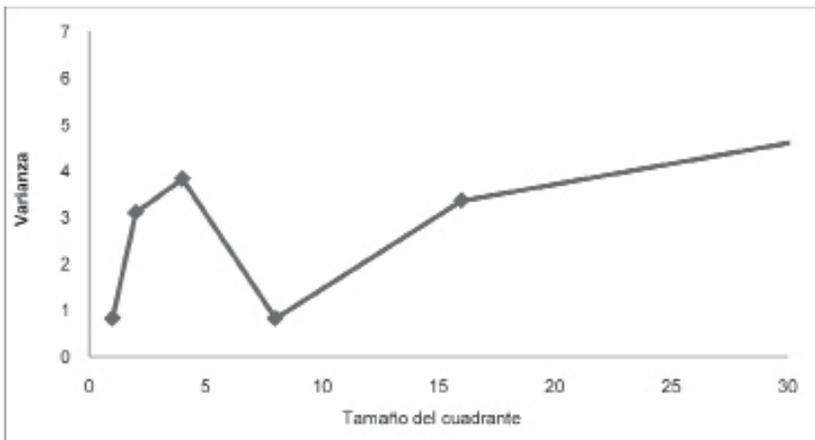


Figura 5. Distribución espacial de *Ch. quezalteca* en un área de 800 m² de bosque mesófilo de montaña, en el Polígono III en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

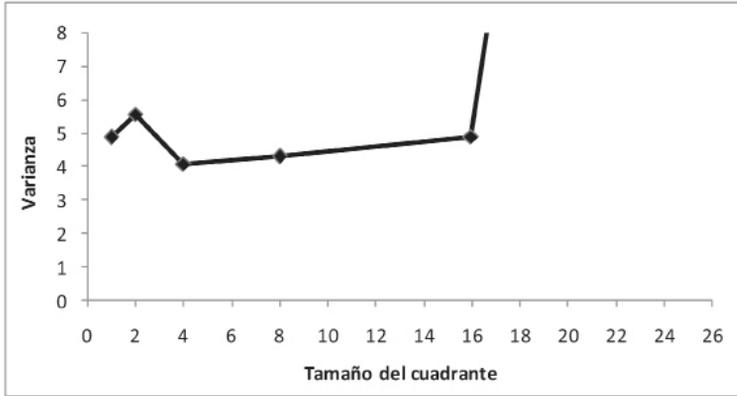


Figura 6. Distribución espacial de *Ch. nubium* en un área de 800 m² de bosque mesófilo de montaña en el Polígono III en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

Características reproductivas

Durante los tres años del estudio, se registraron un total de 78 plantas adultas (53 para *Ch. nubium* y 25 de *Ch. quezalteca*) con presencia de estructuras reproductivas o vestigios de haberla presentado. A una gran proporción (48%) de estas se les encontraron vestigios de inflorescencias, sin embargo, no fue posible determinar el sexo (cuadro 1).

Cuadro 1. Número de individuos adultos encontrados durante tres años de estudio en un área de 800 m²

	Femenino	Masculino	No Determinado
<i>C. nubium</i>	17	13	23
<i>C. quezalteca</i>	3	8	14

En *Ch. quezalteca*, a pesar de ser la especie con el mayor número de individuos, no se encontraron que tuvieran producción de semillas reciente, de manera aislada se determinaron con algunas semillas de producciones anteriores, por lo que no fueron considerados.

Para *Ch. nubium* se localizaron 15 palmas durante los tres años de estudio que presentaron producción de inflorescencias e infrutescencias.

Del total, 6 tuvieron dos eventos reproductivos durante tres años y una presentó tres eventos. En 4 de ellas se encontraron 2 inflorescencias en un mismo evento reproductivo. De un total de 21 infrutescencias producidas. El número de frutos por individuo varía desde 2 hasta 25, con una mediana de 4 frutos (cuadro 2). No existe relación entre el número de frutos y la longitud del tallo en *Ch. nubium* (figura 7), por lo que la producción de frutos es independiente del tamaño de las plantas.

Cuadro 2. Atributos numéricos de la producción de frutos en *Ch. nubium*

	Frutos
Inflorescencias (N)	21
Media	8.0476
Mediana	4.0000
Desviación típica	7.13776
Varianza	50.948
Rango	23.00
Mínimo	2.00
Máximo	25.00

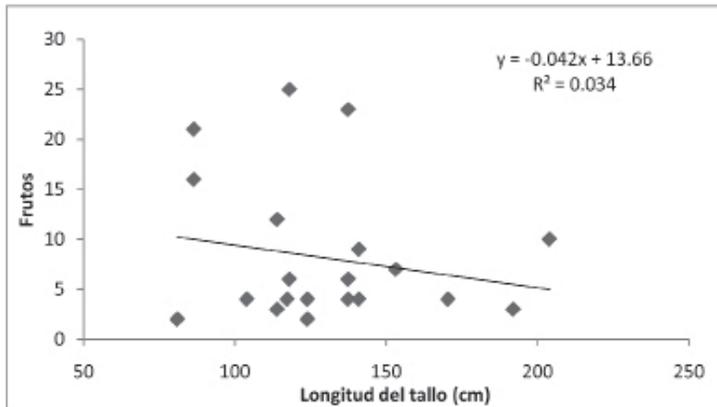


Figura 7. Relación entre la longitud del tallo y la producción de frutos en *Ch. nubium* (N=25).

Mortalidad

Se ajustó la tasa de mortalidad encontrada para cada categoría de clase por 1000 palmas. En *Ch. quezalteca*, la tasa de mortalidad presenta una tendencia a disminuir conforme aumenta el tamaño de los individuos (figura 8). Durante los tres periodos anuales, no se registraron muertes para las últimas 3 categorías en esta palma.

Respecto a *Ch. nubium*, la tasa de mortalidad presenta dos picos (figura 9), uno en la segunda categoría (31-60) y otro en la categoría 151-180, por lo cual son las clases con mayor tasa de mortalidad. Sin embargo, esto debe considerarse con premura, los picos altos consideran el bajo número de plantas encontradas en cada clase y una proporción de individuos muertos más alto con respecto a las otras clases.

Las curvas de supervivencia se obtuvieron de una tabla de vida estática para la población. Las tendencias en la curva de supervivencia en ambas especies son intermedias entre la II y III (figura 10 y 11) (según Pearl, 1928). En esta tabla la tendencia señala principalmente la intensa mortalidad de las poblaciones en las etapas iniciales. Las palmas que sobreviven a estas etapas elevan su tasa de supervivencia.

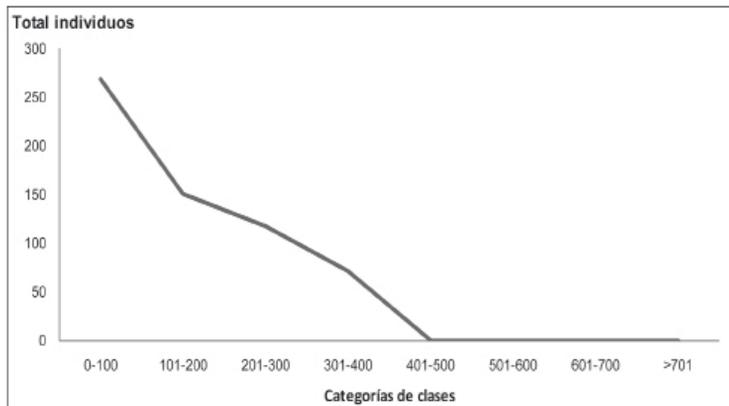


Figura 8. Tasa de mortalidad específica (por 1000 individuos) de *Ch. quezalteca* en un periodo de tres años.

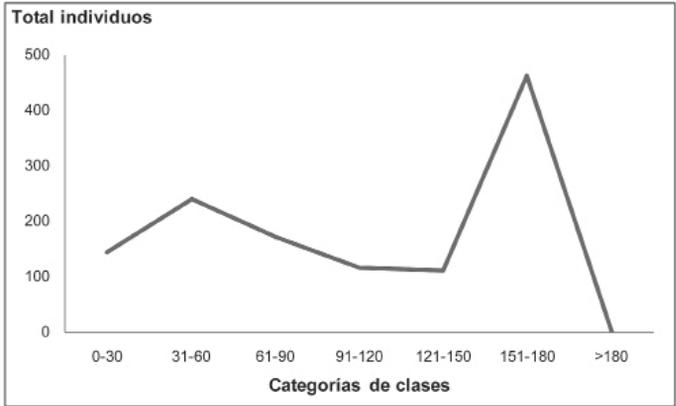


Figura 9. Tasa de mortalidad específica (por cada 1000 individuos) de *Ch. nubium* en un periodo de tres años.

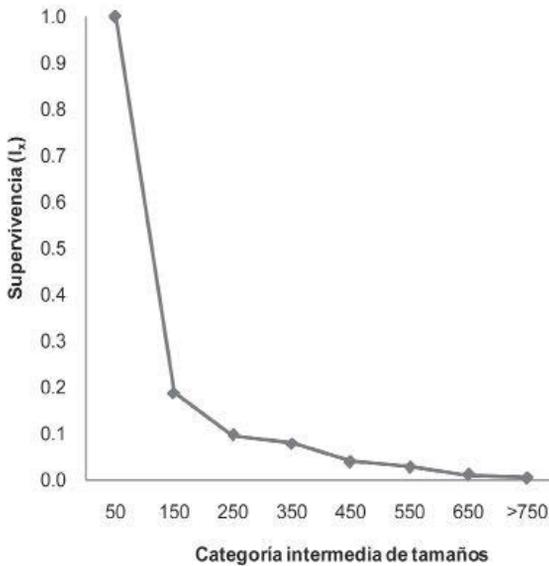


Figura 10. Curva de supervivencia de *Ch. quezalteca* basada en una tabla de vida estática. Debido a que se desconoce la edad, se considera la supervivencia con respecto a la categoría de tamaños.

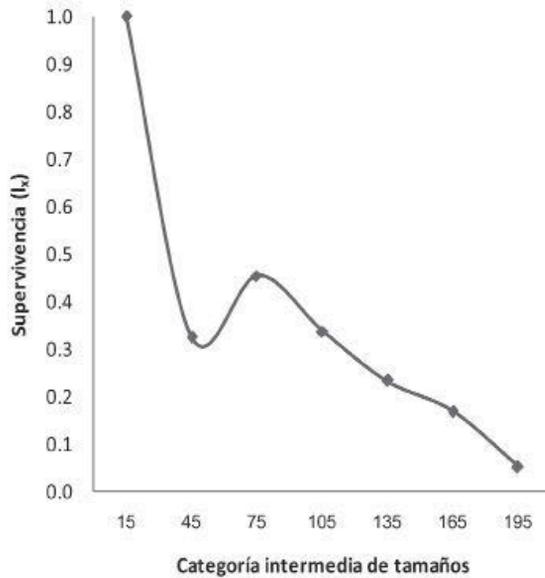


Figura 11. Curva de supervivencia de *Ch. nubium* basada en una tabla de vida estática. Debido a que se desconoce la edad, se considera la supervivencia con respecto a la categoría de tamaños.

Discusión y conclusión

La densidad poblacional encontrada para *Ch. quezalteca* y *Ch. nubium* fue de 254 y 189 individuos en un área de 800 m². Estas densidades son semejantes a las encontradas en otras especies de palmas como *Ch. tepejilote*, con densidades desde 0.11 hasta 0.23 individuos por m² (Oyama, 1984) y *Astrocaryum mexicanum* desde 0.10 hasta 0.28 m² (Piñero *et al.*, 1977). Estas densidades en ocasiones son características de la vegetación donde se encuentra, a menudo son consideradas como elementos importantes en la estructura y composición del estrato inferior (sotobosque) y un elemento fisonómico notable (Oyama, 1984; Scariot, 1999), incluyendo el bosque mesófilo de montaña localizado en el Polígono III de la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

Categorías por tamaños

La composición por categorías de tamaños en *Ch. nubium* y *Ch. quezalteca* presenta mayor afinidad a la que Bongers *et al.* (1988) denominan de Tipo I, el cual se caracteriza por una disminución en la frecuencia de individuos con el aumento en el tamaño (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995). La mayor abundancia en la composición por categorías de tamaño con talla pequeña en ambas especies refleja la presencia de micrositios favorables para el establecimiento y la germinación de las mismas. Las tendencias en las figuras 3 y 4 son muy parecidas a las encontradas para las palmas *Reinhardtia gracilis*, *Euterpe edulis*, *Ch. tepejilote* y *Ch. elatior* con una forma de "J" invertida, lo que indica un buen proceso de regeneración o reclutamiento en la población y característico de especies en clímax (Oyama, 1984, 1987; Mendoza, 1991; Silva-Matos *et al.*, 1999).

Una característica de la estructura obtenida en *Ch. nubium*, donde una clase intermedia (31-60 cm) presenta un decremento con respecto a la anterior y a la siguiente, sugiere que probablemente en años anteriores haya existido un evento estocástico que ocasionó una menor representación de esa categoría.

Distribución espacial

Ambas especies presentan una distribución agregada. Algunas características físicas del medio aparentemente no influyen de manera directa en las poblaciones de palma camedor. Observaciones hechas indican que las poblaciones estudiadas tienen gran representatividad principalmente en lugares con pendientes suaves (como el área de estudio), pero también en zonas con pendientes pronunciadas e incluso en cañadas de difícil acceso. De manera general, estas características señalan la tolerancia a la baja intensidad lumínica y a zonas con pendientes ligeras. Actualmente, no hay información relevante acerca de las características de dispersión de las especies de estudio que nos pueda indicar las formas de distribución. Aunque las observaciones parecen indicar que la mayoría de plántulas encontradas se presentaban alrededor de

plantas adultas, lo que parece señalar que las semillas son dispersadas principalmente por gravedad.

Bongers *et al.* (1988) encontraron que *Ch. tepejilote* muestra un patrón agregado en un área de una hectárea y Oyama (1987) señala, para esta misma palma, un patrón de distribución aleatoria de los individuos machos, hembras y de toda la población. Sin embargo, para el segundo caso se utilizó un método sin área. Aunque no se señalan las posibles causas que determinan el tipo de distribución, Oyama (1987) menciona que la distribución puede estar reflejando la ubicación espacial de las diferentes especies en función de la dinámica de regeneración de la selva, en donde las condiciones particulares de cada micrositio determinan el establecimiento de las especies con diferentes estrategias ecológicas. Svenning (2001), por su parte, señala la importancia de la influencia de la heterogeneidad microambiental sobre la distribución local de las palmas y sobre la conducta y dispersión de semillas. Por lo que se requieren estudios que detallen la influencia del medio sobre la distribución espacial de las palmas de estudio.

Características reproductivas

Solo se encontraron infrutescencias en *Ch. nubium*, las variaciones de producción de semillas son altas y van desde 2 hasta 25. El comportamiento en la producción aparentemente es característico del género *Chamaedorea*, Oyama (1987) encontró variaciones en la producción de frutos de *Ch. tepejilote* desde 5 hasta 400 frutos. Sin embargo, la proporción de frutos en *Ch. nubium* es más baja con respecto a esta especie. En cuanto a la relación en la producción de frutos con la longitud del tallo, no se encontró una relación significativa, por lo que la longitud de los tallos no está asociada a la producción de frutos. Otros mecanismos pueden estar más asociados con la producción de frutos, por ejemplo los procesos de polinización y con ello la eficiencia en la fecundación. Oyama (1997) menciona un promedio de 20 % en el rendimiento entre el número de flores y frutos de *Ch. tepejilote*, promedio muy bajo y que posiblemente está asociado a restricciones morfológicas entre el tamaño de las raquilas de la inflorescencia y el tamaño de los frutos, más que

a una limitación de polinizadores o recursos. Estudios en *Reinhardtia gracilis* han encontrado proporciones relativamente bajas de producción de semillas con un promedio en el rendimiento reproductivo de 5.8, 4.53 y 5.03 semillas en tres periodos anuales, la cual está dada por bajas tasas de fecundidad. Otros factores que influyen en la baja producción de frutos es la alta sensibilidad a la defoliación, la cual incide en la supresión de la formación de frutos (Oyama y Mendoza, 1990). Ante ello, se requieren estudios más detallados para conocer los porcentajes de fecundación y producción de semillas en las dos especies estudiadas.

Mortalidad y supervivencia

En ambas especies la curva de supervivencia obtenida es intermedia entre la II y la III, las cuales se caracterizan por presentar una alta mortalidad en las primeras fases de vida de las plantas. Debido a que no se les pudo determinar la edad, la figura de supervivencia está considerando el punto medio de cada categoría de acuerdo al tamaño. La mayor tasa de mortalidad en las dos especies se presentaron en las primeras fases, por lo que éstas son las más vulnerables. Esto se puede explicar por una serie de factores que ocurren en la susceptibilidad de las clases iniciales. Por ejemplo, observaciones de campo indican que la mayoría de plántulas, de ambas especies, que apenas contaban con algunos centímetros de altura aún tenían vestigios de las semillas, pero todavía no se encontraban totalmente establecidas en el sustrato e incluso estaban suspendidas entre la abundante hojarasca que caracteriza el suelo de los bosques mesófilos de montaña, lo cual las hace más susceptibles a ser removidas o pisadas por los animales que transitan en esta área. El pisoteo de plántulas, puede ser una de las causas principales de mortalidad. Otro factor es la caída de ramas y troncos, lo cual afecta en particular a las clases intermedias y grandes. Oyama (1987, 1997) señala que en *Ch. tepejilote* la etapa más crítica es el de las plántulas, que los daños mecánicos (caída de ramas, árboles, lluvias, etc.) son los que influyen notoriamente en la sobrevivencia de este estadio.

Otras causas observadas y que inciden en la mortalidad posterior a las primeras clases es la defoliación accidental, que afectó principalmente a *Ch. nubium* y que fue provocada por el paso de animales. *Ch. quezalteca* es una especie más grande, en tamaño que *Ch. nubium*, por lo que es menos vulnerable a la defoliación accidental y a ser arrollada por animales, además, aparentemente resiste más a la caída de ramas y troncos. Se observaron plantas que mostraban haber sido tumbadas o dobladas por troncos e incluso algunas aún tenían encima restos de troncos. Un estudio realizado en una palma del género *Podococcus* que semeja el tamaño de *Ch. quezalteca* demostró que la caída de árboles o partes de ellos afectaba a 6 % de la población mayor a 1 decímetro pero que generalmente no eran letales (Bullock, 1980). Estudios en *Astrocaryum mexicanum* indican que en promedio, cuatro de cada cien palmas son golpeadas y dobladas al año por la caída de ramas y árboles, de las cuales sólo una muere (Martínez-Ramos, 1997), por lo que esta palma camedor presenta características semejantes a las descritas. De manera general, las tendencias de mortalidad de las especies previamente reportadas y las del presente estudio indican que la mortalidad es mayor entre las plantas más pequeñas (Oyama, 1987,1992; Silva-Matos *et al.*, 1999).

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ) del CONACYT con clave 20000506014 y del Fondo Sectorial CONACYT-SEMARNAT con el proyecto “Ecología de poblaciones de especies amenazadas del género *Chamaedorea* Willd. de la Sierra Madre de Chiapas” con clave SEMARNAT-2004-C01-272. Gracias al apoyo en el trabajo de campo de Nayely Martínez Meléndez, Fernando Rodríguez García, Luis Enrique Domínguez y al apoyo logístico de la CONANP (Reserva de la Biosfera El Triunfo) especialmente a los guardaparques Marco Tulio, Pedro y Luis. Finalmente a Martín Martín Gómez por la elaboración del mapa de distribución de las especies y a Ana E. Mendoza Ochoa por sus comentarios y críticas al manuscrito.

Bibliografía

Anónimo, 2001, “Especies y subspecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. NOM-059- ECOL”, *Diario Oficial de la Federación*, Secretaría del Medio ambiente y Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología, México D. F. s.p.

Bongers F., J. Pompa J., Meave y J. Carabias, 1988, “Structure and Floristic Composition of the Lowland rain Forest of Los Tuxtlas, México” in *Vegetation* 74: 55-80.

Bullock S. H., 1980, “Demography of an Undergrowth Palm in Littoral Cameroon” in *Biotropica*, 12: 247-255.

Challenger A., 1998, *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*, CONABIO-UNAM-SIERRA MADRE, A.C. México.

Daniel W. W., 2005, *Biostatistics*, Wiley, USA.

Greig-Smith, P., 1983, *Quantitative Plant Ecology*, 3rd Ed., *Studies in Ecology* 9. Backwell, London. Pág. 54-104.

Hodel D. R. 1992. *Chamaedorea Palms. Species and their Cultivation*, University of California, Allen Press, Lawrence, Kansas.

Johnson D., 1996, "Palms, Their Conservation and Sustained Utilization", Press 70, Salisbury, UK.

Kershaw A. K., 1973, "Quantitative and Dynamic Plant Ecology", Second edition, Edward Arnold, London.

Luna R. R., 1999, "*Demografía y genética poblacional de Chamaedorea elatior en la Selva de Los Tuxtlas, Veracruz*", tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Martínez-Ramos M. 1997. "Astrocaryum mexicanum", en González S. E., R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.), 1997, *Historia Natural de los Tuxtlas*, 1ª Ed. Univ. Nac. Aut. México.

Martínez-Ramos M. y E. Álvarez-Buylla, 1995, "Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México" en *Bol. Soc. Bot. México* 56: 121-153.

Mendoza A., 1991, *Demografía e integración clonal en Reinhardtia gracilis, una palma tropical*, tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México.

Mendoza, A. and M. Franco, 1998, "Sexual Reproduction and Clonal Growth in *Reinhardtia gracilis* (Palmae), an Understory Tropical Palm" in *American Journal of Botany* 85 (4): 521-527.

Oyama K., 1984, *Biología comparativa entre individuos masculinos y femeninos de Chamaedorea tepejilote (Palmae)*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

Oyama K., 1987, *Demografía y dinámica poblacional de Chamaedorea tepejilote Liebm. (Palmae) en la Selva de Los Tuxtlas, Veracruz (México)*, tesis maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 222 pp.

Oyama K., 1990, "Variation in Growth and Reproduction in the Neotropical Dioecious Palm *Chamaedorea tepejilote*" in *Journal of Ecology* 78: 648-663.

Oyama K., 1992, *Conservation and Exploitation of Tropical Resources: the Case of Chamaedorea palm*. *Evolutionary Trends in Plants* 6: 17-20.

Oyama K., 1997, *Chamaedorea tepejilote.*, en González S. E., R. Dirzo y R. C. Vogt. 1997 (Eds.). *Historia natural de Los Tuxtlas*, Ed. Univ. Nac. Aut. México.

Oyama K. y A. Mendoza, 1990, Effects of Defoliation on Growth, Reproduction and Survival of a Neotropical Dioecious Palm, *Chamaedorea tepejilote*. *Biotropica* 22: 119-123.

Pearl R., 1928, *The rate of Living*, Knopf, New York.

Piñero D., J. Sarukhán, y E. González. 1977. Estudios demográficos en plantas: *Astrocaryum mexicanum* Liebm. I. Estructura de las poblaciones, en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 37: 69-117.

Quero H.J., 1994, “Las palmas de México: presente y futuro” en *Bol. Soc. Bot. México* 55: 123-127.

Rzedowski, J., 1978, *Vegetación de México*, 1ª Ed. Limusa. México.

Scariot A., 1999, “Forest Fragmentation Effects on Palm Diversity in Central Amazonia in *Journal of Ecology* 87: 66-76.

SEMARNAP., 1998, *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo*, 1ª Ed., México.

Silva-Matos M. D., R. P. Freckleton, y A. R. Watkinson, 1999, “The Role of Density Dependence in the Population Dynamics of a Tropical Palm” in *Ecology* 80: 2635-2650.

Svenning J. C., 1999, “Microhabitat Specialization in a Species Rich Palm Community in Amazonian Ecuador” in *Journal of Ecology* 87: 55-65

Riqueza y composición de las epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo

Nayely Martínez-Meléndez y Miguel Ángel Pérez-Farrera

Herbario Eizi Matuda,
Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Introducción

La estructura, composición y abundancia de las epífitas vasculares es mayor en el neotrópico que en otras regiones tropicales. En esta región, las epífitas pueden llegar a formar hasta un 35% del total de la flora y cerca de la mitad del resto de las plantas (Gentry y Dodson, 1987; 1987a). Sin embargo, en pocos bosques se ha estudiado la diversidad de las epífitas vasculares, como ejemplos claros están Colombia, Ecuador, Costa Rica, Venezuela y Bolivia (Sudgen y Robins, 1979; Ingram y Ferrel-Ingram, 1996; Küper *et al.* 2004). Lo cual probablemente se debe a la dificultad para acceder a su hábitat (Ingram y Lowman, 1995; Küper *et al.* 2004), y algunas que por ser muy pequeñas han pasado desapercibidas como varias especies de orquídeas (ejemplo *Pleurotallis* y *Stelis*) y helechos (ejem. *Melpomene*, *Gramittis*, *Hymenophyllum* y *Trichomanes*).

El estudio y el conocimiento de las epífitas en México son aun incipientes. Algunos de los trabajos que se han realizado están enfocados en conocer el efecto de la fragmentación, el disturbio antropogénico

y la transformación de sus hábitats (Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Solis-Montero *et al.*, 2005; Hietz, 2005; Wolf, 2005; Hietz *et al.*, 1996), estructura, diversidad y ecología (Winkler *et al.*, 2005; Castañon-Meneses *et al.*, 2005; Hietz & Hietz-Seifert, 1995; Hietz & Hietz-Seifert, 1995), utilización y preferencia del forofito (Bernal *et al.*, 2005; Mehltreter *et al.*, 2005; Wolf & Flamenco, 2003; Zimmerman y Olmsted, 1992), dinámica de poblaciones (Hietz, 1997) distribución, conservación y manejo (Olmsted & Gómez-Juárez, 1996; García-Franco, 1996 Castro-Hernández *et al.*, 1999; Wolf & Konings, 2001), asociaciones biológicas (Dejean *et al.*, 1995) y variación genética (González-Astorga *et al.*, 2004). Todo este esfuerzo ha representado que en México se hayan documentado más de mil especies de epífitas vasculares (Aguirre-León, 1981) y en Chiapas una cantidad similar (Wolf y Flamenco, 2003).

La composición, la estructura epífita puede variar en cambios de gradientes altitudinales y por ende la riqueza y la diversidad (Hietz y Hietz-Seifert, 1995). La tendencia general es que pueden estar bien representadas en elevaciones intermedias, aproximadamente entre 1000 y 2000 m (Gentry y Dodson, 1987; Bogh, 1992; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Küper *et al.*, 2004). Esto puede explicarse por las diferencias en las especies a la tolerancia de la luz, humedad, temperatura y otros factores climáticos (Johansson, 1974; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Küper *et al.*, 2004).

Este estudio analiza y contrasta la riqueza y composición de las epífitas bajo diferentes comunidades vegetales en la reserva El Triunfo y compara la variación de algunos grupos taxonómicos en diferentes pisos altitudinales.

Área de estudio y método

El presente estudio se realizó de enero a diciembre del 2006 en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, en los polígonos III (Quetzal) y V (La Angostura). Los muestreos se realizaron en los cerros: Quetzal (15°43'64" N, 92°55'63" O, 2500 msnm, orientación oeste-este), La Angostura (15°48'99" N, 92°50'99" O, 1800 msnm, orien-

tación norte-sur), Las Minas (15°48'99" N, 92°50'99" O, 1400 msnm, orientación oeste-este) y cerro Ovando (15°26'29" N, 92°38'15" O, 950 msnm orientación norte-sur), todos en bosque mesófilo de montaña de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978); en los municipios de La Concordia, Villacorzo y Acacoyagua de la Sierra Madre de Chiapas. Los climas predominantes son Aw2(w)igw", Am(w)igw", A(e)gw", C(m) (w), con 1000-4500 mm de precipitación anual, con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C (García, 1987). La geología de la Sierra Madre corriendo en dirección noroeste-sureste es de rocas graníticas del Paleozoico (Mülleried, 1982). Los suelos mejor representados en la reserva son cambisol éutrico + cambisol crómico+ acrisol órtico de textura media (INE-SEMARNAP, 1999).

En cada área se estableció un cuadrante de 25 x 25 m² (0.0625 hectáreas) y se muestrearon todas las epífitas vasculares (Spermathophyta y Pteridophyta) hospederos con diámetro a altura de pecho (dap) ≥ 10 cm, de acuerdo a lo propuesto por Hietz y Hietz-Seifert (1995) en cuatro sitios de la Reserva: cerro Quetzal, Las Minas, La Angostura y Ovando de altitudes diferentes 2500, 1800, 1400 y 950 m respectivamente. El procesamiento de los ejemplares colectados se realizó en las instalaciones del Herbario Eizi Matuda de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y se procesaron de acuerdo a las técnicas de herbario citadas por Lot y Chiang (1986). La identificación de las especies se basó en *Flora de Guatemala* (Standley y Williams, 1975), *Orchids of Guatemala and Belize* (Ames y Correl, 1985) *Epífitas de Veracruz* (Hietz y Hietz-Seifert, 1994), *Flora mesoamericana* (Davidse et al. 1994), *Pteridophytes of Mexico* (Mickel y Smith, 2004), *Orquídeas de México* (Hágsater, 2005), *Checklist of Mexican Bromeliaceae* (Espejo-Serna et al. 2004) y *Gentry* (1993). La información recopilada se capturó en una base de datos en Microsoft Access. Se analizó la riqueza de acuerdo a los métodos de Magurran (1989). Se obtuvo la composición de la flora epífita de los sitios y se realizó una comparación entre éstas.

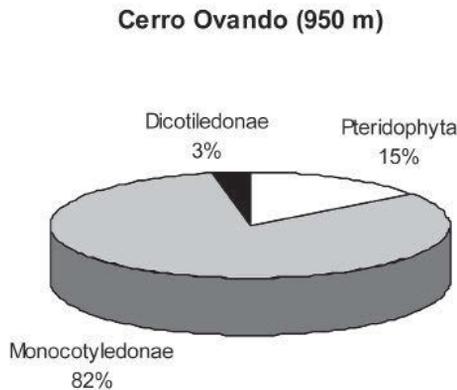
Resultados

Composición y riqueza

Se registraron 91 especies de epífitas vasculares en las cuatro zonas muestreadas representadas en 14 familias y 41 géneros (apéndice 1). El grupo Monocotiledóneae representa el mayor porcentaje de especies en La Angostura (75%) (figura 1). En general el grupo mejor representado es Angiospermae, tanto en especies como de géneros (figura 2).

El cerro Quetzal, fue la localidad con mayor riqueza de epífitas (figura 1). Asimismo se presenta una comparación de la riqueza entre los sitios de estudio en donde Orchidaceae y Bromeliaceae son las familias más importantes (figura 2) y destacan como los géneros mejor representados, *Tillandsia* y *Pleurothallis* (figura 3).

También se presenta la abundancia de las especies de árboles hospederos en los que se muestrearon las epífitas de estas zonas, siendo *Quercus* el género más importante en La Angostura; *Podocarpus matudae* en Las Minas y *Gentlea tacanensis* en El Quetzal (apéndice 2).



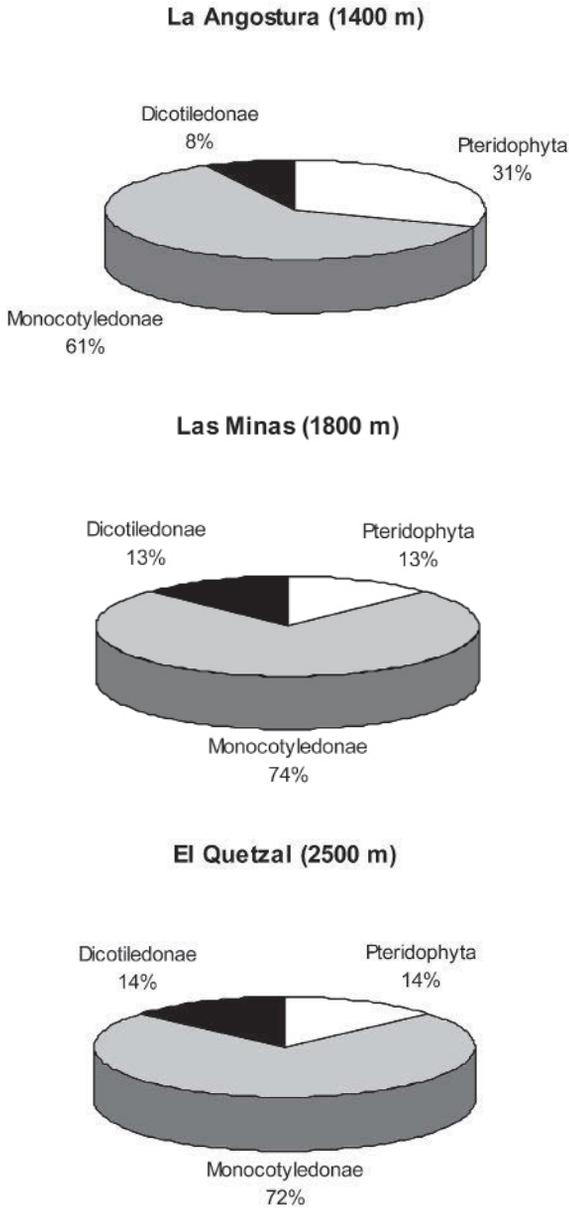


Figura 1. Riqueza de especies de epífitas por grupo taxonómico representados en la zona de estudio de la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

R
i
q
u
e
z
a

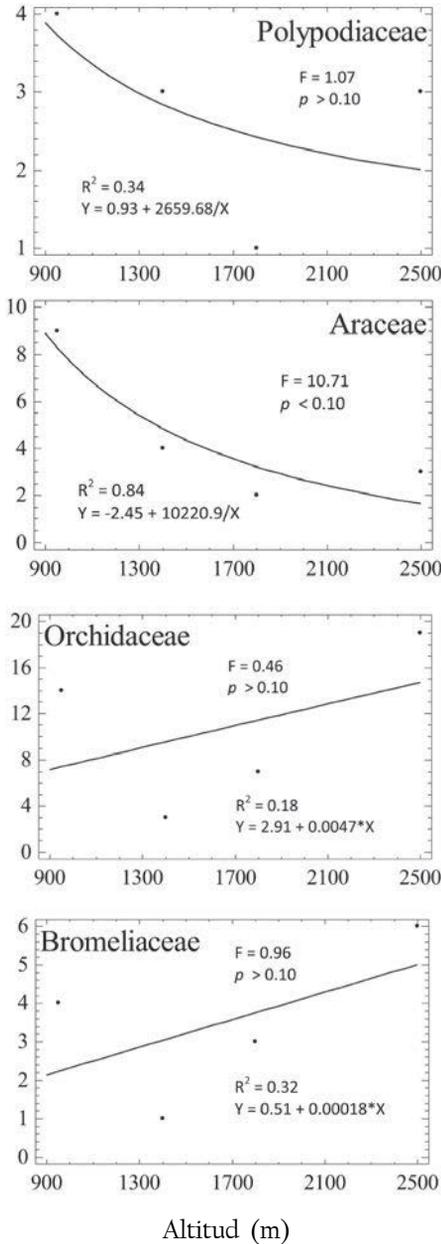


Figura 2. Relación entre altitud y riqueza de epfitas por familias en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

R
i
q
u
e
z
a

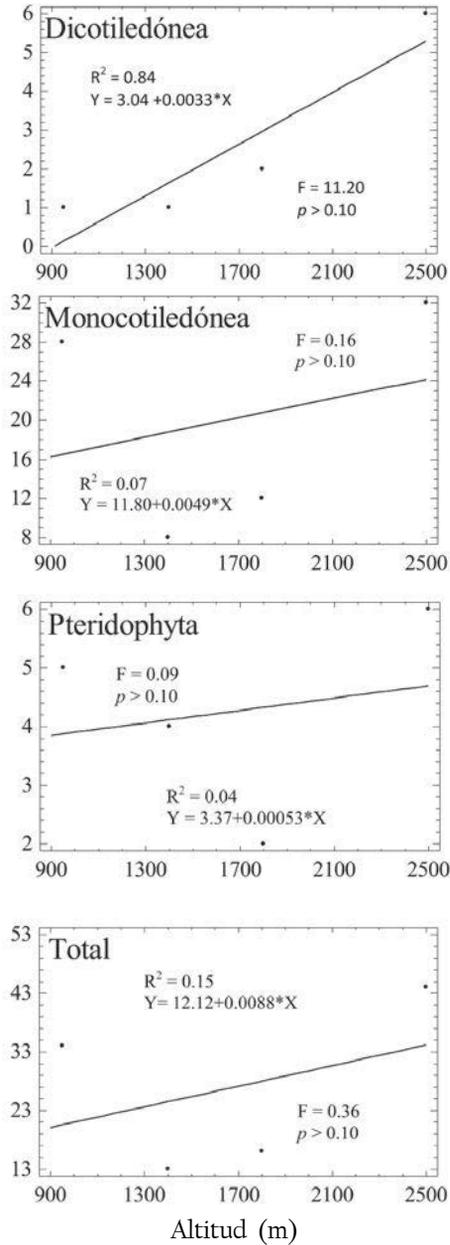


Figura 3. Relación entre altitud y riqueza de epífitas por gremios en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

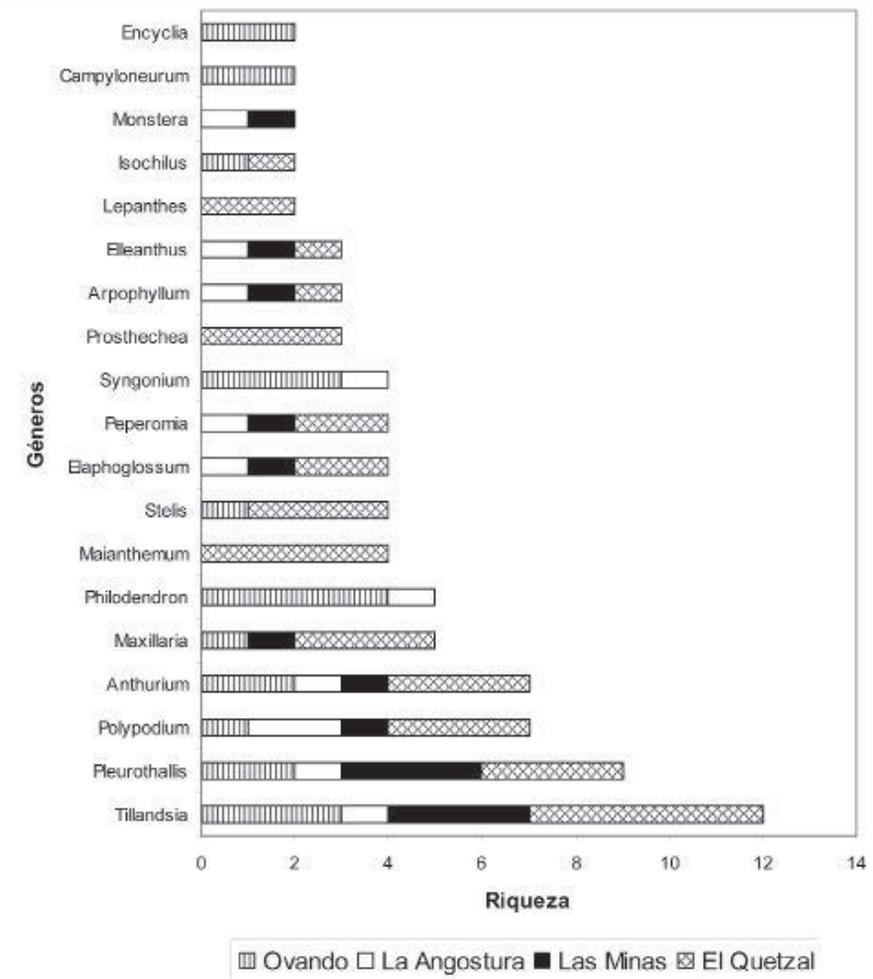


Figura 4. Riqueza de epífitas por género en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

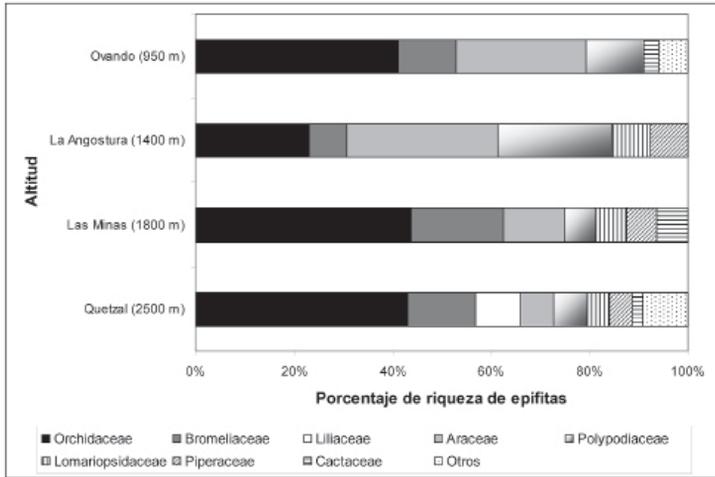


Figura 5. Riqueza de epífitas por familia en las localidades de estudio en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

Discusión y conclusión

Orchidaceae y Bromeliaceae son los grupos más importantes en estas zonas de El Triunfo. Esto coincide con otros estudios en donde las orquídeas, los helechos y las bromelias son los grupos mejor representados (Krees, 1986; Aguirre-León, 1992; Ingram y Ferrel-Ingram, 1996; Wolf y Flamenco, 2003). *Tillandsia* es el género mejor representado en los sitios, esto es explicado porque México es un centro de radiación de este género, el cual muestra una tendencia al hábito atmosférico (Hietz y Hietz-Seifert, 1995) y contribuye con 13.6 % respecto al número de especies de *Tillandsia* en Chiapas (Espejo-Serna *et al.*, 2004).

Las epífitas registradas en esta porción de El Triunfo corresponden al 6.04% del total de las epífitas que se han registrado para México (Aguirre-León, 1992) y comparten a Orchidaceae como la familia más importante, la cual conforma 6.63% de las orquídeas reportadas a nivel nacional (Hágsater, 2005). En Chiapas y en particular en El Triunfo, son pocos los trabajos realizados con epífitas. Estas constituyen 6.20% y 60.83% de las reportadas para el estado (Wolf y Flamenco, 2003) y El Triunfo (Long y Heat, 1991) respectivamente.

El cerro Quetzal presenta mayor riqueza, probablemente porque presenta mayor piso altitudinal que el resto. La altitud puede ser un factor determinante y muy importante en la composición de las comunidades epífitas (Hietz y Hietz-Seifert, 2005). Este patrón es similar con otros estudios realizados en altitudes similares, en los que se ha encontrado, que conforme aumenta la altitud, aumenta la riqueza de epífitas (Nieder *et al.*, 1999; Freiberg y Freiberg, 2000). Sin embargo otros estudios también demuestran que a ciertas altitudes, la riqueza empieza a decrecer (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Ingram y Ferrel-Ingram, 1996; Wolf y Flamenco, 2003) (cuadro 3).

Este factor puede proveer a las epífitas de condiciones microclimáticas óptimas para su establecimiento y desarrollo, tales como una mayor exposición a la luz y a la humedad atmosférica proveniente de la niebla y precipitación (Freiberg, 1996; Rzedowski, 1996). Los árboles hospederos encontrados en cada sitio también pueden contribuir en este caso, ya que en el cerro Quetzal, aunque fueron pocos árboles, la mayoría de los hospederos corresponden a *Gentlea tacanensis*, árboles con diámetros mayores, en donde el área superficial es más extensa para la fijación y establecimiento de las epífitas (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Flores-Palacios y García-Franco, 2006). Mientras que en Las Minas, hay mas ejemplares de *Podocarpus matudai* de corteza menos rugosa y con diámetros menores. En la Angostura *Quercus* sp. fue el hospedero más importante, en contraste, fue la zona con menos riqueza. Esto puede explicarse porque al parecer, estos árboles funcionan como buenos hospederos, pero sus tallas eran menores. Además, no siempre la arquitectura del árbol determina la riqueza de las epífitas que se establecen sobre ellos, también juegan un rol importante las características de la corteza y materia orgánica presente (Carlsen, 2000; Mehltreter, 2005).

Finalmente, aspectos como relación hospedero-epífita-hospedero deben ser considerados para estudios posteriores. Asimismo, este estudio se está integrando a los estudios en la zona de influencia de El Triunfo en donde se han registrado 97 especies de epífitas (Pérez-Farrera *et al.*, 2004), lo que contribuye a completar el listado de las epífitas vasculares de El Triunfo.

Cuadro 3. Sitios de estudios de epífitas y riqueza en diferentes rangos altitudinales.

Autor	Sitio	Área (ha)	Altitud (m)	Precipitación (mm/año)	No. especies epífitas
Martínez-Meléndez y Pérez-Farrera (este estudio)	El Quetzal, El Triunfo, México	0.0625	2500	2000	44
Martínez-Meléndez y Pérez-Farrera (este estudio)	La Angostura, El Triunfo, México	0.0625	1400	1000	13
Martínez-Meléndez y Pérez-Farrera (este estudio)	Las Minas, El Triunfo, México	0.0625	1800	1000	16
Martínez-Meléndez y Pérez-Farrera (este estudio)	Cerro Ovando, El Triunfo, México	0.0625	950	3376	34
Freiberg y Freiberg, 2000	Otonga, Ecuador	-	1800	2600-2900	42
Freiberg y Freiberg, 2000	Los Cedros, Ecuador	-	1400	2800-3300	31
Hietz y Hietz-Seifert, 1995	Xalapa, Veracruz, México	0.0625	2370	1500	23
Hietz y Hietz-Seifert, 1995	Xalapa, Veracruz, México	0.0625	1980	1850	39
Bogh, 1992	Nudo de Cajanuma, Ecuador	0.0175	2900	2000-4000	138
Engwald, 1999	Carbonera, Venezuela	360	2100-2300	1500	191
Nadkarni, 1985	Monteverde, Costa Rica	-	1400	2000	109
Küper et al., 2004	Río Guajalito, Ecuador	400	1800-2200	2600	256
Küper et al., 2004	Otonga, Ecuador	1000	1400-2200	2600	456
Wolf y Flamenco, 2003	Sierra Madre, Chiapas, México	-	2500-3000	-	93
Wolf y Flamenco, 2003	Sierra Madre, Chiapas, México	-	2000-2500	-	193

Agradecimientos

A Christopher Davidson y Sharon Christoph por el financiamiento otorgado al proyecto *Inventario Florístico de El Triunfo* y por la bibliografía donada al herbario Eizi Matuda de la UNICACH para enriquecer la determinación taxonómica. A la Reserva de la Biosfera El Triunfo y a los guardaparques por sus atenciones y colaboración. A los biólogos Rubén Martínez Camilo, Jorge Martínez Meléndez, Héctor Gómez Domínguez y Roberto Reynoso Santos por sus colectas en el campo. Por sus determinaciones a Alejandro Flores Palacios, Robert Dressler, Miguel Ángel Soto (Orchidaceae), Adolfo Espejo Serna (Bromeliaceae) y Jerónimo Reyes (Cactaceae).

Apéndice

1. Listado de las especies de epífitas de los sitios estudiados en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

FAMILIAS	Cerro Ovando	Cerro La Angostura	Cerro Las Minas	Cerro Quetzal
SPERMATOPHYTA				
Araliaceae				
<i>Oreopanax sanderianus</i> Hemsl.				X
Araceae				
<i>Anthurium andicola</i> Liebm.				X
<i>Anthurium chiapasense</i> Standl.	X		X	
<i>Anthurium montanum</i> Hemsl.				X
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	X			
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.		X		
<i>Anthurium titanium</i> Standl. & Steyerl.				X
<i>Monstera siltepecana</i> Matuda		X	X	

Riqueza y composición de las epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo

<i>Philodendron advena</i> Schott	X	X		
<i>Philodendron anisotomum</i> Schott	X			
<i>Philodendron inaequilaterum</i> Liebm.	X			
<i>Philodendron tripartitum</i> (Jacq.) Schott.	X			
<i>Syngonium</i> sp.	X			
<i>Syngonium</i> aff. <i>salvadorense</i> Schott	X			
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	X			
Bromeliaceae				
<i>Catopsis</i> sp.	X			
<i>Tillandsia</i> sp 1	X			
<i>Tillandsia</i> sp 2	X			
<i>Tillandsia</i> sp 3	X			
<i>Tillandsia viridiflora</i> (Beer) Baker		X	X	
<i>Tillandsia guatemalensis</i> L.B. Sm.			X	X
<i>Tillandsia ponderosa</i> L.B. Sm.			X	X
<i>Tillandsia punctulata</i> Schldl. & Cham.				X
<i>Tillandsia</i> aff. <i>juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.				X
<i>Tillandsia vicentina</i> Standl.				X
<i>Werauhia pycnantha</i> (J. R. Grant)				X
Cactaceae				
<i>Nopalxochia macdougallii</i> (Alexander) W. T. Marshall			X	
<i>Epiphyllum crenatum</i> (Lindl.) G. Don.				X
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> (DC.) Haw	X			
Clusiaceae				
<i>Clusia guatemalensis</i> Hemsl.				X
Crasulaceae				
<i>Sedum</i> sp.	X			
Ericaceae				

<i>Cavendishia</i> aff. <i>crassifolia</i> (Benth.) Hemsl.				X
Orchidaceae				
<i>Arpophyllum alpinum</i> Lindl.				X
<i>Arpophyllum giganteum</i> Hartw. ex Lindl.		X	X	
<i>Cattleya aurantiaca</i> (Bateman. ex Lindl.) P. N. Don	X			
<i>Dichaea suaveolens</i> Kraenzl.				X
<i>Elleanthus cynarocephalus</i> (Rchb.f.) Rchb.f.		X	X	X
<i>Encyclia chacaoensis</i> (Rchb. f.) Dressler & G. E. Pollard	X			
<i>Epidendrum eximium</i> L. O. Williams				X
<i>Isochilus</i> sp.	X			
<i>Isochilus carnosiflorus</i> Lindl.				X
<i>Lepanthes tenuiloba</i> R. E. Schult. Dillon				X
<i>Lepanthes matudana</i> Salazar & Soto Arenas				X
<i>Maxillaria</i> sp.			X	
<i>Maxillaria densa</i> Lindl.				X
<i>Maxillaria hagsateriana</i> Soto Arenas				X
<i>Maxillaria meleagris</i> Lindl.				X
<i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.	X			
<i>Meiracyllium trinasutum</i> Rchb. f.	X			
<i>Notylia orbicularis</i> A. Rich. & Galeotti	X			
<i>Oncidium ornithirhynchum</i> Kunth	X			
<i>Pleurothallis</i> sp.	X			
<i>Pleurothallis</i> sp.2				X
<i>Pleurothallis</i> aff. <i>hirsuta</i> Ames		X	X	
<i>Pleurothallis</i> aff. <i>grobyi</i> Bateman ex Lindl.	X			
<i>Pleurothallis matudana</i> C. Schweinf.			X	X
<i>Pleurothallis</i> aff. <i>ornata</i> Rchb.f.				X
<i>Pleurothallis</i> aff. <i>tuerckheimii</i> Schltr.			X	
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W. E. Higgins	X			

Riqueza y composición de las epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo

<i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W. E. Higgins				X
<i>Prosthechea vitellina</i> (Lindl.) W. E. Higgins				X
<i>Prosthechea varicosa</i> (Bateman ex Lindl.) W. E. Higgins				X
<i>Rhynchostele rossii</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar			X	
<i>Scaphyglottis crurigera</i> (Bateman ex Lindl.) Ames & Correll	X			
<i>Stelis</i> sp.	X			
<i>Stelis</i> aff. <i>megachlamys</i> (Schltr.) Pupulin				X
<i>Stelis</i> aff. <i>ovatilabia</i> Schltr.				X
<i>Stelis villosa</i> (Knowles & Westc.) Pridgeon & M. W. Chase				X
<i>Trichocentrum</i> sp.	X			
<i>Trichosalpinx greenwoodiana</i> Soto Arenas	X			
Liliaceae				
<i>Maianthemum</i> sp.			X	
<i>Maianthemum amoenum</i> (H. L. Wendl.) La Frankie			X	
<i>Maianthemum flexuosum</i> (Bertol.) La Frankie			X	
<i>Maianthemum paniculatum</i> (M. Martens & Galeotti) La Frankie			X	
Piperaceae				
<i>Peperomia pseudoalpina</i> Trel.				X
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth			X	
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst) Hook. & Arn.		X		X
PTERIDOPHYTA				
Blechnaceae				
<i>Blechnum polypodioides</i> Raddi				
Hymenophyllaceae				
<i>Trichomanes</i> sp.	X			
Lomariopsidaceae				
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.		X	X	X
<i>Elaphoglossum peltatum</i> (Sw.) Urb.				X

Polypodiaceae				
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée.	X			
<i>Campyloneurum tenuipes</i> Maxon.	X			
<i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T. Moore	X			
<i>Phlebodium</i> sp.		X		
<i>Polypodium</i> sp.		X		
<i>Polypodium furfuraceum</i> Schtdl. & Cham.	X			
<i>Polypodium loriceum</i> L.			X	
<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze				X
<i>Polypodium pleurosorum</i> Kunze ex Mett.		X		X
<i>Polypodium triseriale</i> Sw.				X

2. Abundancia de forofitos presentes en la zona de estudio de la Reserva de la Biosfera El Triunfo

Especie de forofito	Angostura	Minas	Quetzal	Ovando
<i>Agonandra konzattii</i> Standl.	0	0	0	2
<i>Allophylus occidentalis</i> (Sw.) Radlk.	0	0	0	2
<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J. F. Leroy	0	0	0	2
<i>Ardisia compressa</i> Kunth	8	0	0	0
<i>Ardisia escallonioides</i> Schtdl. & Cham.	0	0	0	2
<i>Ardisia</i> sp.	0	0	4	0
<i>Bunchosonia lanceolata</i> Turcz.	0	0	0	2
<i>Buxus</i> sp.	0	0	2	0
<i>Boemeria</i> sp.	0	0	0	2
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0	0	0	2
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0	0	0	2
<i>Carica cauliflora</i> Jacq.	0	0	0	2
<i>Cavendishia</i> cf. <i>crassifolia</i> (Benth.) Hemsl.	0	0	2	0
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	0	0	0	2
<i>Celtis</i> sp.	0	0	0	2
<i>Cinnamomum vanderwerffii</i> Kosterm.	0	0	1	0
<i>Cinnamomun</i> sp.	0	2	0	0

Riqueza y composición de las epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo

<i>Clethra</i> sp.	6	4	0	0
<i>Clusia guatemalensis</i> Hemsl.	0	0	1	0
<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée	0	14	0	0
<i>Crossopetalum</i> sp.	0	0	0	2
<i>Drimys granadensis</i> var. <i>mexicana</i> (DC.) A. C.	0	0	2	0
<i>Eugenia</i> sp.	0	0	3	0
<i>Exotea</i> sp.	0	0	0	2
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	0	0	0	2
<i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Miq.	0	0	0	2
<i>Gentlea</i> sp.	0	0	1	0
<i>Gentlea tacanensis</i> (Lundell) Lundell	0	0	9	0
<i>Guarea grandifolia</i> DC.	0	0	0	2
<i>Illex</i> sp.	0	0	0	2
<i>Leucanena</i> sp.	0	0	0	2
<i>Licaria</i> sp.	0	0	0	2
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen.	0	0	0	2
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	0	0	0	2
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0	0	0	2
<i>Odontonema glabra</i> Brandegee	0	0	0	0
<i>Ocotea chiapensis</i> (Lundell) Standl. & Steyerl.	0	2	0	0
<i>Ocotea</i> sp.	0	6	0	0
<i>Oreopanax peltatus</i> Linden	0	0	0	2
<i>Parathesis</i> sp.	2	0	0	0
<i>Persea floccosa</i> Mez	4	0	0	0
<i>Persea schiediana</i> Nees	0	0	0	1
<i>Persea</i> sp.	4	0	0	0
<i>Piper</i> sp.	0	0	0	2
<i>Piper yucatanense</i> C. DC.	0	0	0	2
<i>Podocarpus matudae</i> Lundell	0	34	2	0
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	0	0	0	2
<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	0	0	0	2
<i>Psychotria nervosa</i> Sw.	0	2	1	0
<i>Psychotria</i> sp.	0	0	0	2
<i>Psychotria skutchii</i> Standl.	0	14	3	0

<i>Quercus</i> sp.	68	0	0	0
<i>Rheedia intermedia</i>	0	0	0	2
<i>Rondeletia albida</i> Lundell	0	28	0	0
<i>Rollinia</i> sp.	0	0	0	1
<i>Salacia</i> sp.	0	0	0	2
<i>Saurauia oreophila</i> Hemsl.	0	0	5	0
<i>Sterculia mexicana</i>	0	0	0	2
<i>Symplocos</i> sp.	0	0	1	0
<i>Trichilia moschata</i>	0	0	0	2
<i>Trophis mexicana</i>	0	0	0	2
<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch.	0	0	4	2
Indeterminada	0	0	0	26
Total	92	106	41	100

Bibliografía

Aguirre-León, E., 1992, "Vascular Epiphytes of México: a Preliminary Inventory" in *Selbyana* 13: 72-76.

Ames O. y D. S. Correl, 1985, *Orchids of Guatemala and Belize*, Dover Publications, INC. EUA,

Bernal R. T., Valverde y L. Hernández-Rosas, 2005, "Habitat Preference of Epiphyte *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae) in a Semi-desert Environment in Central Mexico", in *Can. J. Bot.* 83: 1238-1247.

Benzing D. H., 1990, *Vascular Epiphytes*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass.

Bogh, A., 1992, "The Composition and Distribution of the Vascular Epiphyte Flora of an Ecuadorian montane rain forest" in *Selbyana* 13: 24-44.

Carlsen, M., 2000, "Structure and Diversity of the Vascular Epiphyte Community in the Overstory of a Tropical Rain Forest in Surumoni, Amazonas State, Venezuela" in *Selbyana* 21: 7-10.

Castaño-Meneses G., J. G. García-Franco y J. G. Palacios Vargas, 2003, "Spatial Distribution Patterns of *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) and Support trees in an Altitudinal Gradient from a Temperate Forest in Central Mexico" in *Selbyana* 24:71-77.

Castro-Hernández J. C., J. H. D. Wolf, J. G. García-Franco y M. González-Espinosa, 1999, "The Influence of Humidity, Nutrients and Light on the Establishment of the Epiphytic Bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in a Highlands of Chiapas, Mexico" en *Rev. Biol. Trop.* 47: 763-773.

Cruz-Angón A. y Greenberg, 2005, "Are Epiphytes Important for Birds in Coffee Plantations? An Experimental Assessment, Journal of Applied" in *Ecology.* 42: 150-159.

Davidse G., M. Sousa, A. O. Charter, 1994, *Flora Mesoamericana*, UNAM. México, Vol. 1 y 6.

Dejean A., I. Olmsted y R. R. Snelling, 1995, "Tree- Epiphyte-ant Relationships in the Low Inundated Forest of Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico" in *Biotropica* 27: 57-70.

Engwald, S, 1999, *Diversität Und Ökologie der Epiphyten Eines Berg- und Eines Tieflandegregenwaldes in Venezuela- Eline vergleichende analyse.* Ph. D. dissertation, Botanisches Institut, Universität Bonn, Germany.

Espejo-Serna A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther y W. Till, 2004, "Checklist of Mexican Bromeliaceae With Notes on Species Distribution and Levels of Endemism" in *Selbyana* 25 (1):33-86.

Freiberg, M., 1996, "Spatial Distribution of Vascular Epiphytes on Tree Emergent Canopy Trees in French Guiana" in *Biotropica* 28: 345-355.

Freiberg M. y E. Freiberg, 2000, "Epiphyte Diversity and Biomass in the Canopy of Lowland and Montane Forest in Ecuador" in *Journal of Tropical Ecology* 16: 673-688.

Flores-Palacios A. y J. García Franco, 2006, "The Relationship Between tree Size and Epiphyte Species Richness: Testing Four Different Hypotheses" in *Journal of Biogeography* 33: 323-330.

García E., 1987, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, 4ª. Edición, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

García-Franco J. G., 1996, "Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México" en *Acta Botánica Mexicana*. 37: 1-9.

Gentry, A. H. y C. H. Dodson, 1987, "Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes" in *Ann. Mo. Bot. Gard.* 74: 205-233.

Gentry A. H., 1993, *A field guide to the families and Genera of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa*, The University of Chicago Press, USA.

González-Astorga J., A. Cruz-Angón, A. Flores-Palacios y A. P. Vovides, 2004, "Diversity and genetic structure of the Mexican endemic epiphyte *Tillandsia achyrostachys* E. Morr ex Baker var. *achyrostachys* (Bromeliaceae)" in *Annals of Botany* 94: 545-551.

Hágsater, E., M. A. Soto Arenas, G.A. Salazar Chávez, R. Jiménez Machorro, M. A. López Rosas y R.L. Dressler, 2005, *Las orquídeas de México*, Instituto Chinoín. México.

Hietz P., 1997, "Population dynamics of the epiphytes in a Mexican Humid Montane forest" in *Journal of Ecology* 85: 767-775.

Hietz, P. y U. Hietz-Seifert, 1995, "Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in Central Veracruz, México" in *J. Veg. Sci.* 6:487-498.

Hietz-Seifert U., P. Hietz y S. Guevara, 1996, "Epiphytes vegetation and diversity on remnant tree after forest clearance in southern Veracruz, Mexico" in *Biological Conservation* 75: 103-111.

Ingram, S. W. y M. D. Lowman, 1995, "The collection and preservation of plant material from the tropical forest canopy" in Academic Press. 587-603.

Ingram, S. W. y K. Ferrell-Ingram, 1996, "Floristic composition of vascular epiphytes in a neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica" in *Selbyana* 17: 88-103.

Instituto Nacional y Ecología- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (INE-SEMARNAT), 1999, *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo*, 1ª edición, México.

Janzen D. H., 1974, "Epiphytic myrmecophytes in Sarawak: mutualism through the feeding of plants by ants" in *Biotropica* 5 (4): 237-259.

Johansson D., 1974, "Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest" en *Acta Fitogeográfica Suecica* 59: 1-136

Krees J., 1986, "The systematic distribution of vascular epiphytes: an update" in *Selbyana* 9:2-22.

Küper W., H. Kreft, J. Nieder, N. Köster y W. Barthlott, 2004, "Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forest" in *Journal of Biogeography* 31, 1477-1487.

Long, A. y M. Heath, 1991, *Flora of the Triunfo biosphere reserve, Chiapas, México: a preliminary floristic inventory and the plant communities of polygon 1*, An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. de México, Ser. Bot. 62: 133-172.

Lot, A. y F. Chiang, 1986, *Manual de herbario*, 1a ed. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México.

Magurran A. E., 1989, *Diversidad ecológica y su medición*, 1ª edición, Vedral, España.

Mehlreter, K., A. Flores-Palacios y J. García-Franco, 2005, "Host preference of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, México, in *Journal of Tropical Ecology* 21: 651-660.

Mickel J. T. y A. R. Smith, 2004, *The Pteridophytes of Mexico*, The New York Botanical Garden, USA.

Müllerried F. K. G., 1957, *La geología de Chiapas*, Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas, México.

Nieder J., S. Engwald y W. Barthlott, 1993, "Patterns of neotropical epiphyte diversity" in *Selbyana* 20 (1) 66-75.

Olmsted I. and M. Gómez-Juárez, 1996, "Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatan Peninsula" in *Selbyana* 17: 58-70.

Pérez-Farrera M. A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y A. V. Arreola-Muñoz, 2004, *La reserva de la biosfera El Triunfo, tras una década de conservación*, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México.

Rzedowsky, J., 1978, *La vegetación de México*, 1ª Ed. Limusa, México.

Rzedowski J., 1996, "Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México" en *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Solis-Montero L., A. Flores-Palacio y A. Cruz-Angón, 2005, "Shade coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in Central Veracruz, Mexico" in *Conservation Biology* 19: 908-916.

Standley P. C. y L. O. Williams, 1975, *Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany* Volume 24, Part XI to 3. Published by Field Museum of Natural History.

Sudgen A. M. y R.J. Robins, 1979, "Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian cloud forests, I. The distribution of the epiphytic flora" in *Biotropica* 11:173-188.

Winkler M., K. Hülber y P. Hietz, 2005, “Effect of Canopy Position on germination and seedling survival of Epiphytic bromeliads in a Mexican Humid Montane Forest” in *Annals of Botany* 95: 1039-1047.

Wolf J. y C. F. Konings, 2001, “Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: A pilot study from the highlands of Chiapas, Mexico” in *Biological Conservation* 101: 376-393.

Wolf, J. y A. Flamenco-S., 2003, “Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México” in *Journal of Biogeography* 30, 1-19.

Zimmerman J. K. and I. C. Olmsted, 1992, “Host tree utiozation by vascular epiphytes in seasonally inundated forest (tintal) in Mexico” in *Biotropica* 24: 402-407

Los escarabajos de bosques de niebla en Chiapas (Coleoptera: Melolonthidae)

Benigno Gómez y Gómez ¹ Miguel Ángel Morón ²

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

²Instituto de Ecología A.C. (INECOL). Dpto. de Biología de Suelos.

Es difícil establecer una definición que sea clara, breve y que incluya las diferentes concepciones de lo que es un bosque de niebla, nublado o mesófilo, no únicamente en Chiapas, sino a nivel mundial. Sin embargo, con el objeto de ubicar territorialmente a los escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) en este tipo de ecosistema en Chiapas, adoptaremos la definición resultante de un simposium realizado en Puerto Rico en 1993 sobre esta temática y que en la actualidad es la más acogida por diversas instituciones como el Programa Ambiental de Naciones Unidas. La definición de bosque de niebla indica: “Los bosques de niebla o mesófilos son ecosistemas forestales con una flora y estructura vegetacional distintiva, que ocurren normalmente en una franja altitudinal en donde el ambiente se caracteriza por una cobertura de nubes persistente o estacional a nivel de la vegetación. Esta persistente nubosidad reduce la radiación solar y el déficit de vapor, llegando a suprimir los procesos de evapotranspiración. La precipitación total que llega al interior del bosque es significativamente incrementada por el aporte de la neblina interceptada por la vegetación (precipitación horizontal), que queda así disponible. Los árboles dominantes del dosel, generalmente exhiben troncos y ramas retorcidas, presentando

hojas pequeñas y coriáceas. También se caracterizan por presentar una alta proporción de epífitas (briófitas, líquenes y helechos) y una correspondiente reducción de lianas leñosas. Los suelos en general son húmedos y presentan una gruesa capa de materia orgánica humificada. Los bosques de niebla ocurren en un rango muy amplio de precipitaciones, así como su variación en los niveles altitudinales donde ocurren” (Hamilton *et al.*, 1995; Bruijnzeel y Hamilton, 2001; Brown y Kappelle, 2001; Bubb *et al.*, 2004).

Con la definición antes mencionada y teniendo en consideración que en México, el *bosque de niebla* se presenta entre 600 y 3200 msnm y con mucha mayor frecuencia entre los 1100 y 2000 msnm (Luna *et al.* 2001), podemos pensar en este tipo de vegetación en territorio chiapaneco como una banda discontinua en forma de “C”. Esta banda recorre en su parte inferior la mayor parte de la Sierra Madre de Chiapas (*e.g.* Cacaohatán, Motozintla, Siltepec, Acacoyagua, Mapastepec, Monte Cristo de Guerrero, Angel Albino Corzo, La Concordia y Villaflores), ingresando al interior del estado por territorios de los municipios de Jiquipilas y Ocozocoautla, para continuar por zonas de Copainalá y Tecpatán y posteriormente ocupar algunas áreas cercanas al volcán Chichonal (*e.g.* Ocoatepec, Tapalapa, Chapultenango, Pantepec). La parte alta de la banda del *bosque de niebla* en Chiapas, ocupa localidades ubicadas principalmente en el Macizo Central (*e.g.* Larrainzar, Santiago el Pinar, El Bosque, Chalchihuitán, Chamela, Aldama, Chenalhó) y algunas localidades del Norte (*e.g.* Huitiupán, Sabanilla y Simojovel) y Noreste (*e.g.* Tumbalá, Yajalón, Chilón, Ocosingo), para finalmente cubrir algunos sitios de municipios cercanos a la frontera con Guatemala (*e.g.* Las Margaritas, Independencia y Trinitaria) (mapa 1).

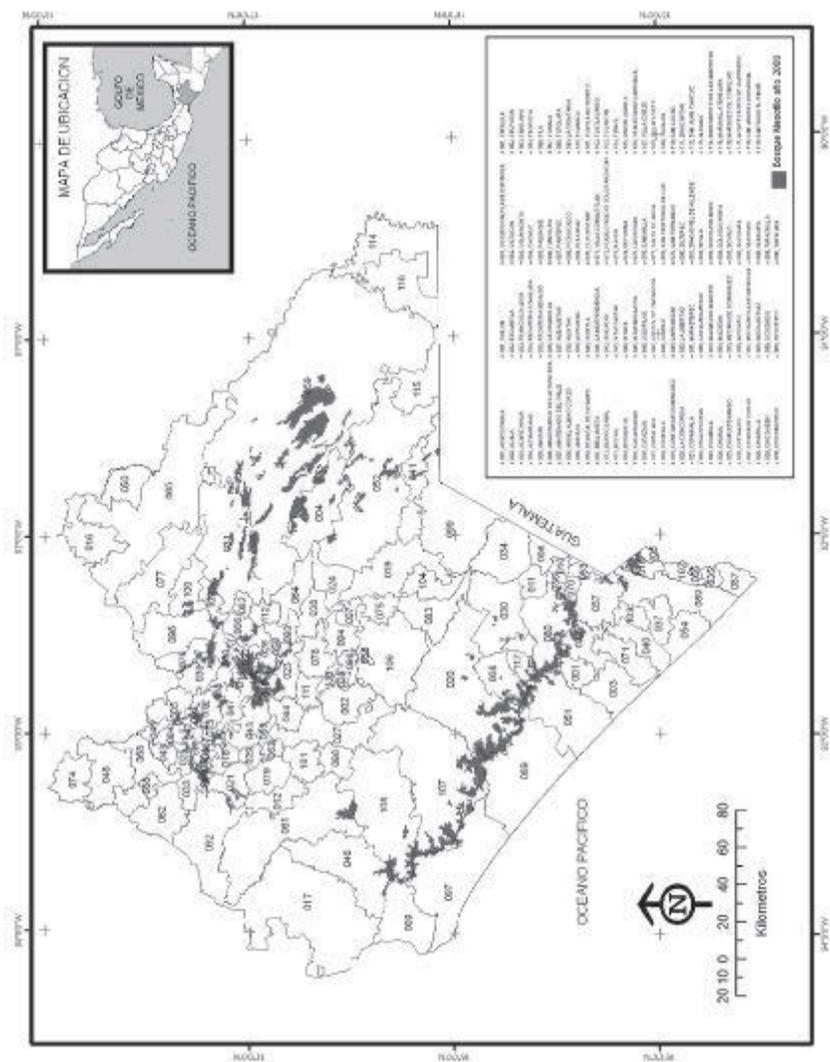


Figura. 1. Situación espacial del *bosque de niebla* en los municipios del estado de Chiapas

Investigaciones sobre los Melolonthidae en bosques mesófilos de Chiapas

Los bosques de niebla son un ecosistema extraordinariamente diverso. No obstante, en Chiapas ha sido pobremente estudiada la fauna de Melolonthidae asociada a este tipo de hábitat, existiendo en la literatura únicamente dos referencias: la primera, un trabajo realizado por Morón-Ríos y Morón (2001), que da a conocer 24 géneros y 40 especies de la Reserva de la Biosfera “El Triunfo”; la segunda, un trabajo llevado a cabo por López (2007), registra 15 géneros y 34 especies de un bosque de niebla en el Ejido Boquerón del municipio de Motozintla.

Fuera de las investigaciones faunísticas mencionadas, la documentación de la presencia de Melolonthidae en *bosques de niebla* de Chiapas se ha realizado por medio de documentos descriptivos de nuevos taxa, así como artículos que proporcionan nuevos registros a nivel estatal o nacional. Algunos de los trabajos que han descrito nuevas especies de Melolonthidae de los *bosques de niebla* de Chiapas son:

- Howden (1970), describió a *Paragnorimus sambucus* a partir de ejemplares colectados en la cercanía de San Cristóbal de Las Casas, en bosques húmedos de pino-encino y mesófilos.
- Howden (1972), con ejemplares provenientes de Bosques mesófilos de la Sierra Madre de Chiapas, situados entre 1000 y 1500 m de altitud, describió a *Giesbertiolus festinus*.
- Morón (1987), realizó la descripción del género monotípico *Mesosternus* basado en la especie *M. halffteri* de bosques mesófilos establecidos entre los 1650 y 2300 msnm de altitud en las Montañas del Norte de Chiapas (Oxchuc, Tapilula) y la Sierra Madre (Ángel Albino Corzo). Asimismo, este autor describió en éste mismo trabajo al género *Parisoleoides* y su única especie *P. pachytarsis* a partir de adultos obtenidos con la cría de larvas colectadas en troncos en estado de descomposición del Bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, entre los 1500 y 2300 msnm (Morón *et al.*, 1997). Posteriormente, Delgado y colaboradores (2006) sinonimizaron este género con *Parisolea*.

- Morón (1990), describió dos especies nuevas del género *Plusiotis*: *P. quetzalcoatli* de bosques de niebla establecidos entre los 1300 y 2400 msnm de la región de la Selva Negra (Rayón), la Yerbabuena (Jitotol) y Mesa Central (San Cristóbal de Las Casas y Teopisca); y *Plusiotis halffteri* de bosques mesófilos de montaña (1650 msnm) de la Selva Negra (Rayón) y de Oxchuc. Otra de las especies que se describen la misma obra es *Chrysina triumphalis*, de la cual se indica como hábitat el Bosque mesófilo de montaña establecido a 1850 msnm en la Reserva de la Biosfera El Triunfo.
- Morón y Krikken (1990), describieron el género *Archedinus*, entonces monotípico, con la especie: *A. relictus*, con ejemplares procedentes de la Reserva de la Biosfera El Triunfo y finca Prusia.
- Ratcliffe y Delgado (1990), con material proveniente de Lagos de Montebello (La Trinitaria) y Los Altos de Chiapas (Rayón), describieron a *Cyclocephala alexei*.
- Ratcliffe y Deloya (1992), realizaron la descripción de *Hologymnetis kinichahau* a partir de ejemplares obtenidos de bosques mesófilos de Motozintla, San Cristóbal de Las Casas y La Trinitaria.
- Curoe y Beraud (1994), describieron a *Plusiotis moroni* de Bosques de niebla del sur de Chiapas (El Porvenir) y Guatemala (Morón *et al.* 1997).
- Morón y Nogueira (1998), realizaron la descripción del género entonces monotípico *Yaaxkumukia* basado en la especie *Y. ephemera*, con base en ejemplares procedentes de los bosques mesófilos situados entre los 1500 y 2300 msnm en la Reserva de la Biosfera El Triunfo y la Laguna de Tzisco.
- Deloya y Morón (1998), describieron a *Phyllophaga enkerliniana* a partir de ejemplares capturados en la Reserva de la Biosfera El Triunfo a 2000 msnm.
- Morón (1999), mediante ejemplares recolectados en las cercanías de San Cristóbal de Las Casas, describió a *Phyllophaga chamula* y *P. tojolabala*.

- Morón y Cano (2000), describieron a *Phyllophaga jovelana* con ejemplares capturados en los bosques cercanos a San Cristóbal de Las Casas, Teopisca y Lagos de Montebello.
- Morón (2000), mediante ejemplares recolectados en la cercanía de San Cristóbal de Las Casas, describió a *Phyllophaga lineatoides*.
- Arce-Pérez y Morón (2000), al realizar una revisión de las especies de *Macrodactylus* para México y Estados Unidos, describieron a *M. montanus* del Bosque mesófilo del Cerro Huitepec (San Cristóbal de Las Casas) y a *M. carrilloi* del Bosque nebuloso situado entre 1600 y 1800 msnm en la cercanía de Coapilla, así como de Lagos de Montebello (La Trinitaria).
- Morón y Nogueira (2002), realizaron la descripción como nueva especie de *Anomala picturella*, un rutelino encontrado en el bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Asimismo, describieron a *A. ayikcala* a partir de ejemplares recolectados en bosques mesófilos del volcán Tzontehuitz (San Cristóbal de Las Casas).
- Morón (2003), al efectuar la revisión del grupo *Schizorhina* del género *Phyllophaga*, describió a *P. javapacuana* con ejemplares obtenidos en los bosques de niebla de los Lagos de Montebello (La Trinitaria) y Laguna Bélgica (Ocozocoautla).
- Paucar-Cabrera (2003), describió una nueva especie de Rutelinae, *Epectinaspis bisyrica*, del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, originalmente citada por Morón-Ríos y Morón (1998) como *Epectinaspis pictipennis* Bates.
- Delgado, Blackaller y Gómez (2006), describieron a *Parisolea spinatarsis* como una nueva especie, mencionando que se distribuye en bosques de pino-encino y mesófilos de localidades de la Mesa Central (San Cristóbal, Zinacantán) y en la vertiente norte (Tapalapa).
- Micó, Gómez y Galante (2006) describieron como nueva especie a *Yaaxkumukia conabioi* del bosque de niebla del volcán Tacaná (Unión Juárez).
- Morón y Blas (2006) describieron dos especies nuevas del grupo *schizorhina* del género *Phyllophaga*, *P. alvareztoroi* y *P. acaco-*

yahuana, con ejemplares colectados en la Reserva de la Biosfera El Triunfo y en las reservas del *bosque de niebla* Cordón Paxtal y Cordón Pico (Montecristo de Guerrero, Siltepec, Escuintla y Acacoyahua).

Algunos de los artículos científicos sobre nuevos registros en Chiapas o México (amplitud de rango geográfico) y que refieren especies que habitualmente existen en bosque de niebla son:

- Morón-Ríos y Morón (2001), realizaron, a partir de colectas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, los primeros registros en México de *Hoplia subcostata* Bates, 1888; *Plusiotis quiche* Morón, 1990. Asimismo, estos autores registran una amplitud de rango geográfico estatal para *Cyclocephala discolor* Herbst, 1972.
- Alcázar, Morón-Ríos y Morón (2003) mediante un estudio efectuado en Villa las Rosas, registran a *Anomala decolor* Bates, 1888, *A. forreri* Bates, 1888 y a *Hoplia squamifera* Burmeister, 1844 como los primeros registros para el estado.
- Chame y López (2005) registran la presencia de *Euphoria schotti* LeConte, 1853 en Chiapas y mencionan que en dicho estado, esta especie habita entre varios tipos de vegetación, como el Bosque mesófilo situado entre los 700 y los 1700 msnm.

La diversidad de los escarabajos Melolonthidae en Bosques mesófilos de Chiapas

Los escarabajos Melolonthidae son un grupo diverso en los Bosques de niebla de México, las primeras estimaciones se ubicaron desde 57 hasta 64 especies y desde 17 hasta 22 géneros (Morón *et al.* 1997). Hasta el año de 2006, Chiapas tiene registros de 120 especies y 44 géneros de Melolonthidae asociados a los bosques mesófilos, superando las cifras obtenidas para este grupo en otros estados. Así mismo, esta fauna de Melolonthidae de bosques nebulares en Chiapas, representa el 10.5% de las especies de esta familia en México y el 38.9% de los géneros.

El número de insectos registrados en Chiapas es de 4,533 especies y 2,500 géneros (León-Cortés *et al.*, 2005), siendo los Coleoptera uno de

los grupo más representados (1152 especies). La proporción de los coleópteros asociados a los Bosques mesófilos, representa tan sólo el 2.6 % de todos los insectos registrados en el estado y el 1.7% de los géneros representados en la entidad. Asimismo, los Melolonthidae de bosques mesófilos de Chiapas, representan el 10.4% de las especies de coleópteros registrados en esta entidad federativa.

Los registros personales de los autores (B. Gómez y M. A. Morón), aunados a los registros de Pacheco (2006) suman un total de 382 especies de Melolonthidae para Chiapas, de las cuales, 120 están presentes en los bosques mesófilos (ver lista), sobre todo de la subfamilia Rutelinae (*sensu* Endrodi, 1966) a la cual corresponden 37 especies. El predominio de esta subfamilia se puede explicar revisando su historia biogeográfica, la cual presenta elementos antiguos del norte y del sur de manera combinada con procesos de diversificación locales, aunado a elementos modernos de reciente penetración a México. De esta forma, Chiapas representa un área de encuentro de faunas para esta subfamilia (Morón, 1997).

Las montañas del actual territorio de Chiapas, como parte del antiguo Núcleo Centroamericano, son también una región con gran importancia como zona de diversificación de elementos con orígenes septentrionales, como el género *Phyllophaga* (Melolonthinae) (Morón, 1986) y de elementos con orígenes meridionales, como los géneros *Macroductylus* e *Isonychus* (Melolonthinae). Los bosques húmedos de éstas montañas también han actuado como refugio para escarabajos con orígenes muy antiguos como *Pantodinus* y *Archedinus* (Trichiinae), los cuales parecen ser autóctonos de estos ambientes (Morón y Vaz de Mello, 2007).

Desde otro punto de vista, es muy importante destacar que las larvas de casi un 75% de las especies registradas en los *bosques de niebla* de Chiapas, se desarrollan dentro del suelo, consumiendo hojarasca en diferentes estados de descomposición, materia orgánica humificada o raíces de herbáceas y leñosas, con lo cuál, dada su abundancia local y gran biomasa larvaria, participan intensamente en el reciclaje de nutrientes del bosque. Las larvas de las especies que conforman el 25% restante, logran su desarrollo como especialistas en la explotación de los restos xilosos; como árboles muertos en pie, troncos derribados, tocones en

descomposición o grandes ramas secas suspendidas en el dosel o caídas en el sotobosque. Debido a las particularidades de esta forma de vida, las especies de Melolonthidae con larvas saproxilófagas de los géneros *Plusiotis*, *Heterosternus*, *Archedinus*, *Macraspis*, *Pelidnota*, *Hemiphileurus*, y *Dynastes*, entre otras, son más vulnerables ante las modificaciones del bosque que involucren la destrucción o remoción de la madera.

Aunque aún son necesarios muchos estudios sobre la ecología y biología de los Melolonthidos, se estima que los adultos de casi un 38% de las 120 especies conocidas de los bosques de niebla de Chiapas se alimentan principalmente con el follaje de árboles y arbustos propios de esos ambientes; otro 42% se alimenta en las flores o inflorescencias de árboles, arbustos, herbáceas y epífitas, participando con frecuencia en procesos de polinización; el restante 20% de las especies busca su alimento en el floema de las ramas y tallos de distintas plantas, en los frutos maduros o en las raíces de árboles, arbustos o herbáceas propias del bosque de niebla y de las comunidades vegetales secundarias que cada día son más comunes en Chiapas.

Cuando menos, una tercera parte de la lista de especies documentadas en este trabajo, pueden considerarse como endémicas de los bosques mesófilos o de niebla del estado de Chiapas y ambientes parecidos a lo de Guatemala. Por lo cual, la destrucción deliberada o accidental de tales comunidades o su modificación severa e irreversible tendrían un gran impacto en la biodiversidad del sureste de México.

Lista de los escarabajos Melolonthidae presentes en bosques mesófilos de Chiapas. Los endemismos chiapanecos están señalados con un asterisco

RUTELINAE	
	<i>Viridimicus aurescens</i> (Bates, 1888)
	<i>Heterosternus buprestoides</i> Dupont, 1832
	<i>Heterosternus rodriguezi</i> Candeze, 1869
	<i>Mesosternus halffteri</i> Morón, 1987 *

	<i>Macropoides cribricollis</i> (Ohaus, 1934) *
	<i>Parisolea pallida</i> (Candeze, 1869)
	<i>Parisolea pachytarsis</i> (Morón, 1987)
	<i>Plusiotis auropunctata</i> Ohaus, 1913 *
	<i>Plusiotis chloreis</i> Bates, 1888
	<i>Plusiotis diversa</i> Ohaus, 1912
	<i>Plusiotis halffteri</i> Morón, 1990 *
	<i>Plusiotis moroni</i> Curoe & Beraud, 1994 *
	<i>Plusiotis pehlkei</i> Ohaus, 1930 *
	<i>Plusiotis psittacina</i> Sturm, 1843 *
	<i>Plusiotis quetzalcoatl</i> Morón, 1990
	<i>Plusiotis quiche</i> Morón, 1990 *
	<i>Plusiotis rodriguezi</i> Boucard, 1878 *
	<i>Plusiotis turckheimi</i> Ohaus, 1913 *
	<i>Pelidnota guatemalensis</i> Bates, 1888 *
	<i>Chrysina triumphalis</i> Morón, 1990 *
	<i>Macraspis rufonitida</i> Burmeister, 1844
	<i>Anomala ayjikcala</i> Morón y Nogueira, 2002 *
	<i>Anomala atomograma</i> Bates, 1888
	<i>Anomala decolor</i> Bates, 1888
	<i>Anomala doryphorina</i> Bates, 1888 *
	<i>Anomala forreri</i> Bates, 1888
	<i>Anomala lepida</i> Burmeister, 1844 *
	<i>Anomala picturella</i> Morón y Nogueira, 2002 *
	<i>Anomala trapezifera</i> Bates, 1888
	<i>Anomala guatemalena</i> Bates, 1888
	<i>Anomala sticticoptera</i> Blanchard, 1850

	<i>Anomala undulata</i> Melsheimer, 1844
	<i>Callistethus marginicollis</i> (Bates, 1888)
	<i>Epectinaspis bisyrica</i> Paucar-Cabrera, 2003 *
	<i>Leucothyreus femoratus</i> Burmeister, 1844
	<i>Yaaxkumukia ephemera</i> Morón y Nogueira, 1998 *
	<i>Yaaxkumukia conabioi</i> Micó, Gómez y Galante, 2006 *
DYNASTINAE	
	<i>Cyclocephala alexei</i> Ratcliffe y Delgado, 1990 *
	<i>Cyclocephala amazona</i> (Linné, 1767)
	<i>Cyclocephala complanata</i> Burmeister, 1847
	<i>Cyclocephala erotylina</i> Arrow, 1914 *
	<i>Cyclocephala fulgurata</i> Burmeister, 1847
	<i>Cyclocephala jalapensis</i> Casey, 1915
	<i>Cyclocephala mafaffa</i> Burmeister, 1847
	<i>Cyclocephala ovulum</i> Bates, 1888
	<i>Cyclocephala weidneri</i> Endrodi, 1964
	<i>Ancognatha sellata</i> Arrow, 1911 *
	<i>Cyclocephala discolor</i> Herbst, 1892
	<i>Cyclocephala amplyopsis monochroa</i> Bates, 1888
	<i>Orizabus clunalis</i> (LeConte, 1856)
	<i>Orizabus batesi</i> Prell, 1914
	<i>Orizabus rubricollis</i> Prell, 1914
	<i>Orizabus tuberculatus</i> Prell, 1914 *
	<i>Heterogomphus chevrolati</i> Burmeister, 1847
	<i>Heterogomphus pehlkei</i> (Kolbe, 1906)
	<i>Xyloryctes lobicollis</i> Bates, 1888

	<i>Xyloryctes telephus</i> Burmeister, 1847
	<i>Xyloryctes thestalus</i> Bates, 1888
	<i>Xyloryctes ensifer</i> Bates, 1888
	<i>Xyloryctes teuthras</i> Bates, 1888
	<i>Strategus aloeus</i> (Linné,1758)
	<i>Goniophileurus femoratus</i> (Burmeister, 1847)
	<i>Archophileurus simplex</i> Bates, 1888
	<i>Hemiphileurus dejeani</i> Bates, 1889
	<i>Dynastes hercules septentrionalis</i> Lachaume,1985
	<i>Golofa imperialis</i> Thomson, 1858
	<i>Golofa incas</i> Hope, 1837 *
	<i>Golofa pizarro</i> Hope, 1837
	<i>Dynastes hyllus</i> Chevrolat, 1843
	<i>Dynastes maya</i> Hardy, 2003 *
TRICHIINAE	
	<i>Pantodinus klugí</i> Burmeister, 1847 *
	<i>Archedinus relictus</i> Morón & Krikken, 1990^*
	<i>Inca clathrata sommeri</i> Westwood, 1845
	<i>Trigonopeltastes intermedia</i> Bates, 1888
	<i>Paragnorimus sambucus</i> Howden, 1970 *
	<i>Dialithus magnificus</i> Perry, 1849 *
	<i>Giesbertiolus festivus</i> (Howden, 1972) *
CETONIINAE	
	<i>Hologymnetis kinichahau</i> Ratcliffe & Deloya, 1992 *
	<i>Gymnetosoma pardalis</i> Gory & Percheron, 1833
	<i>Guatemalica marginicollis</i> (Burmeister, 1842)
	<i>Cotinis subviolacea</i> Gory & Percheron, 1833

	<i>Euphoria candezei</i> Janson, 1875
	<i>Euphoria lesueuri</i> Gory & Percheron, 1833
	<i>Euphoria westermanni</i> (Gory & Percheron, 1833)
	<i>Euphoria schotti</i> LeConte, 1853
MELOLON- THINAE	
	<i>Diplotaxis alutacea</i> Bates, 1888
	<i>Diplotaxis cavifrons</i> (Moser, 1918) *
	<i>Diplotaxis rugiosipennis</i> Blanchard, 1850 *
	<i>Polyphylla petiti</i> Guérin, 1830
	<i>Phyllophaga chamula</i> Morón, 1999 *
	<i>Phyllophaga tojolabala</i> Morón, 1999 *
	<i>Phyllophaga enkerliniana</i> Morón y Deloya, 1998 *
	<i>Phyllophaga javepacuana</i> Morón, 2003 *
	<i>Phyllophaga jovelana</i> Morón y Cano, 2000 *
	<i>Phyllophaga lineatoides</i> Morón, 2000 *
	<i>Phyllophaga longifoliata</i> (Moser, 1921) *
	<i>Phyllophaga menetriesi</i> (Blanchard, 1850)
	<i>Phyllophaga obsoleta</i> (Blanchard, 1850)
	<i>Phyllophaga scabrifrons</i> (Bates, 1888)
	<i>Phyllophaga submetallica</i> (Bates, 1888) *
	<i>Phyllophaga alvareztoroi</i> Morón y Blas, 2006 *
	<i>Phyllophaga acacoyahuana</i> Morón y Blas, 2006 *
	<i>Phyllophaga tumulosa</i> (Bates, 1888)
	<i>Phyllophaga bucephala</i> (Bates, 1888)
	<i>Phyllophaga chiapas</i> Saylor, 1943 *
	<i>Phyllophaga ravida</i> (Blanchard, 1850)

	<i>Phyllophaga senicula</i> (Bates, 1888)
	<i>Phyllophaga rufotestacea</i> (Moser, 1918) *
	<i>Phyllophaga rugipennis</i> (Schauffus, 1858)
	<i>Macroductylus dimidiatus</i> Guérin, 1884
	<i>Macroductylus championi</i> Bates, 1888 *
	<i>Macroductylus fulvoscens</i> Bates, 1887
	<i>Macroductylus rufescens</i> (Bates, 1887)
	<i>Macroductylus carrilloi</i> Arce y Morón, 2000 *
	<i>Macroductylus montanus</i> Arce y Morón, 2000 *
	<i>Ceraspis centralis</i> (Sharp, 1877)
	<i>Isonychus ocellatus</i> Burmeister, 1855
	<i>Isonychus neglectus</i> Moser, 1918 *
	<i>Isonychus vittatus</i> Burmeister, 1855 *
	<i>Hoplia argyritis</i> Bates, 1887
	<i>Hoplia inops</i> Bates, 1887
	<i>Hoplia festiva</i> Burmeister, 1844
	<i>Hoplia squamifera</i> Burmeister, 1844
	<i>Hoplia subcostata</i> Bates, 1887

Bibliografía

Alcazar J. A., A. Morón-Ríos y M.A. Morón, 2003, “Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa las Rosas, Chiapas, México” en *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.) 88: 59-86

Arce-Pérez, R. y M.A. Morón, 2000, *Taxonomía y distribución de las especies de Macroductylus Latreille (Coleoptera: Melolonthidae) en México y Estados Unidos de América*, s.e. y s.p.

Bruijnzeel, L. A. y L.S. Hamilton, 2001, *Tiempo decisivo para las selvas de neblina*. UNESCO,

Brown, A. y M. Kappelle, 2001, “Introducción a los bosques nublados del neotropico: una síntesis regional” en: Kappelle M. y A. Brown (editores), *Bosques nublados del neotrópico*, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, p. 26.

Bubb, P., I. May, L. Miles & J. Sayer, 2004, *Cloud Forest Agenda*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

Curoe, D. J. & J. P. Beraud, 1994, “A new *Plusiotis* from Mexico (Chiapas) and Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae)” in *G. it. Ent.*, 7:31:33.

Chame, E. y J. López, 2005, “Nuevo registro de *Euphoria schotti* LeConte, 1853 (Coleoptera: Melolonthidae, Cetoniinae) para Chiapas, México” en *Dugesiana* 12(1): 23-24, 2005

Delgado, L., J. Blackaller y B. Gómez, 2006, “Una nueva especie de *Parisolea* y nueva sinonimia genérica en Heterosternina (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae: Rutelini)” en *Folia Entomológica Mex.* 45(2): 91-96 (2006)

Deloya, C. y Morón, M. A., 1998, “Nuevas especies de *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) de Morelos, Puebla y Chiapas, México” en *Folia Entomol. Méx.* 104: 109-119.

González-Espinoza, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Coord.), 2005, *Diversidad Biológica en Chiapas*. ECOSUR, -COSITECH- Plaza y Valdéz, México.

Hamilton, L. S., J. O. Juvik & F. N. Scatena, 1995, “The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: Introduction and Workshop Synthesis” in: Hamilton, L.S., J.O.Juvik and F.N.Scatena (eds) *Tropical Montane Cloud Forests*, Springer Verlag, New York. pp 1-16.

Howden, H. F., 1970, “The genus *Paragnorimus* with description of two new species (Coleoptera: Scarabaeidae)” in *Can. Entomol*, 102 (11): 1385-1389.

Howden, H. F., 1972, “New species of *Dialithus* Parry and a new synonym of *Pantodinus* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae, Trichiinae)” in *Can. Entomol*, 104: 647-654 1385-1389

León-Cortés J. L., L. Ruiz Montoya y A. Morán- Ríos, 2005, “La diversidad de insectos en Chiapas: génesis y estado del conocimiento” en: González-Espinoza M., N. Ramírez- Marcial y L. Ruíz-Montoya (coordinadores). *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdéz, ECOSUR, COCYTECH. México, D. F. pp 163-191.

López, J., 2007, *Los escarabajos Melolonthidae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeoidea) de Boquerón, Motozintla, Chiapas*, tesis de licenciatura en Biología. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Luna, I., A. Velásquez y E. Velásquez, 2001, "México" in Kappelle, M. & A. D. Brown (eds) *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de la Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 183-229 pp

Mico, E., B. Gómez y E. Galante, 2006, "The Mesoamerican genus *Yaxkumukia* Morón & Nogueira: biogeography and description of new species (Coleoptera: Rutelidae)" in *Annals of American Entomological Society* 99 (1): 1-6

Morón, M. A., 1986, *El género Phyllophaga en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera)*, Publicación 20, Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.

Morón, M. A., 1987, "Adiciones a los Heterosternina (Coleoptera: Melolonthidae; Rutelinae)" en *Folia Entomológica Mexicana*, 73: 69-87.

Morón, M. A., 1990, *Los Coleópteros del Mundo, Rutelini I*. SciencesNat Venette, France.

Morón, M. A., 1997, "Antecedentes" in: Morón, M.A., Ratcliffe, B.C. y Deloya, C. *Atlas de los escarabajos de México, Coleoptera: Lamellicornia*, Vol. I Familia Melolonthidae, Publ. Esp. de la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. y CONABIO. México.

Morón, M. A., 1999, *Four new species of Phyllophaga Harris (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) from southeastern Mexico*. 53(4):377-387.

Morón, M.A., 2000, "Twelve new species of *Phyllophaga* subgenus *Phytalus* (Coleoptera: Melolonthidae) from Eastern and Southern Mexico" in *Journal of the Kansas Entomological Society* 73 (1): 36-61.

Morón, M. A., 2003, "Revision of the *Phyllophaga* s.s. *schizorhina* species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae)" in *The Canadian Entomologist* 135: 213-302.

Morón, M. A. y J. Krikken, 1990, "A new mesoamerican genus of Trichiinae (Coleoptera: Scarabaeoidea)" in *Folia Entomológica Mexicana* 78, 1990: 71-84

Morón M.A., B. C. Ratcliffe, y C. Deloya, 1997, *Atlas de los escarabajos de México, Coleoptera: Lamellicornia*, Vol. I Familia Melolonthidae, Publ. Esp. de la Sociedad Mexicana de Entomología A. C. y CONABIO, México.

Morón M. A., y G. Nogueira, 1998, "Adiciones y actualizaciones en los Anomalini (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae) de la zona de transición mexicana (I)" en *Folia Entomológica Mexicana* 103: 15-54.

Morón, M. A. y E. Cano, 2000, "Three new species of *Phyllophaga* (S.Str.) group *Rostripyga* (Coleoptera: Melolonthidae) from Mexico and Guatemala. Pan" in *Pacific Entomologist* 76 (4), 234-242.

Morón-Ríos, A. y M. A. Morón, 2001, "La fauna de Coleoptera Melolonthidae de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas, México" en *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 84: 1-25.

Morón M. A., y G. Nogueira, 2002, "Adiciones y actualizaciones en los Anomalini (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae) de la Zona de Transición Mexicana (II)" en *Folia Entomológica Mexicana* 41: 31-54.

Morón, M. A. y M. Blas, 2006, "Dos especies nuevas de *Phyllophaga* del grupo "schizorhina" (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) de Chiapas, México" en *Folia Entomológica Mexicana* 45(1): 35-46

Morón, M. A. and F. Z. Vaz de Mello, 2007, "New species of *Archedinus* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Trichiinae) from Oaxaca, Mexico" in *The Pan-Pacific Entomologist* 75 (1): 1-12

Pacheco, C., 2006, "Diversidad de escarabajos melolontidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el municipio de Villaflores, Chiapas, México, tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Paucar-Cabrera, A., 2003, "Systematics and Phylogeny of the genus *Epectinaspis* Blanchard (Coleóptera: Scarabaeidae: Rutelinae) and description of a new genus of Anomalini from Mexico" in *The Coleopterist Bulletin Monograph* 2: 3-60.

Ratcliffe B. C. y L. Delgado, 1990, "New species and notes of Cyclocephala from Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae)" en *Folia Entomológica Mexicana* 80: 41-47.

Ratcliffe, B. C. & C. Deloya, 1992, "The biogeography and phylogeny of *Hologymnetis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) with a revision of the genus" in *The Coleopterist Bulletin* 46:161-202

La historia natural del quetzal y sus perspectivas en conservación

Sofía Solórzano.

Bioquímica Molecular, UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, UNAM.

Introducción

Desde la época prehispánica el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) ha sido un ave admirada por la belleza de su plumaje. Este atributo le concedió un lugar distinguido en la mitología de las antiguas culturas mesoamericanas debido a que se le representó en Quetzalcóatl una de las deidades principales de esta región. La palabra quetzal es de origen náhuatl, la cual fue empleada para referirse al ave de las largas plumas y colores brillantes. En contraste, en las culturas modernas, la belleza del quetzal ha significado una gran desventaja, pues por ello se convirtió en un objeto mercantil que se vende vivo o muerto o se le encierra en criaderos privados lo que lo ha llevado al peligro de desaparecer. *P. mocinno* se distribuye en siete países mesoamericanos. A lo largo de esta distribución se reconocen a las subespecies *P. m. mocinno* (desde México hasta Nicaragua) y *P. m. costaricensis* (desde Costa Rica hasta Panamá) (Sibley y Monroe, 1990).

Las escasas publicaciones científicas han documentado su historia natural (Skutch, 1944; Ávila y Hernández, 1990), su biología (Bowes y Allen, 1969; Labastille *et al.*, 1972), su distribución (Hanson, 1982; Solórzano *et al.*, 2003), sus desplazamientos estacionales, que posterior-

mente fueron claramente establecidos como una migración altitudinal (Powell y Bjork, 1994; 1995). Un análisis reciente con ADNmt mostró que a lo largo de su distribución mundial el quetzal presenta una marcada estructuración geográfica de su diversidad genética (Solórzano *et al.*, 2004). De los siete países donde esta especie se distribuye, es en México, en donde se han realizado más estudios, ya que se tienen publicadas dos tesis de licenciatura, una que trata sobre la biología y la ecología del quetzal (Ávila y Hernández, 1990) y una segunda sobre los factores relacionados con su migración (Solórzano, 1995). De estas tesis se derivaron dos artículos científicos (Ávila *et al.*, 1996; Solórzano *et al.*, 2000). También se cuenta con una evaluación de los efectos de la pérdida y fragmentación de los bosques de niebla sobre la distribución de los quetzales en México (Solórzano *et al.*, 2003). Faltan por estudiar varios aspectos de tipo biológico, ecológico, etológico y evolutivo de esta especie que cada día enfrenta el riesgo de extinguirse. El objetivo principal de este capítulo es presentar una descripción y un análisis de lo que se conoce de la historia de vida del quetzal con la finalidad de derivar una serie de propuestas que ayuden a su conservación y la de sus hábitats. Para ello, se presentan aspectos de su importancia histórica, biológica, ecológica, evolutiva y genética.

El quetzal en las culturas de Mesoamérica

El quetzal fue simbolizado en el Dios Quetzalcóatl, una de las deidades principales en diferentes culturas que ocuparon el Altiplano Central de México. Quetzalcóatl fue representado en las dualidades de “ave-hombre-Dios” y en la de “ave-serpiente-Dios” (Fernández, 1992). De esta deidad se tienen representaciones en monolitos, códices, cerámicas y monumentos que fueron construidos principalmente por toltecas, totonacas, mexicas y mayas (en lengua maya Quetzalcóatl fue nombrado como Kukulkán). Los simbolismos y el origen mismo, no han sido completamente establecidos (López-Austin y López-Luján, 1999). La palabra Quetzalcóatl es de origen náhuatl y se compone de los vocablos *quetzal* que corresponde al nombre del ave de las plumas largas y brillantes, y *coátl*: serpiente. A su vez quetzal se deriva de *quetzalli* cuyo

significado preciso no está bien establecido pero podría ser traducida como *bella pluma brillante* (López-Austin y López-Luján, 1999; De la Garza, 1998).

Aunque suele relacionarse a Quetzalcóatl con el símbolo de la serpiente emplumada ésta originalmente no estaba asociada a dicha deidad (Fernández, 2005; Sáenz, 2002). No existe una opinión consensuada de cuándo y en qué cultura mesoamericana ocurrió la fusión de Quetzalcóatl con la serpiente emplumada.

La serpiente emplumada persiste en centros ceremoniales como Tikal en Guatemala; Copán en Honduras; Chichén Itzá en el sureste de México y Cholula, Teotihuacán y Tula en el centro de México (Sáenz, 2002). Es probable que fuese en la mitología de los aztecas en donde se integró a Quetzalcóatl con la serpiente emplumada, ya que ésta fue para ellos la deidad principal. De la fusión de Quetzalcóatl con la serpiente emplumada resultó un dios poderoso vestido como el Creador que trajo el equilibrio entre el cielo y la tierra y entre el inframundo y este mundo, así como también representó la fertilidad de la tierra y la creación del hombre (De la Garza, 1998).

La relación del ave llamada quetzal con el Dios Quetzalcóatl aparece en diferentes códices, pinturas y monumentos. El quetzal era representado como un ave de largas plumas, por lo que no se ha puesto en duda que representaba a la especie que actualmente lleva el nombre de *Pharomachrus mocinno*. El conocimiento que tenían los antiguos aztecas de la biología de esta especie se puede deducir de algunas representaciones que persisten en códices y vasijas. Particularmente, en el códice Magliabechi aparece un sacerdote de alto rango ataviado con un penacho de plumas ofreciendo granos de maíz a un quetzal, lo que ha sido interpretado como la forma en la que los quetzales eran capturados para arrancarles sus valiosas plumas (Aguilera, 1981). Conociendo la dieta de los quetzales (son frugívoros y no granívoros) y su conducta (son huidizos a la presencia humana), considero que este pasaje hace referencia a la cosmovisión de Quetzalcóatl y su relación con la fertilidad de la tierra, particularmente con las cosechas del maíz, más que una descripción de la forma en que eran capturados los quetzales.

En las antiguas culturas mesoamericanas las plumas de quetzal eran tan valiosas como el jade y el cacao. Los penachos que se elaboraban con estas plumas solo podían portarlos personajes de alto rango como guerreros, sacerdotes y gobernantes (Aguilera, 1981). Si estos penachos eran tan majestuosos como el que se exhibe actualmente en el Museo Nacional de Antropología e Historia de la Ciudad de México, que consta desde 100 hasta 120 plumas, implica que para la fabricación de cada penacho se capturaban desde 50 hasta 60 machos para arrancarles dos de las cuatro plumas supracaudales más largas. Aparentemente, los quetzales no eran sacrificados para obtener sus plumas, dada su relación con el Dios Quetzalcóatl, así que los antiguos mesoamericanos debieron haber conocido aspectos básicos de su biología y de su distribución para poder obtenerlas sin atentar contra su dios.

El valor del quetzal cambió desde 1521 cuando ocurrió la conquista de la Gran Tenochtitlán por los españoles, quienes prefirieron la riqueza de los metales a las plumas de quetzal. Esta ave fue relegada al olvido por lo que se convirtió en un mito y por cientos de años se dudó de su existencia. El quetzal fue redescubierto en 1794 por el médico Mariano Mociño quien fue comisionado a los bosques de montaña de Guatemala en las expediciones organizadas por el Virreinato de la Nueva España. En este viaje, Mociño colectó varios ejemplares de quetzales, los que permanecieron encerrados en baúles por varios años debido a que se perdieron durante su traslado a España. En 1832, Pedro de la Llave, un antiguo discípulo de Mariano Mociño publicó la descripción morfológica de los quetzales colectados por su profesor. Con esta descripción el quetzal ingresó al mundo científico con el nombre de *Pharomachrus mocinno*. El nombre de *Pharomachrus* se compone de las raíces griegas *Pharo* que significa esófago y *machrus*: grande. Este nombre alude a la capacidad de los quetzales de tragar frutos muy grandes por lo que es necesario que los músculos de esófago se distiendan (Sibley y Monroe, 1990). Respecto al epíteto específico de *mocinno* Pedro de la Llave se lo dedicó a su maestro Mariano Mociño, sólo que para obtener el sonido ñ en una palabra latina se usa la doble n (Eisenmann, 1959).

En la descripción de Pedro de la Llave, se mantiene la palabra quetzal como nombre común de *Pharomachrus mocinno*, posteriormente los

ornitólogos modernos del siglo XX ignorando el origen y el significado histórico de la palabra nahua *quetzal*, la utilizaron para inventar los nombres comunes de las otras especies del género *Pharomachrus*, que se distribuyen en América del Sur y de las que no hay evidencias de que hayan sido conocidas por los antiguos nahuas o que hayan estado asociados a Quetzalcóatl.

Desarrollo ontológico y dimorfismo sexual

La vida de un quetzal comienza con la etapa etapa de huevo que dura entre 18 y 21 días (Wheelwright, 1983; Ávila y Hernández, 1990; Solórzano, 1995). La hembra pone de uno a dos huevos, cuando son dos, transcurren entre 24 a 48 horas de diferencia entre la puesta de cada uno.

Los polluelos de quetzal eclosionan con los ojos cerrados y sin plumas, apenas se mueven, son muy débiles, por eso durante los primeros días los padres les brindan alimento regurgitado dentro del nido. A la semana de haber eclosionado los polluelos pesan 23 g y su cuerpo mide desde el pico hasta la cola 95 mm. A las dos semanas los polluelos están completamente cubiertos de plumas color café oscuro con pequeños puntos de color más claro. Las primeras plumas verdes iridiscentes aparecen en la parte de la nuca cuando están a punto de abandonar el nido.

Al cumplir los 21 a 28 días, los polluelos abandonan el nido. A esta edad han ganado 4.5 veces su peso (79 g) y crecido 1.2 veces (111 mm) en su longitud corporal. Para que los polluelos abandonen el nido los padres los presionan no llevándoles alimento, lo que provoca que los polluelos estén casi todo el tiempo asomados fuera del nido vocalizando suaves y largos “*fiiiiii*”, mientras agitan sus pequeñas alas pero no se atreven a dar el salto. El padre y la madre los observan calladamente desde perchas cercanas. Otra manera de animarlos a abandonar el nido es que los padres realicen vuelos justo frente a ellos batiendo vigorosamente las alas, como si les dieran instrucciones de cómo mover las alas, generalmente los polluelos responden a esta invitación irguiendo el cuerpo y batiendo sus alas mientras vocalizan suaves “*fuuuus*”. Cuando los polluelos se atreven a dejar el nido planean torpemente cayendo estrepitosamente al suelo, los padres los cuidan y los guían para que

vayan ascendiendo a ramas cercanas por arriba del suelo. Lo que ocurre después con los polluelos no ha sido documentado y tampoco se conoce el éxito de sobrevivencia.

En *P. m. costaricensis*, el primer año de vida, los machos pesan alrededor de 182 g y las hembras cerca de 166 g. Al llegar a adultos, las hembras y los machos de *P. m. moccino* son más grandes y pesados que los de *P. m. costaricensis* (Solórzano y Oyama, en prensa).

El crecimiento en el tamaño va acompañado de cambios en la coloración del plumaje y del pico. En etapa de polluelos y hasta el primer año de vida el pico de ambos sexos es de color oscuro, permaneciendo de color negro en las hembras adultas, pero en los machos adultos se torna de color amarillo. La cola en polluelos y hasta el segundo año de vida es de color negro en ambos sexos, luego entre el primer y el segundo año de vida, en las hembras aparecen franjas horizontales negras sobre un fondo blanco mientras que en los machos adultos se vuelve de color blanco completamente.

Durante el trabajo de campo he observado diferentes morfos juveniles en una misma temporada reproductiva lo que podría indicar que los quetzales alcanzan su madurez sexual entre los tres y cuatro años.

Cuando los quetzales son adultos existe un marcado e inconfundible dimorfismo sexual. Los machos adultos son de color verde esmeralda en toda su parte dorsal, el pecho es color rojo escarlata y poseen una cresta formada por plumas finísimas, también se distinguen por las cuatro cobertoras largas supracaudales, dos de las cuales alcanzan longitudes entre 60 a 105 cm, la cola es blanca y el pico es amarillo (figura 1). Las hembras adultas en cambio tienen la cola blanca con franjas horizontales negras, el color rojo solo está en la parte baja ventral, el pico es negro y carece de cresta. Los adultos, además se distinguen de sus etapas juveniles en que su vocabulario es mucho más amplio que en etapas anteriores, lo que sugiere un proceso de enseñanza-aprendizaje quizá de manera directa entre padres-hijos, y en los grupos sociales como son los de alimentación y los de cortejo. La longevidad de los quetzales en vida libre, es una pregunta fundamental para la cual aún no hay respuesta.



Figura 1. Quetzal macho (foto de Fulvio Eccardi)



Figura 2. El quetzal hembra (foto de Fulvio Eccardi)

Filogenia y taxonomía

El quetzal pertenece al orden Trogoniformes que contiene únicamente a la familia Trogonidae. Las 39 especies vivientes de Trogonidae se agrupan en seis géneros que se distribuyen en los bosques tropicales y subtropicales del continente americano (*Euptilotis*, *Pharomachrus* y *Trogon*) y de El Caribe (*Priotelus*), de África (*Apaloderma*), del sureste de Asia, Indonesia, Borneo y Filipinas (*Harpactes*), aunque el mayor número de especies (26) actuales viven en el Neotrópico (Sibley y Ahlquist, 1990).

Para Trogoniformes no se han encontrado parientes vivos o fósiles cercanos por lo que sus relaciones filogenéticas no han sido establecidas, aunque sus miembros forman un grupo claramente monofilético (Espinosa de los Monteros, 1998). Los miembros de Trogonidae, fósiles y vivientes, son identificados fácilmente por sus características morfológicas, particularmente por la heterodactilia de sus patas. Los dedos uno y dos están dirigidos hacia atrás y los dedos tres y cuatro hacia delante, estos dos últimos dedos están fusionados en su mitad basal (Sibley y Ahlquist, 1990; Sibley y Monroe, 1990) lo que representa un carácter diagnóstico de trogonidos.

Estudios recientes, han contribuido para esclarecer con marcadores moleculares las relaciones filogenéticas de Trogonidae tratando de encontrar su grupo hermano. Sibley y Ahlquist (1990) con base en datos de morfología e hibridación de ADN concluyeron que los trogonidos no tienen parientes vivos cercanos, pero sus resultados los acercan a Coraciiformes (martines pescadores), Caprimulgiformes (chotacabras y tapacaminos), Musophagiformes (turacos) y Strigiformes (búhos). Con base en un análisis de secuencias de las regiones 12S, 16S de genoma nuclear y del ARNt^{val} del ADNmt Van Tuinen *et al.* (2000), analizaron las relaciones entre 41 órdenes vivientes y encontraron que Trogoniformes está más cercano a Gruiformes (grullas) y a Paseriformes (pájaros). Espinosa de los Monteros (2000) analizó la variación en las secuencias de la subunidad 12S del ARNr y citb de 35 especies clasificadas en ocho órdenes y obtuvo que Trogoniformes está más cercano a Psittaciformes (pericos y guacamayas) y a Coliiformes (pájaro-ratón).

Por su parte, el estudio de Mayr y Clarke (2003) colocó a Trogoniformes como grupo hermano de Steatornithidae (Caprimulgiformes). De acuerdo con estos estudios se puede concluir que hasta el momento no se han determinado las relaciones taxonómicas de los Trogoniformes por lo que permanece como un grupo *incertae sedis*.

También, para la familia Trogonidae se han estudiado las relaciones filogenéticas internas de los seis géneros vivientes, empleando para ello secuencias de citb y región 12S del ARNr. Los resultados de estos análisis mostraron que el género asiático *Harpactes* está más cercano a los cuatro géneros del Neotrópico (*Euptilotis*, *Pharomachrus Priotelus* y *Trogon*). A su vez dentro de los géneros neotropicales resultó ser *Priotelus*, que se distribuye en el Caribe, el taxón más basal. En tanto que los géneros *Apaloderma* (África) y *Harpactes* (Asia) ocuparon las posiciones basales de la filogenia de Trogonidae, lo que sugiere que el origen de esta familia se ubica en territorios africanos-asiáticos actuales (Espinoza de los Monteros, 1998). En contraste, Moyle (2005) encontró que en Trogonidae los clados basales están ocupados por *Euptilotis*, *Pharomachrus* y *Priotelus*, es decir tres taxa del Neotrópico, lo cual hace suponer un origen netamente neotropical para Trogoniformes. Este autor además estimó una divergencia entre los taxa de América y de África que oscila entre 25 a 40 m.a., mientras que los restos fósiles de trogonidos indican una antigüedad entre 2 m.a. (Terciario) a 65 m.a. (Cretácico), lo que sugiere que los ancestros de los Trogonidos actuales fueron separados por un proceso de vicarianza.

El género *Pharomachrus* se distribuye básicamente en América del Sur, y está representado por *P. antisianus* (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia), *P. auriceps* (sureste de Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia), *P. fulgidus* (Colombia y Venezuela), *P. mocinno* (Mesoamérica) y *P. pavoninus* (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil), todas ellas ocupando zonas montañosas con bosques tropicales húmedos (Stotz *et al.*, 1996).

Para *P. mocinno* se proponen dos subespecies, de acuerdo con características morfológicas como son el tamaño corporal y la longitud de las cobertoras supracaudales de los machos (Sibley y Monroy, 1990).

En la subespecie norteña, *P. m. mocinno* los machos son más grandes y presentan cobertoras más largas que los de la subespecie sureña, *P. m. costaricensis* (Solórzano, 2003). Esta clasificación basada en diferencias morfológicas también se apoya con datos de secuencias de ADNmt ya que ambas subespecies presentan una gran diferenciación genética (Solórzano *et al.*, 2004). La explicación a esta diferenciación es posible que se haya originado por la separación geográfica originada hace millones de años (Solórzano, 2003). Las diferencias morfométricas y genéticas entre las subespecies son tan marcadas que se ha sugerido que en realidad son dos especies independientes (Solórzano y Oyama, en prensa).

Distribución

El quetzal es una especie endémica de Mesoamérica siendo Belice el único país de esta región donde no se encuentra (figura 3). Su distribución inicia en el sureste de México, cruza por las regiones montañosas del oriente y del occidente de Guatemala. En Honduras, el quetzal ocupa pequeños bosques que se ubican en las fronteras con Guatemala y El Salvador, así como al suroeste en su frontera con Nicaragua. Actualmente en El Salvador, solamente se registra en la región conocida como El Trifinio donde converge su frontera con Guatemala y con Honduras. En Nicaragua se encuentra en la región noreste en las montañas incluidas en la Reserva de la Biosfera del Bosawas y otras Áreas Naturales Protegidas como Parque Nacional El Arenal. El quetzal continúa su distribución en los bosques húmedos de la Sierra Volcánica de Guanacaste, Sierra Volcánica de Tilarán, Sierra Volcánica Central y de la Cordillera de Talamanca, cruza la frontera con Panamá donde termina su distribución ocupando pequeños bosques en la región noroeste de este país en la provincia de Chiriquí (figura 3).

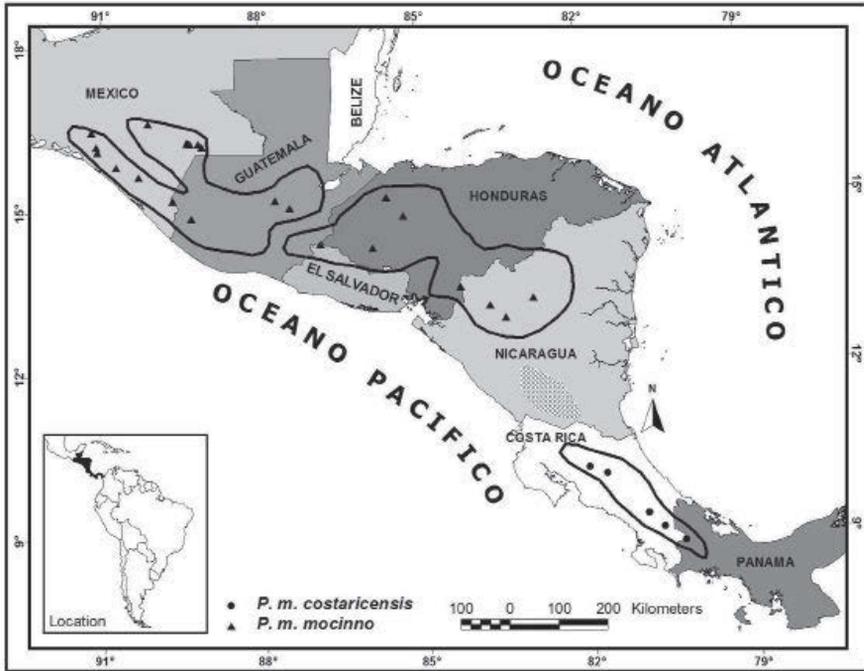


Figura 3. Mapa de ubicación

A lo largo de Mesoamérica, la distribución actual del quetzal describe un esquema en pequeños parches lo que se debe por una parte a que sus bosques hábitats representan naturalmente una forma de archipiélago (figura 3). Otra causa de este patrón de distribución es la destrucción de sus hábitats lo que ha originado un paisaje fragmentado con bosques de niebla remanentes que presentan diferente grado de conectividad.

La distribución de las dos subespecies no es simpátrica sino que se encuentran separadas geográficamente en Nicaragua. La subespecie norteña *P. m. mocinno* se distribuye desde el sureste de México hasta el noroeste de Nicaragua y la sureña *P. m. costaricensis* en Costa Rica y Panamá (Sibley y Monroe, 1990). Estas subespecies están separadas geográficamente por el Lago de Nicaragua (8314km²) así como por la ausencia de sus hábitats en el sureste de Nicaragua.

En México, *P. m. mocinno* se distribuye en los estados de Oaxaca y Chiapas. En 1949 se documentaron los primeros registros de quetzales

del estado de Oaxaca, referidos por MacDougall al poblado de Niltepec ubicado en la región fisiográfica del Istmo de Tehuantepec (Hoffmeister, 1951), muy cerca de la región de los Chimalapas en cuyos cerros con vegetación húmeda aún se pueden encontrar poblaciones de quetzales. En las regiones montañosas al norte del Istmo de Tehuantepec no se ha registrado a la especie, a pesar de que en la Sierra Norte de Oaxaca se encuentran grandes macizos de Bosques de niebla que podrían albergar poblaciones de quetzales. La región de los Chimalapas localizada al sureste de Oaxaca forma parte de la Sierra Madre Occidental, que se prolonga al sur donde recibe el nombre de Sierra Madre de Chiapas. Actualmente, se mantiene una frágil conectividad entre los Chimalapas y la Sierra Madre de Chiapas, la que se podría perder si continúan las altas tasas de deforestación y los grandes proyectos de desarrollo nacional que se tienen contemplados para esa zona desde hace varios años.

Chiapas es el estado mexicano que presenta el mayor número de localidades con quetzales, aunque varias de ellas apenas cuentan con una o tres parejas, las cuales no representan poblaciones reales que se puedan mantener a largo plazo. Hasta el año 2001, persistían en el estado 11 áreas de anidación principales distribuidas en las regiones fisiográficas de las Montañas del Norte, Meseta Central y Sierra Madre. Su ausencia en la región de las Montañas del Oriente (figura 4) se debe a las altas tasas de destrucción y fragmentación forestal que han ocurrido en los últimos años causados por la extensión de la frontera agrícola y la actividad ganadera. Las 11 áreas de anidación remanentes cubren superficies que van desde 6 hasta 49 km² y en bosques con superficies menores no se registra a la especie (Solórzano *et al.*, 2003). De las poblaciones remanentes de quetzales solamente las ubicadas en las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Sepultura (ambas ubicadas en la Sierra Madre) se encuentran incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin que ello garantice su sobrevivencia y protección, debido al poco apoyo destinando al monitoreo y la vigilancia de estas áreas.

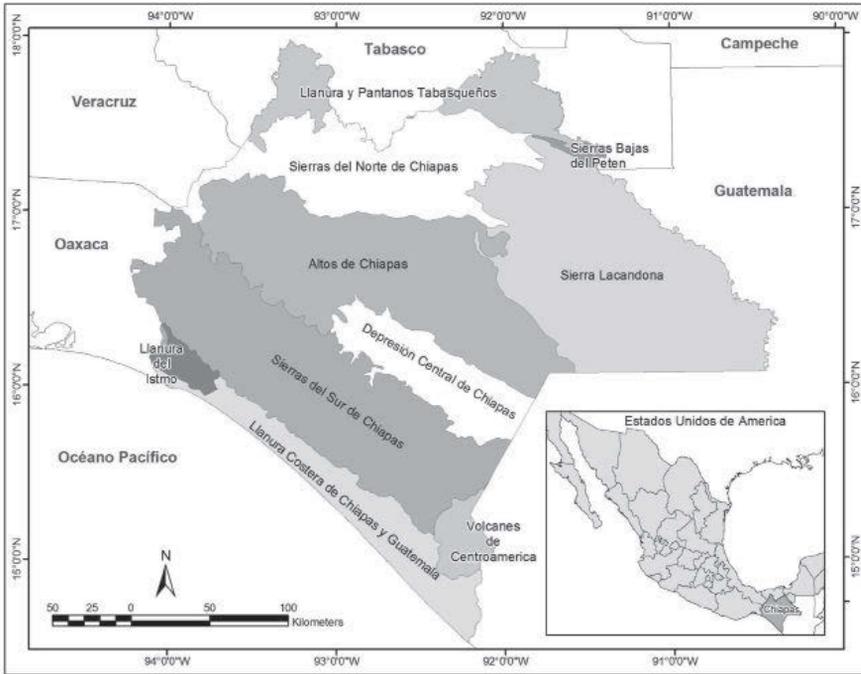


Figura 4. Fisiografía de Chiapas

Ciclo reproductivo

Época reproductiva

El ciclo reproductivo del quetzal es anual y se divide en reproducción y en migración altitudinal. La reproducción abarca los meses de enero a junio y la migración desde julio hasta diciembre (Solórzano, 1995), aunque en Costa Rica en algunos años la reproducción se retrasa desde abril hasta agosto (Skutch, 1944). A su vez la reproducción se divide en cortejo, incubación y crianza de polluelos (Wheelwright, 1983; Ávila y Hernández, 1990; Solórzano, 1995). Estas diferentes fases no son sincrónicas dentro o entre poblaciones, así como tampoco entre diferentes años.

Las diferentes fases del ciclo reproductivo se han identificado con base en las vocalizaciones y en las conductas desplegadas principalmente por los individuos adultos. Las conductas de los quetzales están asociadas con

vocalizaciones características, para las que se han propuesto diferentes voces onomatopéyicas (e.g. Skutch, 1944; Labastille *et al.*, 1972), pero las que son fácilmente reconocidas en campo son las que propusieron Ávila y Hernández (1990), quienes además asociaron una conducta específica para cada vocalización. Sin embargo, con base en observaciones que he realizado en diferentes países puntualizo algunas precisiones a las conductas que estos autores asociaron, así como en los ejecutantes de cada vocalización de más de otra que no habían sido registradas (cuadro 1).

Durante la reproducción, los quetzales usualmente solitarios y crípticos se tornan sociales y es común observarlos en parejas, en grupos de cortejo y de alimentación, así como en pequeños grupos de tres a cinco individuos de diferentes edades (se desconoce si estos grupos son familias). Cuando la reproducción comienza se destacan entre las vocalizaciones más frecuentes las melancólicas notas matutinas “fiu-fiu” de machos y hembras solitarios o en parejas, y cuando andan en grupos los “uaras” y “uacs” (cuadro 1).

El cortejo dura desde 10 hasta 16 días y se caracteriza por la formación de grupos de quetzales en los que participan machos y hembras adultos, así como juveniles de diferentes edades. En Costa Rica, el cortejo se puede presentar desde finales de diciembre (Wheelwright, 1983), mientras que en México generalmente ocurre a finales de enero y en Panamá se puede presentar hasta mediados de febrero. Estas diferencias parecen estar determinadas por la fenología de las plantas pues dependiendo de la disponibilidad de frutos maduros se retrasa o se adelanta la temporada de reproducción.

Lo más notorio del cortejo son los vuelos en caída libre que despliegan los machos adultos. Estos vuelos consisten en que un macho adulto se eleva casi unos 30 m por encima del dosel del bosque mientras vocaliza los característicos “uaracos”, regresando nuevamente al punto donde se encuentra el resto del grupo. Es posible que en el cortejo los machos compitan para ser elegidos por las hembras por lo que realizan estos vuelos en caída libre para exhibirse. Estos vuelos no terminan con el cortejo sino que permanecen hasta que la etapa de incubación como parte de la defensa y la delimitación de un territorio reproductivo alrededor al nido, en esta etapa el macho se eleva y se aleja del nido. A partir del mes de abril es raro seguir observando esta conducta y nunca la he

observado en los meses de migración. El tamaño del grupo de cortejo parece estar relacionado con el tamaño total de la población. Por ello, en localidades con tamaños poblacionales muy pequeños (menos de 10 individuos), apenas se puede ver un único macho haciendo estos despliegues ante la ausencia de un grupo de cortejo o de una hembra, como ocurre en varias localidades de las Montañas del Norte y en la Meseta Central. En contraste, en los sitios con un mayor número de quetzales, como es el caso de Panamá se pueden observar grupos de cortejo de hasta 30 individuos o en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas donde se forman grupos desde 9 hasta 15 individuos.

Una vez que se forma una pareja, inicia la búsqueda del nido en un vecindario (o territorio) en el que la pareja permanecerá durante toda la temporada de reproducción. En este vecindario establecerán el nido, buscarán su alimento, interactuarán con otros quetzales y con otras especies. La territorialidad de las parejas, y de los quetzales solitarios, es tan marcada que se pueden llegar a reconocer a los individuos de cada vecindario.

Los nidos de quetzales son agujeros en troncos muertos que se mantienen en pie, ramas muertas de un árbol vivo, o incluso se pueden encontrar en pequeñas oquedades naturales que la pareja acondiciona como nido. La altura a la que se observan los nidos varía pero suelen ubicarse entre los 3 y 9 m (Wheelwright, 1983) y ocasionalmente llegan a estar entre 11 a 15 m. Por mucho tiempo se pensó que los quetzales solamente ocupaban agujeros abandonados por otras especies (Skutch, 1944), ahora sabemos que una pareja puede excavar desde el inicio el agujero que será el nido, lo que usualmente se observa en México, en febrero, pero en el Parque Nacional Montecristo localizado en El Salvador, observé a una pareja excavando todavía a mediados de marzo, mientras que otras ya tenían nidos con huevos. Los miembros de la pareja excavan alternadamente durante todo el día, tomando breves recesos en los que van juntos a comer o bien pueden tomar un baño en las aguas tranquilas de los arroyuelos cercanos. Una vez que queda listo el nido, la hembra deposita uno o dos huevos de color azul que tienen una longitud promedio de 38.9 mm, (Labastille *et al.*, 1972). Rara vez se presenta más de una puesta al año, pero cuando ocurre se debe a que una pareja pierde por depredación sus huevos al inicio de la reproducción. El establecimiento del nido es crítico

co y los quetzales son particularmente sensibles en esta etapa, llegando incluso a abandonar agujeros que están casi listos para ser ocupados debido a la presencia de perturbaciones (e.g. incendios, cazadores y en general actividades humanas persistentes). Si una pareja que abandona su agujero no encuentra en las siguientes dos semanas otro es muy probable que ya no se reproduzca en ese ciclo.

Los primeros nidos con huevos comienzan a observarse en febrero y los últimos en el mes de mayo (Solórzano *et al.*, 2000). En Costa Rica, se presenta el pico de incubación entre abril y mayo (Wheelwright, 1983) en tanto que en México ocurre entre marzo y abril (Ávila y Hernández, 1990). La incubación la llevan a cabo ambos padres alternándose en turnos de aproximadamente tres horas. Luego de 18 o 21 días de incubación los huevos eclosionan. Los primeros nidos con polluelos comienzan a observarse en el mes de marzo y los últimos en el mes de mayo (Labastille *et al.*, 1972; Ávila y Hernández, 1990; Solórzano, 1995). También en esta etapa participan ambos padres entre los que no hay diferencias en el esfuerzo dedicado al cuidado de los polluelos (Solórzano, 1995). Wheelwright (1983) sugirió que los padres llevan frutos a los polluelos a partir del segundo día de la eclosión, al abandonar los polluelos el nido concluye la etapa de la reproducción.

Época de migración

En México, la migración altitudinal suele presentarse desde finales de mayo, los primeros en desplazarse son las parejas que no lograron tener polluelos en esa temporada. En aquéllos que lograron tener polluelos, entonces sólo migra uno de los padres, en cuanto el polluelo abandona el nido, y el otro permanece cuidándolos durante los siguientes seis meses. Los individuos que migrarán comienzan visitando localidades cercanas por pocos días y regresan nuevamente a territorio productivo, exhiben este comportamiento por una o dos semanas, hasta que finalmente se establecen en los sitios de migración hasta el mes de diciembre. En este mes retornan los adultos reproductivos a su mismo vecindario donde se reencuentra con su pareja del año anterior. Se llama migración altitudinal porque ocurre un descenso desde los bosques de anidación que se

encuentran desde 1400 hasta 2500 msnm hacia otros bosques más bajos ubicados entre los 800 y los 1400 msnm (Powell y Bjork, 1994; 1995). La migración altitudinal de los quetzales es de tipo parcial ya que una parte de la población no migra sino que permanece todo el año en los bosques se anidación. La migración no ocurre en grandes parvadas sino de manera individual, cada quetzal migra en diferentes fechas y sitios.

Las causas por las que los quetzales migran no están claramente establecidas. Wheelwright (1983) propuso que en los quetzales los frutos de la familia Lauraceae determinan la ruta y los periodos de migración. Solórzano *et al.* (2000) analizaron la fenología de fructificación de 20 especies de árboles de un sitio de anidación de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, encontrando que no existe una correlación entre los cambios en la abundancia de quetzales con el total de frutos producidos por las 11 especies de lauráceas registradas en la alimentación de los quetzales (cuadro 2), así como tampoco con los frutos producidos por las 20 especies de árboles. Sin embargo, la correlación entre el número de especies fructificando y la abundancia de quetzales fue significativa, lo que sugiere que los quetzales responden a la distribución total de frutos en el bosque y no solamente a los de Lauráceas. Respecto a la fenología de fructificación de las especies que los quetzales comen en los sitios de migración, se tienen pocos datos debido a que no se conocen todas las especies que representan su recurso alimentario en esos sitios. En su análisis fenológico Solórzano (1995) incluyó tres especies registradas en la dieta de los quetzales de un sitio de migración, las que presentan una similitud en los periodos de fructificación con las de sitios de anidación. Es evidente que se necesitan más estudios fenológicos, bromatológicos y ecológicos para entender las causas de la dinámica migratoria de los quetzales.

Una de las preguntas claves que se pudo establecer sobre los desplazamientos altitudinales de los quetzales fue conocer si se trataba realmente de una migración altitudinal o eran movimientos estacionales (e.g. Wheelwright, 1983; Loiselle *et al.*, 1989). Con la técnica de radiotelemetría se estableció que el quetzal es una especie migratoria altitudinal (Powell y Bjork 1994; L. Noble datos no publ.). La dinámica de la migración es muy similar en quetzales de Chiapas (L. Noble datos no publ.), Costa Rica (Powell y Bjork, 1994; 1995) y Guatemala (Paiz, 1996).

La distancia máxima en línea recta que los quetzales se alejan de sus ámbitos hogareños es de 50 km (L. Noble datos no publ.). Recorrer esta distancia le lleva a un quetzal apenas un día, aunque generalmente van haciendo escalas en diferentes bosques alejándose en promedio hasta 30 km de su punto de partida. Estas distancias pueden parecer poco, pero si una persona intenta caminar 30-50 km en línea recta siguiendo la ruta de migración de un quetzal le llevaría varios días o semanas alcanzar el punto a donde un quetzal llegó en pocas horas debido a la topografía escarpada de estas áreas.

Al terminar la migración, los quetzales se reencuentran con la pareja del año anterior. Los datos de parejas que fueron marcadas con radiotransmisores por tres temporadas reproductivas consecutivas, mostraron que regresaron con su misma pareja en estos años lo que sugiere que se trata de una especie monógama fiel. La monogamia de los quetzales está comprobada desde el punto de vista social, es decir el macho y la hembra atienden un único nido y no destinan recursos a la búsqueda y protección de otros nidos o parejas. En las aves la monogamia social no garantiza una monogamia genética es decir la ausencia de cópulas extramaritales con otros individuos que no son la pareja, esta cuestión se podrá resolver con análisis genéticos de paternidad.

Hábitats

A lo largo de su ciclo reproductivo el quetzal ocupa diferentes tipos de ecosistemas debido a la migración altitudinal (Solórzano, 1995). Los hábitats de anidación de los quetzales cambian en su composición florística a lo largo de Mesoamérica pero son muy similares en su estructura y en su fisonomía. En los bosques donde los quetzales anidan los árboles dominantes del dosel son especies latifoliadas que alcanzan alturas que oscilan entre los 25 m y 60 m, destacan elementos como los helechos arborescentes de al menos 20 m de alto, así como la gran riqueza de epífitas higroscópicas (musgos, helechos, bromelias y orquídeas), junto con un sotobosque denso compuesto por helechos, arbustos, hierbas y palmas. La niebla se presenta durante casi todo el año contribuyendo con el 70% de la humedad. Se presenta una temporada corta de secas

que se extiende de diciembre a mediados de abril. En este último mes se presentan las primeras lluvias que no cesarán hasta alrededor del mes de noviembre, los niveles de precipitación anual son variables pero oscilan entre los 2500 a 4000 mm al año. Contrariamente a lo que algunos autores afirman, durante el mes de enero en estos bosques se presentan temperaturas que bajan hasta -2°C (Solórzano, 1995).

El nombre con el que se conocen los sitios de anidación cambia dependiendo del sistema de clasificación que se use. De manera general los bosques de anidación corresponden a lo que Leopold (1950) denominó como *cloud forests*, otros nombres que reciben estos bosques en Mesoamérica son *tropical montane forests*, *montane rain forests* y *evergreen cloud forests* (Aldrich *et al.* 2000). En Monteverde, Costa Rica se han nombrado a los bosques de anidación como *lower montane wet forests* y el *lower montane rain forests* (Wheelerwright, 1983).

En México, el término de *bosque mesófilo de montaña* ha sido el más empleado para nombrar a los bosques de anidación (Ávila y Hernández, 1990; Solórzano, 1995). El problema de este concepto es que resulta muy amplio ya que incluye tanto sitios de anidación como de migración. El bosque mesófilo de montaña fue dividido por Breedlove (1981) en su sistema de clasificación de la vegetación de Chiapas en *bosque templado de pino-encino-Liquidambar*, *lower montane rain forests* y *evergreen cloud forests*. Este último tipo de vegetación es el que corresponde a los sitios de anidación de los quetzales (Solórzano *et al.*, 2003) y los primeros dos corresponden a sitios de migración. Del *evergreen cloud forests* (bosque de niebla perenne) se encuentran algunos remanentes en los picos montañosos más altos de la Meseta Central, en las Montañas del Norte y en la Sierra Madre de Chiapas entre los 1900 y los 3200 msnm, en tanto que prácticamente desapareció de la región fisiográfica de las Montañas del Oriente (Breedlove, 1981). Estos bosques presentan una diferente composición en cada una de las regiones fisiográficas mencionadas pero mantienen una similitud estructural y fisonómica, así como también comparten características climáticas similares.

Al finalizar la reproducción (junio) los quetzales inician los desplazamientos desde sus ámbitos hogareños hacia los bosques cercanos ubicados entre 800 y 1400 msnm. Los bosques de migración son sistemas

templados de pino-encino-*Liquidambar*, bosques de *Liquidambar*, así como la vegetación que se desarrolle en las cañadas húmedas como pueden ser selvas medianas perennifolias y vegetación riparia (Solórzano, 1995). Además, los tipos de vegetación llamados por Breedlove (1981) como *lower montane forests*, y *wet montane forests*. Los quetzales no bajan a altitudes donde se desarrollan bosques tropicales caducifolios (selva baja caducifolia), dunas costeras, o matorrales crasicáules. Incluso no migran a bosques cuyas altitudes son superiores a sus bosques de anidación como pueden ser los bosques de enanos o los bosques de gimnospermas (*Abies*) los cuales se desarrollan en las regiones montañosas más altas.

Durante la migración altitudinal los quetzales no son capaces de recorrer grandes distancias de manera que no se mueven más de un minuto meridional, respecto a su territorio reproductivo. En Chiapas, los quetzales migran hacia los bosques ubicados dentro de una misma región e incluso no se mueven entre diferentes regiones fisiográficas. Por ejemplo, los individuos de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, migran hacia los bosques aledaños y no alcanzan otras regiones fisiográficas del estado, así como tampoco cruzan la frontera de Guatemala. En cambio, los de la región de la Meseta Central (Lagos de Montebello) es muy posible que se muevan a la región de los Cuchumatanes en Guatemala debido a que aún se mantiene una continuidad entre estos bosques. Esta ruta y la que configuraron los bosques extintos de las Montañas del Oriente representarían un corredor biológico natural de dispersión de la biota entre América del Norte y América del Sur.

A partir de esta información y la complejidad de la migración de los quetzales, es evidente que hacen falta estudios de caracterización de las comunidades vegetales, que representan los hábitats de anidación y migración.

Recurso alimentario

Los quetzales han sido nombrados por diferentes autores como frugívoros especialistas debido a la alta proporción de frutos que incluyen en su dieta (Wheelwright, 1983). Para otros autores un frugívoro especialista es aquel que se alimenta durante todo su ciclo de vida exclusi-

vamente de frutos (Snow, 1981). En el caso del quetzal, se ha clasificado como frugívoro especialista porque se alimenta preferentemente de frutos de Lauraceae (Wheelwright, 1983; Ávila y Hernández, 1990), e incluso Mackey (1975) propuso que esta familia dependía del quetzal para su dispersión pero actualmente se sabe que es falso. Se desconoce si el alto porcentaje de frutos de lauráceas que los quetzales comen responde a una preferencia o es porque que esta familia es una de las más abundantes en los bosques de niebla. Mis observaciones en nidos muestran que si los quetzales se ven presionados a conseguir alimento para sus polluelos les llevan de los frutos que se encuentren más cercanos sean o no lauráceas. Debido a que el quetzal no se alimenta exclusivamente de frutos durante todo su ciclo de vida sino que también comen vertebrados e invertebrados (Skutch, 1944; Wheelwright, 1983; Ávila *et al.* 1996; Solórzano, 1995), así como de flores (*Saurauia madrensis*) en anthesis (Solórzano, 1995) y yemas de hojas (*e.g. Podocarpus matudae* y lauráceas) se debe clasificar como una especie omnívora.

Los quetzales adultos utilizan un sistema de forrajeo en el que arrancan los frutos al vuelo, luego ya perchados los tragan enteros. El tamaño del fruto determina el número que toma un quetzal en cada sesión de alimentación, de manera que si se tratan de frutos entre 0.5 cm a 1.5 cm de largo toman de tres a cinco, pero si se trata de frutos de más de 2 cm tragan de dos a tres, luego esperan alrededor de media hora para que bajen por el esófago y regurgitar la semilla. El sistema de forrajeo que utilizan para capturar a los animales no ha sido observado, pero los entregan vivos a los polluelos los engullen enteros en el momento en que los reciben.

Los frutos que comen los quetzales son principalmente drupas y bayas suaves (Skutch, 1944; Wheelwright, 1983; Ávila *et al.*, 1996; Solórzano, 1995), e infrutescencias como son las producidas por la familia Moraceae (Wheelwright, 1983; Solórzano, 1995), y también comen arilos carnosos de la planta parásita *Clusia salvinii* o de la enredadera *Celastrus vulcanicola*. Los frutos que comen son producidos por árboles, arbustos, enredaderas y parásitas.

El quetzal es un excelente dispersor de las semillas ya que las semillas grandes (*e.g.* más de 1.5 cm de largo) son regurgitadas enteras lejos

de la planta madre lo que disminuye la competencia con su progenie, en tanto que las semillas pequeñas (e.g. menos de 1.5 cm de largo) salen enteras en las excretas y sin daño aparente.

En la dieta de los quetzales adultos de Costa Rica (cuadro 2) se registraron 41 especies de plantas agrupadas en 17 familias. De estas 41 especies el 44% está representado por Lauraceae. En la etapa de polluelo se observaron siete familias de plantas, siete órdenes de insectos y una familia de vertebrados, así como taxa no identificados de moluscos (Wheelwright, 1983).

En Chiapas, los quetzales se alimentan de los frutos de 32 especies de plantas (cuadro 2) de las cuales el 31% proceden de la familia Lauraceae (Solórzano *et al.* 2000). En la dieta de los polluelos se observaron nueve familias de plantas, siete órdenes de insectos, dos clases de vertebrados y otros no identificados (Ávila y Hernández, 1990; Solórzano, 1995). Los frutos de la familia Lauraceae son los que más contribuyen en la dieta de los polluelos tanto en México (52%) como en Costa Rica (78%).

Los frutos de Lauraceae contienen una alta proporción de lípidos, agua y vitaminas, en tanto que el resto de las familias de frutos contienen principalmente azúcares (Snow, 1981). El alimento de origen animal sólo se ha observado cuando los padres lo llevan a sus polluelos, lo cual no significa que en la etapa adulta no sea utilizado sino que hacen falta observaciones de campo.

El recurso alimentario de los quetzales en los sitios de migración no ha sido ampliamente documentado debido en parte a que se desconocían con precisión estos sitios. En México, se conocen seis especies de árboles de dos sitios de migración cercanos al bosque de niebla de la reserva de la Biosfera El Triunfo (cuadro 2). En México los géneros *Ficus* y *Beilschmeidia* se distribuyen en sitios de migración, en cambio en Costa Rica estos géneros se encuentran en el sitio de anidación de Monteverde (Wheelwright, 1983). Aunque en el norte de la Sierra Madre de Chiapas (cerro Tres Picos) el género *Ficus* alcanza altitudes de 1700 msnm, apenas a unos cuantos kilómetros de donde los quetzales anidan, no se ha logrado observar que los quetzales bajen en los meses de anidación para alimentarse de estos frutos.

Interacciones bióticas

Los quetzales tradicionalmente han sido considerados como una especie críptica con lo que se pretende señalar que pasa inadvertida debido a que es silenciosa y frecuentemente se ven individuos solitarios. Efectivamente fuera de la temporada de reproducción se puede considerar como una especie críptica, ya que es más común observar quetzales solitarios que en grupos o parejas. Sin embargo, en época de reproducción los quetzales exhiben una marcada conducta social acompañada de un característico y amplio vocabulario que sugiere la evolución de una compleja historia de vida. Es difícil imaginar que su sistema de comunicación y las conductas asociadas se hayan originado fuera de un contexto de interacciones intraespecíficas e interespecíficas, es decir fuera de un marco de actividades sociales.

Las interacciones bióticas más evidentes en quetzales son la competencia intraespecífica e interespecífica y la depredación. El parasitismo es un caso particular de depredación pero ésta no es muy evidente por lo que ha sido poco documentada. La competencia la he observado únicamente por los territorios y nidos potenciales tanto con quetzales como con otras especies como son el tucán verde (*Aulacharynchus prasinus*), trogones y especies de pájaros carpinteros (*Melanerpes*). La defensa de estos recursos consiste en persecuciones entre todos los competidores participantes, en raras ocasiones se observan breves enfrentamientos corporales golpeándose con las patas mientras se mantienen en el aire. La competencia por un nido potencial o por un territorio puede durar unas cuantas horas o por varios días. Suele ocurrir que la pareja perdedora establezca su nido en un ámbito hogareño vecino al de la pareja ganadora, la distancia mínima observada entre dos nidos de diferentes parejas de quetzales es de 200 m, por lo que generalmente hay traslape de los dos ámbitos en una pequeña porción pero no se observan interacciones antagónicas en esa área de traslape. La competencia por nidos con especies de carpinteros y trogones si ocurre, aunque tienden a ocupar agujeros menos altos (2.5-7 m) y más pequeños que los de los quetzales. En el caso del tucán verde, es raro que se presente una pelea ya que éstos excluyen fácilmente a los quetzales sin que estos últimos peleen o defiendan el nido potencial.

Cuando se trata de un nido que ya está activo no ocurre una competencia como tal, sino defensa del mismo, la pareja del nido permite que se acerquen otros quetzales a una distancia aproximada de 15-25 m, rebasados estos límites se presenta una persecución hasta lograr apartar al invasor.

Es interesante que en los grupos de alimentación donde se reúne un gran número de quetzales de diferentes sexos y edades no se ha observado competencia o conductas antagonistas, aparentemente estas reuniones son aprovechadas para socializar. La vocalización “uaras” es la más escuchada en estas reuniones. También, es común que en la temporada de anidación los quetzales coincidan en las horas de alimentación con otras especies de aves frugívoras como el pajuil (*Penelopina nigra*), el pavón (*Oreophasis derbianus*), el pájaro campana (*Procnias tricarunculata*) y los capulíneros *Ptylogonis cinereus*, *P. caudatus*, así como *Trogon mexicanus* y *T. collaris*, con las que no se han observado conductas antagonistas. Sin embargo, cuando llegan tucanes (*A. prasinus*), que se comportan como competidores agresivos ahuyentado a todos, incluyendo al pavón, el cual no siempre responde a los embistes del tucán y parece ignorarlo mientras logra comer y luego se aleja.

Otra interacción observada en los quetzales es la depredación de huevos e incluso de adultos. En etapa de huevos se pierde el 80% de los nidos debido a la depredación (Wheelwright, 1983; Solórzano, 1995). Los principales depredadores de huevos y polluelos son el tucán, *A. prasinus*, mamíferos terrestres como ardillas (*Sciurus sp.*) las que atacan vía terrestre por lo que son detectados cuando se acercan al nido, y mamíferos arborícolas que llegan sigilosamente por las ramas de los árboles, como son el mico de noche (*Potos flavus*), cacomixtles (*Bassariscus sp.*), tejones (*Nasua narica*) y martuchas (*Mustela sp.*), generalmente la defensa fracasa ya que incluso los adultos se tratan de poner a salvo. Las vocalizaciones que se escuchan en estas situaciones de alto estrés son los “uacs” y “acúa-acúa” de manera repetitiva, lo que puede durar incluso algunas horas. Cuando el nido es depredado la pareja permanece en el mismo ámbito hogareño e inicia una migración temprana en el mes de mayo cuando otros aún están cuidando a sus polluelos. Si la depredación del nido ocurre entre febrero y marzo puede presentarse una segunda puesta generalmente de un solo huevo.

Además de los mamíferos arborícolas, los quetzales adultos tienen como depredadores al tigrillo (*Felis weidii*), halcones y aguilillas del interior del bosque (Wheelwright, 1983), así como búhos adultos de *Strix occidentalis*. Se desconocen las tasas de mortalidad de los adultos debidas a la depredación.

El parasitismo en quetzales no ha sido estudiado y solamente se ha documentado que los adultos de las moscas de la familia Oestridae depositan sus huevos en los cuerpos de los quetzales (Wheelwright, 1983). También los quetzales tienen como parásitos a las garrapatas de la fauna silvestre nativa. Potencialmente podrían también ser parasitados por garrapatas de ganado, debido a que he encontrado que en los bosques de niebla cercanos a potreros, algunas especies de aves del dosel como *Trogon collaris* tienen garrapatas de ganado.

Territorialidad

La certeza de que los quetzales son marcadamente territoriales se obtuvo con la aplicación de la radiotelemetría. Con esta técnica se lograron rastrear durante tres años seguidos a los mismos individuos durante todo su ciclo reproductivo, lo que permitió conocer tantos sus actividades cotidianas como los movimientos realizados dentro del bosque (L. Noble datos no publ.).

La territorialidad de los quetzales ya se había supuesto desde finales de 1960 pero no había podido corroborarse debido a la ausencia de técnicas de identificación de individuos. Aún así, Bowes y Allen (1969) establecieron que los quetzales delimitan un ámbito hogareño estimado en una superficie de 0.061 km² a 0.11 km² para una pareja en la región de Atitlán, Guatemala. Posteriormente, Labastille y colaboradores (1972) concluyeron con base en el seguimiento de individuos no marcados que la defensa de un territorio reproductivo ocurre en un radio aproximado de 304.8 m del nido. Esta distancia difiere a la que he observado en ocho sitios de anidación diferentes, ya que máximo he observado la defensa del nido a 50 metros de distancia al invasor.

Los datos de telemetría mostraron un tamaño de 0.5 km² para el ámbito hogareño de varias parejas de la Reserva de la Biosfera El Triun-

fo, Chiapas (L. Noble datos no publ.). En este territorio permanece la pareja durante toda la temporada reproductiva, allí resuelven todas sus necesidades de recursos para la reproducción y la supervivencia. Se desconoce cómo delimitan su ámbito hogareño ya que no existen límites claros entre uno y otro e incluso puede haber traslape de ámbitos hogareños, tampoco es la presencia de cambios topográficos o la presencia de ríos o cascadas o una aparente mayor disponibilidad de recursos, lo cierto es que una vez que esa pareja establece su territorio no sale del mismo durante todos los meses de reproducción.

Diversidad genética

Estudios recientes indican una marcada estructuración geográfica de la diversidad genética del quetzal a lo largo de toda su distribución (Solórzano *et al.*, 2004). Esta diferenciación es particularmente clara ($F_{st} = 0.37$) entre el conjunto de las poblaciones norteñas (México, Guatemala, El Salvador y Nicaragua) y las sureñas (Panamá), nombradas como *P. mocinno mocinno* y *P. m. costaricensis*, respectivamente. Esta gran diferenciación genética sugiere una fuerte restricción en el flujo génico entre las poblaciones sureñas y norteñas. Un análisis adicional mostró que la probabilidad de que haya ocurrido flujo génico entre las dos subespecies en los últimos 10 millones de años es apenas de 0.004%, mientras que la estimación del tiempo al ancestro común más reciente (TMRCA) fue de tres a seis millones de años (Solórzano, 2003). Estos resultados indican una alta probabilidad que al menos desde hace tres millones de años surgieron barreras geográficas que aislaron genéticamente a las poblaciones norteñas y sureñas generando una gran diferenciación genética y una menor diferenciación morfológica (Solórzano, 2003; Solórzano y Oyama, en prensa). Estas diferencias no se reflejan en las vocalizaciones y en las conductas ya que incluso las subespecies responden a grabaciones de la otra.

Las estimaciones para ubicar en el tiempo la separación geográfica entre subespecies que se obtienen con datos moleculares concuerdan con datos geológicos del lugar. América Central es un mosaico de placas de diferentes orígenes tectónicos. Particularmente, la placa

Panamá-Choco se desprendió de la porción noroeste de América del Sur (región andina), al tiempo que se desplazó hacia el noreste y en su paso colisionó con la placa caribeña lo que causó entre otros efectos una gran actividad volcánica, la elevación de tierras y el surgimiento de grandes cuerpos de agua (Keigwin, 1982). Se estima que estos sucesos ocurrieron entre tres y 12 millones de años (Paleoceno-Mioceno) afectando a la biota del lugar (Kellog y Vega, 1995). Si suponemos que una única población ancestral de quetzales ya estaba presente en la placa Panamá-Choco al momento de desprenderse de la región Andina, ésta se separó debido a los procesos geológicos que se presentaron en la zona, lo que explicaría la alta diferenciación genética que se visualiza actualmente.

Los datos genéticos (Solórzano y Oyama, en prensa; Solórzano *et al.* 2004) confirmaron que las subespecies están aisladas genéticamente, lo cual ya se intuía a partir de los estudios de radiotelemetría conducidos en Costa Rica (Powell y Bjork, 1994; 1995). Estos autores observaron que los quetzales de Monteverde, Costa Rica, no alcanzan a las poblaciones de Nicaragua durante la migración altitudinal. De hecho los quetzales que migraron no llegaron siquiera a la frontera con Nicaragua. La presencia del lago Nicaragua y de bosques tropicales lluviosos y los humedales que se encuentran en estas latitudes representan grandes barreras geográficas para los quetzales.

Los resultados genéticos señalan que dentro de las poblaciones noroceanas (México, Guatemala, El Salvador y Nicaragua), el aislamiento geográfico que se observa en la actualidad es producto de la pérdida y la fragmentación de los bosques ocurrida en los últimos años más que a procesos históricos, como lo demuestran los análisis ADNmt que encontró que los quetzales de México (Chiapas) son genéticamente iguales a los de Guatemala (Sierra de las Minas y Biotopo Quetzal). A su vez, los de Biotopo Quetzal son muy similares a los de El Salvador procedentes de la región del Trifinio (punto donde coinciden las fronteras políticas de Guatemala, El Salvador y Honduras). En México, los quetzales de diferentes regiones fisiográficas de Chiapas son genéticamente iguales (Solórzano *et al.*, 2009).

Otro análisis de distancias genéticas usando fragmentos aleatorios de ADN (RAPDs) mostró que a lo largo de toda la distribución del quetzal existen tres grandes grupos: 1) México, que se separa del resto de América Central, 2) Guatemala-El Salvador-Nicaragua y 3) Panamá que también generó un agrupamiento diferente del resto de América Central (García-Juárez, 2003). Los RAPDs permiten identificar procesos más recientes de flujo génico lo que explicaría la diferencia con el resultado de Solórzano *et al.* (2004) quienes emplearon para su análisis ADNmt que es un buen marcador para detectar procesos históricos de flujo génico (Avice, 1994). Ambos marcadores señalan un modelo de flujo génico de aislamiento por distancia (Wright, 1943), es decir, que aquellas poblaciones más cercanas geográficamente son las que presentan mayores similitudes genéticas, esto se demuestra con un análisis de correlación entre distancias genéticas y distancias geográficas ($r^2 = 0.81$, $P = 0.003$), lo que sugiere que es necesario mantener la conectividad entre las poblaciones remanentes geográficamente más cercanas (Solórzano *et al.*, 2004).

Respecto a la diversidad haplotípica del quetzal hay grandes diferencias a lo largo de toda su distribución. En Panamá, se encontraron cuatro haplotipos en un total de 14 individuos, mientras que en Chiapas ($N = 13$) apenas se encontraron dos (Solórzano *et al.*, 2004). La diversidad nucleotídica (π) en de los quetzales en Mesoamérica es relativamente baja ($\pi = 0.0171$) comparadas con otras especies de aves que no están bajo alguna categoría de amenaza como *Calidris alpina* ($\pi = 0.036$) y *Melospiza melodia* ($\pi = 0.044$). Estimaciones de π para México muestran que los valores de este parámetro son inferiores ($\pi = 0.0021$) a los de Panamá ($\pi = 0.0026$) lo que sugiere que los quetzales de México son menos diversos genéticamente que los de Panamá. Este resultado se puede explicar con base en las contrastantes densidades poblaciones, pues mientras en Panamá se registran entre 6-14 individuos, en México apenas se observan por 0-4 por transecto de 2 km de longitud. Una explicación alternativa a la baja diversidad genética de los quetzales de México, es que en este país la colonización ocurrió después que en Panamá por lo que aún no ha transcurrido tiempo suficiente para que se refleje una gran diferenciación entre los individuos de su población.

Amenazas y perspectivas de conservación

El contexto geográfico del quetzal es Mesoamérica, considerada como una región de conservación crítica a nivel mundial debido a la alta riqueza biológica, ecológica y cultural que aún alberga, a pesar de que se ha perdido el 80% de su cobertura vegetal (Myers *et al.* 2000). Los estudios disponibles señalan que los bosques mesoamericanos de tierras altas (a partir de 1500 msnm) presentan tasas de pérdida anual superiores (1%) a las tasas (0.8%) de los bosques de altitudes inferiores (FAO, 1995). En el caso particular del quetzal se señalan como amenazas principales a la fragmentación y a la destrucción de sus hábitats naturales (IUCN, 2009). Sin embargo, no hay estudios que hayan evaluado el impacto de estos procesos, excepto para el caso de Chiapas (Solórzano *et al.* 2003). Otro factor de riesgo, no considerado por la IUCN, es la extracción de individuos adultos, huevos y polluelos de las poblaciones naturales. El comercio de individuos vivos, muertos o subproductos está regulado por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2005). Desafortunadamente, los impactos de esta extracción no han sido evaluados, y para la mayoría de los países ni siquiera se tienen registrados el número y origen de los quetzales que son vendidos de manera ilegal. Solamente, para Costa Rica, se tiene conocimiento de que en la década de 1980 se decomisaban aproximadamente hasta 100 machos adultos por año (Johnsgard, 2000), pero se desconoce si estos provenían de dicho país.

A nivel mundial el quetzal está clasificado como una especie cercano a la amenaza (IUCN, 2009). Esta categoría agrupa a las especies que cuentan con más de una población, que corren el riesgo de extinguirse si no desaparecen sus amenazas. En México, el quetzal está clasificado en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002), debido a que sus poblaciones han decrecido tanto que está en riesgo la viabilidad de la especie en el país.

Una estrategia de conservación del quetzal debe incluir por un lado la preservación de sus hábitats de anidación y de migración, así como la de los bosques que mantienen la conectividad entre los sitios de anidación remanentes. Por otro lado, deben realizarse acciones para detener

el tráfico ilegal. La conservación de los hábitats del quetzal deberá incluir escalas locales y regionales dentro de cada país y además una escala de paisaje que trascienda las fronteras políticas (Solórzano, 2003). Lo anterior es un gran reto, si se considera la compleja problemática ambiental de la zona, originada en gran parte por la extrema pobreza de los países mesoamericanos (FAO, 2002), la conversión de bosques a potreros, planes de desarrollo nacionales y regionales ineficientes, así como formas de aprovechamiento que no favorecen la conservación de los recursos naturales.

Una primera fase de un plan de conservación a nivel mundial debería incluir un diagnóstico completo del estado de conservación de los hábitats del quetzal, para conocer de manera precisa la distribución, el tamaño, el nivel de perturbación y la conectividad entre ellos. Actualmente en Mesoamérica existen 411 áreas protegidas que cubren alrededor de 90 000 km² en toda la región, aunque la gran mayoría de ellas corresponden a un estatus de protección mínima, ya que de esas 411 áreas protegidas, solamente seis son Reservas de la Biosfera. Para el caso particular de los Bosques de niebla mesoamericanos no se tiene una evaluación sobre su estado de conservación. Una minoría de ellos se nombraron como áreas naturales protegidas, entre los que destacan la reserva de la biosfera Sierra de las Minas, Guatemala (2420 km²), Reserva de la Biosfera Bosawas compartida entre Nicaragua y Honduras (500 km²). En Honduras, existe un gran número de pequeños Bosques de niebla clasificados como Parques Nacionales, por el ejemplo el de La Muralla, La Tigra, Celaque y Cusuco pero no existen Reservas de la Biosfera. En México, las dos únicas áreas protegidas con poblaciones de quetzales son las Reservas de la Biosfera El Triunfo (1770 km²) y La Sepultura (1673 km²).

El diagnóstico del estatus de conservación de los bosques mesoamericanos permitiría proponer áreas prioritarias que mantuvieran su conectividad, ya que identificar grandes extensiones de áreas continuas para conservación no es realista. En este sentido, Solórzano (2003) aplicó el término de corredor biológico para rescatar bosques que aún mantienen una alta riqueza biológica que deberán conservarse si se quiere además mantener una ruta geográfica que ha sido el puente en-

tre la biota de dos de los grandes campos biogeográficos –el Neártico de América del Norte y el Neotrópico de América del Sur y Centroamérica y el Caribe. Este puente llamado América Central, ha funcionado desde el Terciario como un corredor de biológico que ha permitido los procesos de migración y de dispersión de la biota entre América del Norte y del Sur (Graham, 1998).

Para preservar la conectividad entre los bosques chiapanecos, esta autora también sugirió que se deben proteger y restaurar los bosques de menores altitudes de manera que se mantengan los corredores biológicos naturales, uno de ellos al oriente del estado de Chiapas que permitiría la conexión de la Meseta Central, las Montañas del Oriente y las Montañas del Norte a través de la región de los Cuchumatanes. Por otro lado, dentro del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano de la WWF, se podría mantener una ruta de migración entre la región de los Chimalapas y el occidente de América Central. A esta propuesta deben incorporarse programas de educación de la importancia de la conservación del quetzal y la biodiversidad en general, así como programas de capacitación y actividades productivas sustentables para las comunidades que demandan la satisfacción inmediata de sus necesidades cotidianas.

Desafortunadamente, para los otros seis países mesoamericanos con quetzales no existen estimaciones tan detalladas sobre los efectos de la pérdida y la fragmentación de los bosques sobre la distribución de esta especie, pero a pesar de ser una región que destaca a nivel mundial tanto por su alta riqueza biológica y ecológica, como cultural, presenta fuertes amenazas que conducen a la pérdida diaria de sus bosques (Myers *et al.* 2000). Los proyectos de conservación en Mesoamérica requieren un fuerte compromiso entre los gobiernos locales y federales de cada país, lo cual permitirá integrar una propuesta de desarrollo regional que no comprometa los recursos naturales, y en el cual deberían involucrarse a las comunidades locales, la sociedad civil, las organizaciones no gubernamentales, las instituciones de educación y de investigación y otros sectores de la sociedad. En esta propuesta también se debe vigilar el respeto y el cumplimiento de las leyes que protegen a las especies silvestres y sus hábitats.

Cuadro I. Comportamientos sociales y sus vocalizaciones asociadas en *P. mocino*. Se incluyen las siete vocalizaciones identificadas por Ávila y Hernández (1990) las situaciones en las que las escucharon, aunque estos autores no aclaran si los machos y las hembras a los que se refieren son adultos.

Voz onomatopéyica	Ejecutantes	Situaciones en las que se observa	Precisiones a Ávila y Hernández 1990
Fiu-fiuuu	Macho y hembra adultos	Es la primera vocalización que emiten los quetzales al amanecer. En otros horarios las emiten machos y hembras cuando están buscando un nido, así como en el nido ya establecido. La hembra emite esta vocalización más suave que el macho. Esta vocalización delimita un territorio cercano al nido y comunicación entre parejas. Los machos solteros preadultos también las emiten pero se parece más a la de una hembra que a las de un macho adulto	Solamente la escucharon en machos. La más común al amanecer y menor frecuencia el resto del día
Fiuuuuuu	Macho y hembra adultos	Se escucha cuando se están formando o se reencuentran las parejas. Frecuentemente empleada durante la excavación, la incubación y la crianza de polluelos. El padre que no migra la usa cuando cuida a los polluelos	Vocalización suave realizada al vigilar el sexo opuesto durante excavación, incubación o calentamiento del polluelo
Uac-uac	Macho y hembra adultos, juveniles y preadultos	Refleja una situación de estrés debido a la presencia de perturbación, esta vocalización se acompaña de movimientos agitados de la cola de los ejecutantes	Escuchada en machos y hembras cuando estaban perchados, cuando detectaban anomalías o después de haber defendido el nido contra depredadores
Uaraco	Macho adulto	Vuelos despegados por el macho por fuera del dosel, muy frecuente en el cortejo. También, cuando el macho llega o se aleja de un nido activo, o depredado pero que aún la pareja se mantiene cerca del mismo	Escuchada en machos. Vocalización emitida en vuelo cuando están alterados, solos o en grupo o cuando eran relevados por la hembra, al alejarse del nido

Uara-uara	Machos, hembras, juveniles y preadultos	Las emiten al volar entre ramas cercanas cuando se alimentan o participan en grupos de cortejo o en parejas. Son las únicas vocalizaciones escuchadas a los juveniles. En los sitios de migración es común escuchar esta vocalización mientras se alimentan	Machos y hembras. En estado de alteración y en vuelo
Acúa	Machos, hembras, juveniles y preadultos	Es una vocalización que se emite en situaciones de gran estrés como son la presencia de depredadores o personas cercanas al nido activo o en excavación. Justo después de la depredación del nido. En los grupos de alimentación y cortejo cuando se percatan de la presencia de depredadores como mamíferos y aves rapaces, así como personas. Se acompañan de movimientos de la cola y pueden ser tan constantes que se escuchan como si fuera en dos silabas acúa-acúa repetidas constantemente si el agente de estrés no se aleja	Macho y hembra. Emitida con poca frecuencia, cuando estaban alterados, en grupo o en pareja
Acúaa-Acúaaaa	Machos y hembras adultos	Es una vocalización ante situaciones de gran estrés como las descritas para los Acúa's, pero en esta los quetzales enfrentan a los causantes del estrés como si los quisieran alejar e intimidar. Se acompaña de movimientos de la cola	
Fiu-fu	Polluelo	Cuando el polluelo deja de ser alimentado por sus padres la emiten perchados en el nido	Realizada cuando el polluelo estaba solo y que no había sido alimentado con regularidad. Detectada a partir del día 26 de nacido
Fiiii	Polluelos	Notas repetidas en dos. La emiten ya sea perchados o desde dentro del nido se desconoce si es porque llaman por alimento o por calor ya que los padres no responden de manera inmediata a ella	
Fiii-fuuu	Polluelos	La emiten en los últimos días antes de abandonar el nido, llaman a sus padres y la hacen cuando estos los incitan a dejar el nido volando frente a ellos	

Cuadro 2. Recurso alimentario de *P. mocinno* (a partir de Wheelwright, 1983; Ávila y Hernández 1990; Solórzano, 1995). En el caso de taxa de animales se enuncian los niveles taxonómicos hasta donde se pudieron determinar.

Familia	Especies en México	Especies en Costa Rica
Araceae		<i>Anthurium</i> sp.
Araliaceae		<i>Dendropanax arboreus</i>
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	
Actinidiaceae	<i>Saurauia madrensis</i> B.T. Keller & Breedlove	
Annonaceae		<i>Guatteria consanguinea</i>
Celastraceae	<i>Celastrus vulcanicola</i> Donn. Sm.	
Flacourtiaceae		<i>Hasseltia floribunda</i>
Lauraceae	<i>Beilschmiedia</i> sp.	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>
	<i>Cinnamomum zapatae</i> Lorea-Hern.	
	<i>Licaria excelsa</i> Kostermans	
	<i>L. glaberrima</i> (Lundell) C.K. Allen	
	<i>Nectandra rudis</i> C.K. Allen	<i>Nectandra davidsoniana</i>
		<i>N. gentlei</i>
		<i>N. hypoglauca</i>
	<i>N. aff. salicina</i> C.K. Allen	<i>N. salicina</i>
	<i>Ocotea acuminatissima</i> (Lundell) Rohwer	<i>Ocotea austinii</i>
	<i>O. brotantha</i> Rhower	<i>O. bernouliana</i>
	<i>O. chiapensis</i> (Lundell) Standl. & Steyerm	<i>O. klotzschiana</i>
	<i>O. platyphylla</i> (Lundell) Rohwer	<i>O. tonduzii</i>
		<i>O. wachenheimii</i>
		<i>Phoebe neurophylla</i>
		<i>P. mexicana</i>
Malvaceae		<i>Hampea appendiculata</i>
Melastomataceae	<i>Conostegia volcanalis</i> Standley & Steyerm	<i>Conostegia bernouliana</i>
Moraceae	<i>Ficus cookii</i> Standley	<i>Ficus tuerckheimii</i>
	<i>F. costaricana</i> (Liebm.) Miq.	<i>F. pertusa</i>
	<i>Morus insignes</i> Bureau	

La historia natural del quetzal y sus perspectivas en conservación.

	<i>Trophis cuspidata</i> Lundell	
Myrsinaceae	<i>Ardisia compressa</i> H.B.K.	<i>Ardisia palmana</i>
	<i>Synardisia venosa</i> (mast) Lundell	
Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> (Schl. Et Cham) Berger	<i>Eugenia</i> sp.
Podocarpaceae	<i>Podocarpus matudae</i> Lundell	
Rhamnaceae	<i>Rhamnus capraefolia</i> var. <i>grandifolia</i> M.C. & L. A. Johnston	
	<i>R. discolor</i> (Donn. Smith) Rose	
Rosaceae	<i>Prunus tetradenia</i> Koehne	<i>Rubis rosaefolia</i>
	<i>P. brachybotrya</i> Zucc.	
Rubiaceae		<i>Chione costaricensis</i>
		<i>Coussarea</i> Austin-smithii
		<i>Guettarda poasana</i>
Rutaceae		<i>Mappia racemosa</i>
Sapotaceae		<i>Pouteria</i> sp.
Solanaceae	<i>Lycianthes chiapensis</i> (Brand) Standl	
Symplocaceae	<i>Symplocos flavifolia</i> Lundell	<i>Symplocos</i> sp.
	<i>S. harwegii</i> A. D. C.	
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don subs. <i>Occidentalis</i>	
Theaceae	<i>Symplococarpon purpusii</i> (Brandeg- gee) Kobuski	<i>Symplococarpon</i> sp
Verbenaceae	<i>Citharexylum mocinnii</i> D. Don.	<i>Citharexylum integerrimum</i>
Taxa de animales		<i>C. marcradenium</i>
Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera
Diptera		
Hemíptera	Hemíptera	Cicadidae
Hymenoptera		
Lepidoptera		
Molusca		Molusca
Odonata	Odonata	Acrididae
		Tettigoniidae
		Phasmatidae
Orthoptera		
Iguanidae		<i>Anolis</i> sp.
		<i>Norops tropidolepus</i>

Bibliografía

Aguilera C., 1958, *Simbolismo mexicana del quetzal*, INAH-SEP, México D. F. México.

Aldrich M., P. Bubb, S. Hostettler y H. Van de Wed, 2000, "Special supplement", Tropical montane forests. Bulletin Arborvitae of WWF-IUCN. Holanda, The Netherlands.

Ávila M. L. V. H. Obregón y E. Velarde, 1996, "The diet of Resplendent Quetzal *Pharomachrus mocinno* (Trogonidae) in a Mexican cloud forest" in *Biotropica* 28:720-727.

Ávila M. L. y V. H. Hernández, 1990, *Contribución al conocimiento de la biología y la distribución del quetzal, *Pharomachrus mocinno* (TROGONIDAE:AVES) en la reserva El Triunfo, Chiapas, México*, tesis de licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México.

Avise J. C., 1994, *Molecular markers, natural history and evolution*, Chapman and Hall. Nueva York. USA.

Bowes A. L. y D. G. Allen, 1969, "Biology and conservation of the Quetzal" in *Journal of Biological Conservation* 1:297-306.

Breedlove D. E., 1981, *Flora of Chiapas*. part 1, California Academy Press, California, USA. CITES. 2005. List of Endangered Species. Validated List, June, 2005, Web page: <http://www.redlist.org/>.

De la Garza M., 1998, *El universo sagrado de la serpiente entre los mayas*. Instituto de Investigaciones Filológicas. Centro de Estudios Mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., México.

Eisenmann E., 1959, The correct specific name of quetzal, *Pharomachrus mocinno*. *Auk* 76:108.

Espinosa de los Monteros A., 1998, Phylogenetic relationships among the trogons. *Auk* 115: 937-954.

Espinosa de los Monteros A., 2000, Higher-level phylogeny of Trogoniformes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 14:20-34.

FAO, 1995, *Global Forest Resources Assessment*, Forestry Paper 124. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia, Roma.

FAO, 2002, *Reunión sobre iniciativas para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural en América Latina y El Caribe*, Documento preliminar sobre iniciativas subregionales de seguridad alimentaria y desarrollo rural, Organización de las Naciones Unidas, Santiago de Chile, octubre, 2002.

Fernández A., 2005, *Dioses prehispánicos de México*, Editorial Panorama S. A. de C. V.

García-Juárez M., 2003, *Variación genética del quetzal (Pharomachrus mocinno: Trogonidae, Aves) en Mesoamérica, una especie en peligro de extinción*, tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Graham A., 1998, "Factores históricos de la diversidad biológica de México. en: T. P. Ramamoorthy, R. Bye A. Lot y J. Fa (Compiladores), *Diversidad biológica de México*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. México, Pp : 109-127.

Hanson D. A., 1982, "Distribution of the Quetzal in Honduras" in *Auk* 99:85.

IUCN, 2009, *Red List of Threatened Species*. www.redlist.org. 17 de Agosto del 2006.

Johnsgard P. A., 2000, *Trogons and Quetzals of the World*, Smithsonian Institution Press, Washington D. C. USA.

Keigwin L. D., 1982, "Isotopic Paleoceanography of the Caribbean and East Pacific: role of Panama uplift on late neogene time" in *Science* 217:350-353.

Kellog J. N. y V. Vega, 1995, "Tectonic Development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: Constraints from Global Positioning System Geodetic Studies and Gravity", in *Geologic and tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*, Mann P. (ed.). Special Paper 295, The Geological Society of America, Massachusetts, USA, pp:75-90.

Labastille A., D. G. Allen y L. W. Durrel, 1972, "Behavior and Feather Structure of the quetzal" in *Auk* 89:339-348.

Loiselle B. A. y J B. Blake, 1991, "Temporal variation in Birds and Fruits Along and Elevational Gradient in Costa Rica" in *Ecology* 72:180-193.

López-Austin A. y L. López-Luján, 1999, *Mito y realidad de Zuyuá*, Fideicomiso Historia de las Américas, Serie ensayos, Fondo de Cultura Económica, México D. F. México.

Hoffmeister D. F., 1951, "A Western Record of Quetzal, *Pharomachrus mocinno mocinno*, and chachalaca *Penelopina nigra* in Mexico" in *Auk* 68:5007-508.

Mackey D., 1975, "The Ecology of Coevolved Seed Dispersal Systems. in: L. E. Gilbert y P. H. Raven (eds.), *Coevolution of animals and plants*, University of Texas Press. Austin, Texas, USA, pp: 159-191.

Mayr E., 1976, *Evolution and Diversity of Life*. Selected essays, The Belknap press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Mayr G. y J. Clarke, 2003, "The Deep Divergents of Neornithine Birds: a Phylogenetic Analysis of Morphological Characters" in *Cladistics* 19:527-553.

Moyle R. G., 2005, "Phylogeny and Biogeographical History of Trogoniformes, a Pantropical, Bird Order" in *Biological Journal of the Linnean Society* 84 (4): 725-738.

Myers N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent, 2000, "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities" in *Nature* 403:853-858

Powell V. N. G. y R. D. Bjork, 1994, "Implications of Altitudinal Migration for Conservation Strategies to Protect Tropical Biodiversity: a Case Study of the Quetzal *Pharomachrus mocinno* at Monteverde, Costa Rica" in *Bird Conservation International* 4:243-255.

Powell V. N. G. y R. D. Bjork, 1995, "Implications of Intratropical Migration Reserve Design: a Case Study Using *Pharomachrus mocinno*" in *Conservation Biology* 9:354-362.

Primack R. B., 1998, *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts.

Sáenz C. A., 2002, Quetzalcoátl. *Colección cultural de CentroAmérica. Serie de estudios arqueológicos no. 4*, Imprelibros S. A. Colombia.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, en *Diario Oficial de la Federación*, México.

Sibley C. y J. E. Ahlquist, 1990, *Phylogeny and Classification of Birds. A Study in Molecular Evolution*, Yale University Press, Michigan, USA.

Sibley C. y B. L. Monroe, Jr., 1990, *Distribution and Taxonomy of the Birds*, Yale University Press, Michigan, USA.

Skutch A. F., 1944, "Life History of the Quetzal" in *Condor* 46:213-235.

Solar Valverde L., 2002, *Interacción interregional de Mesoamérica. Una aproximación a la dinámica del epiclásico*, tesis de licenciatura (Arqueología), ENAH, SEP, INAH, México D. F.

Solórzano S., 1995, *Fenología de 22 especies arbóreas y su relación con la migración altitudinal del quetzal (Pharomachrus mocinno mocinno De la Llave 1832), en la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas, México*, Facultad de Ciencias (Biología), UNAM, México D.F.

Solórzano S., 2003, *Genética de la conservación del quetzal (Pharomachrus mocinno) e impactos de la pérdida de sus hábitats reproductivos sobre su distribución*. tesis (doctorado), Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.

Solórzano S. A. J. Baker y K. Oyama, 2004, "Conservation Priorities for Resplendent Quetzals Based on Analysis of Mitochondrial DNA Control Region Sequences" in *Condor* 106:449-456.

Solórzano S., Castillo, S., Valverde, T., y Avila, M.L., 2000, "Quetzal Abundance in Relation to Fruit Availability in a Cloud Forest in Southeastern Mexico" in *Biotropica* 32:523-532.

Solórzano S., M. A. Castillo-Santiago, D. A. Navarrete-Gutiérrez, y K. Oyama, 2003, "Impacts of the Loss of Neotropical Highland Forests on the Species Distribution: a Case Study Using Resplendent Quetzal an Endangered Bird Species" in *Biological Conservation* 114:341-349.

Solórzano S., M. García-Juárez y K. Oyama, 2009, "Genetic Diversity and Conservation of the Resplendent Quetzal *Pharomachrus mocinno* in Mesoamerica" en *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 241-248.

Solórzano S. y K. Oyama. (en prensa), "Morphometric and Molecular Differentiation Between Quetzal Subspecies of *Pharomachrus Mocinno* (Trogoniformes: Trogonidae)" en *Revista de Biología Tropical*. Aceptado Julio de 2009.

Snow D., 1981, "Tropical Frugivorous Birds and Their Food Plants: a World Survey" en *Biotropica* 13:1-14.

Stotz D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. A. Moskovits, 1996, *Neotropical birds. Ecology and conservation*, Chicago University Press, Chicago, Illinois, USA.

Van Tuinen M., C. G. Sibley y S. B. Hedges, 2000, "The Early History of Modern Birds Inferred From DNA Sequences of Nuclear and Mitochondrial Ribosomal Genes" in *Molecular Biology and Evolution* 17:451-457.

Wheelwright N. T., 1983, "The Ecology and Behavior of Resplendent Quetzal" in *Auk* 100:286-301.

Wright S., 1943, "Isolation by distance" in *Genetics* 28:114-138.

Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

Eduardo Espinoza Medinilla e Ignacio Sánchez Vázquez

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
Laboratorio de Sistemática y Biología Evolutiva.

Introducción

México es considerado un país megadiverso debido a que concentra cerca del 15% de las especies terrestres del planeta, ocupando el primer sitio a escala mundial en cuanto al número de especies de reptiles y el tercer lugar en mamíferos, únicamente superado por Indonesia y Brasil (Mittermeier y Goettsch, 1992; Ceballos *et al.*, 2005b). Cabe destacar que éste tercer lugar en mamíferos se debe, entre otras causas, al aporte de la alta riqueza y endemismo de especies de los órdenes Rodentia (roedores), Chiroptera (murciélagos), Carnívora (carnívoros), Soricomorpha (musarañas) y Lagomorpha (conejos y liebres).

La mastofauna de México suma 529 especies nativas (Ceballos *et al.*, 2005a; 2005b; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005) incluyendo al grupo de los Cetáceos (acuáticos), de las cuales 160 son endémicas de nuestro país. Se encuentran agrupadas en 192 géneros, 47 familias y 12 órdenes (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996; 2005; Retana y Lorenzo, 2002; Ceballos *et al.*, 2002). Los mamíferos terrestres en México comprenden 489 especies; esta alta diversidad mastofaunística ha sido producto de la influencia de las biotas neártica y neotropical que confluyen en México, lo que aunado a su

compleja topografía, ámbito latitudinal e historia geológica ha favorecido el desarrollo de una amplia variedad de ecosistemas con diferentes condiciones físicas y bióticas (Fa y Morales, 1998). Esta condición se manifiesta en el sureste de México, considerado como una de las 15 áreas críticas para la conservación de la biodiversidad a escala mundial (Mittermeier y Goettsch, 1992).

La riqueza de especies del estado de Chiapas es reconocida (Alvarez, 1991; Florez y Gerez, 1994; González-Espinoza *et al.*, 2005) y se aparta sensiblemente del patrón establecido que indica que a mayor área es mayor el número de especies (Mc Arthur y Wilson, 1963; 1969), pues Chiapas es el centro de intercambio faunístico de fusión, dispersión y de tránsito obligado para las especies migratorias y colonizadoras. Representa la unión continental entre América del Norte y Sudamérica. Los eventos geológicos, como la formación de la Sierra Madre y más recientemente de la Serranía Central (Helbig, 1976; Müllerried, 1957) y eventos biogeográficos como radiaciones adaptativas y de colonización en el Pleistoceno (3 a 5 millones de años) han permitido la mezcla de especies de Norte y Sudamérica (Simpson y Neff, 1985) desde la instauración del puente panameño formando corredores terrestres obligados (la superficie de dispersión en el transecto mesoamericano desde Panamá hasta Chiapas es estrecha y accidentada). Presenta hábitats áridos, semiáridos y tropicales debido a la influencia de las corrientes marinas calientes al Este y frías al Oeste; climáticamente situada en los límites de las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical fusiona ambos tipos de flora y fauna (Florez y Gerez, 1994) conformando biomas particulares, también climáticamente las glaciaciones han fluctuado drásticamente permitiendo migraciones desde el norte. Por otra parte las transgresiones marinas desde el Istmo de Tehuantepec y el vulcanismo, han formado barreras geográficas que han inducido procesos de especiación. Finalmente, los cambios de altitud (desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm) en distancias cortas permiten diversidad de ecosistemas, comunidades y tipos de hábitat.

Específicamente, Chiapas cuenta con 205 especies de mamíferos terrestres, las cuales podrían ser 207 si se cuenta al manatí (*Trichechus manatus*) y a una especie extirpada del estado, como la liebre del Istmo (*Lepus flavigularis*). Esta diversidad lo ubica como el estado de la Repú-

blica con el mayor número de especies de mamíferos. En este capítulo se presenta un análisis sobre la importancia que representan los Bosques mesófilos en la distribución y conservación de los mamíferos de Chiapas (Villa, 1966; Hall, 1981; Alvarez, 1991; Retana y Lorenzo, 2002).

Método

Para fines de este análisis, se ha dividido a los *bosques mesófilos* de acuerdo a su distribución e historia geológica, pues éstos se presentan tanto en Chiapas como en la extensión de la Sierra de los Cuchumatanes de Guatemala (figura 1). De acuerdo a esto, se determinaron dos grandes áreas: la Sierra Madre de Chiapas, compuesta por la región del Soconusco, El Triunfo y La Sepultura y la Meseta Central como un corredor que parte del Parque Nacional Lagos de Montebello, Cañadas y Montañas del Norte.

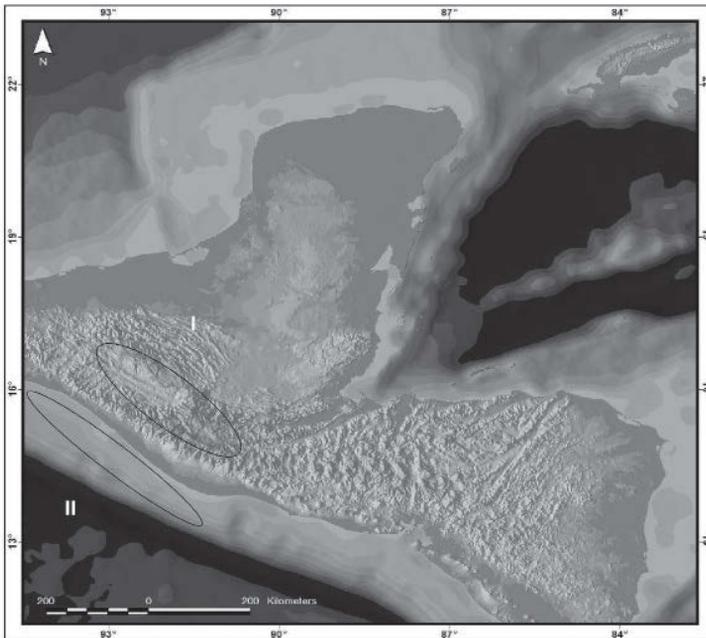


Figura 1. Mapa de ubicación de las extensiones de la Sierra de Cuchumatanes en Chiapas, I Montebello–Cañadas–Montañas del Norte y II Soconusco–El Triunfo–La Sepultura.

Definidas las dos áreas anteriormente mencionadas, se recopiló el mayor número de registros de especies de los mamíferos, aunado a la experiencia y conocimiento de las áreas por los autores. La búsqueda de información se basó en listas de mamíferos de *Áreas Naturales Protegidas* y de registros de Villa, 1966; Navarrete *et al.*, 1996; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996; Horváth y Navarrete, 1997; Reid, 1997; Espinoza *et al.*, 1999a; 1999b; Espinoza *et al.*, 2002; Retana y Lorenzo, 2002; Vázquez, 2002; Naranjo y Espinoza, 2003; Horváth *et al.*, 2003; Espinoza *et al.*, 2004; Villa y Cervantes, 2003; 2005;

También se tomaron como referencia los ejemplares de museos y colecciones nacionales como la de El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SCM), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (CZ-ICACH), Instituto de Historia Natural y Ecología (CRZMA), Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA) y del Instituto Politécnico Nacional (ENCB).

Resultados

Riqueza de especies

En los bosques mesófilos de Chiapas se distribuyen 137 especies de mamíferos (Anexo 1) lo que representa que el 66.1 % de las especies de Chiapas se encuentran en este tipo de vegetación (figura 2, cuadro 1). Las especies se encuentran agrupadas en once órdenes, 27 familias y 86 géneros de acuerdo a la clasificación de Ceballos *et al.*, 2005.

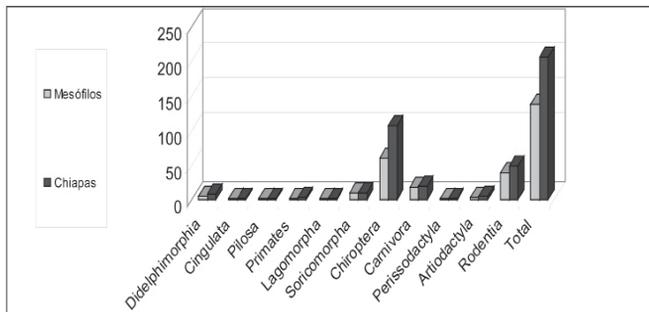


Figura 2. Número de especies por orden de los mamíferos con distribución en los Bosques mesófilos de Chiapas en comparación con el total de las especies de Chiapas.

Cuadro I. Órdenes, número de especies y porcentaje de mamíferos presentes en los bosques mesófilos y del estado de Chiapas.

	Mesófilos	Chiapas	%
Didelphimorphia	4	8	50
Cingulata	1	2	50
Pilosa	1	2	50
Primates	1	3	33
Lagomorpha	1	2	50
Soricomorpha	9	9	100
Chiroptera	60	107	56
Carnivora	17	19	89
Perissodactyla	1	1	100
Artiodactyla	3	4	75
Rodentia	39	48	81
Total	137	205	66

Distribución

Desde un punto de vista biogeográfico, 101 especies son consideradas como neotropicales, 36 neárticas; de las cuales solamente cuatro especies son compartidas para ambas regiones como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el puma (*Puma concolor*), la comadreja o savén (*Mustela frenata*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

En cuanto al patrón actual de distribución, 51 especies tienen mayor rango de distribución en Sudamérica y se extienden hasta Chiapas; 9 presentan distribución en la mayor parte de Norteamérica hasta Chiapas, 41 son de distribución mesoamericana (desde el Istmo de Tehuantepec hasta el Istmo de Panamá) y 9 especies se distribuyen exclusivamente en México. Estas cifras indican que los mamíferos de los bosques mesófilos de Chiapas, tienen una influencia eminentemente tropical, con un alto índice de especies mesoamericanas y endémicas a México.

Endemismo

Un total de 50 especies son consideradas como endémicas a México y de Mesoamérica (Ceballos, *et al.*, 2005; SEMARNAT, 2001). Las especies de México son tres en el orden de las musarañas, tres en el de los murciélagos y tres en el de los roedores (cuadro 2).

Cuadro 2. Lista de las especies endémicas a México

Musaraña	<i>Cryptotis mexicana</i> (Coues, 1877)
Musaraña	<i>Sorex sclateri</i> Merriam, 1897
Musaraña	<i>Sorex stizodon</i> Merriam, 1895
Murciélago	<i>Glossophaga morenoi</i> Martínez y Villa, 1938
Murciélago	<i>Rhogeessa parvula</i> H. Allen, 1866
Murciélago	<i>Cynomops mexicanus</i> (Jones y Genoways, 1967)
Ratón	<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)
Ratón	<i>Peromyscus zarhynchus</i> Merriam, 1898
Guaqueque negro	<i>Dasyprocta mexicana</i> Saussure, 1860

Las especies endémicas mesoamericanas están comprendidas por un marsupial (Didélfido), cinco insectívoros, nueve murciélagos, un primate, un carnívoro y 24 roedores (cuadro 3).

Cuadro 3. Especies de mamíferos endémicos a Mesoamérica.

Orden	Familia	Especie
Didelphimorphia	Marmosidae	<i>Marmosa mexicana</i> Merriam, 1897
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis goodwini</i> Jackson, 1933
		<i>Cryptotis griseoventris</i> Jackson, 1933
		<i>Cryptotis merriami</i> Choate, 1970
		<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892
		<i>Sorex veraepacis</i> Alston, 1877
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lophostoma evotis</i> Davis y Carter, 1978

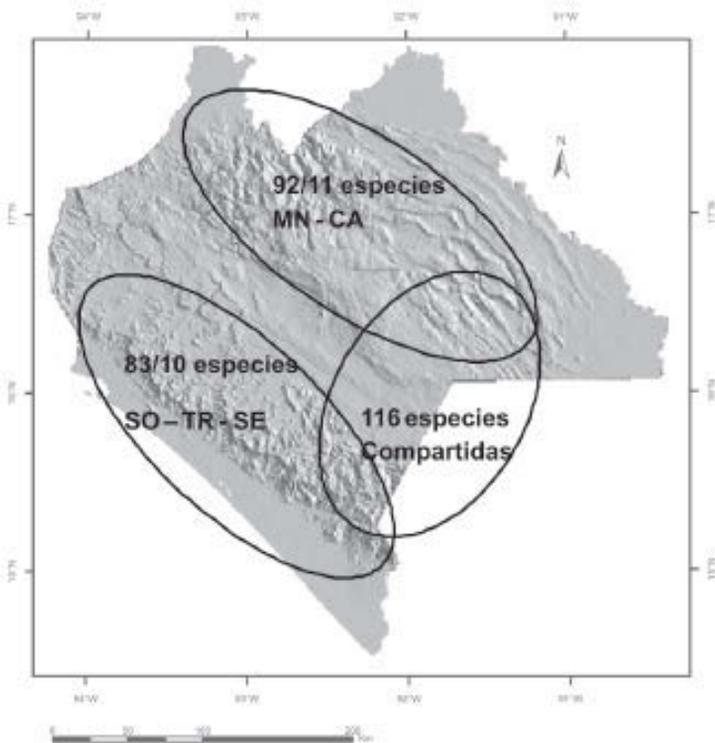
Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

		<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)
		<i>Hylonycteris underwoodi</i> Thomas, 1903
		<i>Carollia sowelli</i> Baker, et al., 2002
		<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)
		<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)
		<i>Dermanura tolteca</i> (Saussure, 1860)
	Vespertilionidae	<i>Myotis fortidens</i> Miller y Allen, 1928
	Antrozoidae	<i>Bauerus dubiaquercus</i> (Van Gelder, 1959)
Primates	Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i> Kuhl, 1820
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i> (Saussure, 1860)
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829
		<i>Sciurus deppei</i> Peters, 1863
	Geomyidae	<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)
		<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)
	Heteromyidae	<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)
		<i>Liomys salvini</i> (Thomas, 1893)
	Muridae	<i>Microtus guatemalensis</i> Merriam, 1898
		<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)
		<i>Habromys lophurus</i> (Osgood, 1904)
		<i>Nyctomys sumichrasti</i> (Saussure, 1860)
		<i>Oryzomys rhabdops</i> Merriam, 1901
		<i>Oryzomys saturator</i> Merriam, 1901
		<i>Otodylomys phyllotis</i> Merriam, 1901
		<i>Peromyscus aztecus</i> (Saussure, 1860)
		<i>Peromyscus guatemalensis</i> Merriam, 1898
		<i>Peromyscus gymnotis</i> Thomas, 1894
		<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)
		<i>Reithrodontomys gracilis</i> J.A. Allen y Chapman, 1897
		<i>Reithrodontomys microdon</i> Merriam, 1901
		<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (Saussure, 1861)
		<i>Rheomys thomasi</i> Dickey, 1928
		<i>Sigmodon hirsutus</i> (Burmeister, 1854)
		<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)
	Erethizontidae	<i>Coendu mexicanus</i> (Kerr, 1792)

Corredores biológicos

En el corredor Montebello-Cañadas-Montañas del Norte se encuentran distribuidas 92 especies, 11 de ellas son exclusivas del área. En el corredor Soconusco-El Triunfo-La Sepultura, se encuentran 83 especies, diez de ellas únicamente se encuentran en esta zona. Del total de las 137 especies, 116 son compartidas por ambos corredores (figura 3, cuadro 4).

Figura 3. Número de especies para cada uno de los corredores, Montebello-Cañadas-Montañas (MN-CA) con 92 especies, Soconusco-El Triunfo-La Sepultura (SO-TR-SE) con 83 especies. El denominador es el número de especies exclusivas (21) y el total de especies compartidas (116).



Cuadro 4. Especies exclusivas para cada uno de los corredores. Las diferencias entre los corredores son 11 especies exclusivas para el corredor Montebello-Cañadas-Montañas del Norte (un insectívoro, seis murciélagos y cuatro roedores). El corredor Soconusco-El Triunfo-La Sepultura presenta 10 especies únicas (seis quirópteros, un carnívoro y tres roedores).

	Montañas del Norte-Cañadas (MN-CA)	Soconusco-Triunfo-Sepultura (SO-TR-SE)
Familia	Especie	Especie
Soricidae	<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	
Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838
	<i>Carollia sowelli</i> Baker, et al., 2002	<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)
	<i>Dermanura watsoni</i> (Thomas, 1901)	<i>Leptonycteris curasoae</i> Miller, 1900
	<i>Vampyressa thuyone</i> Thomas, 1909	
Vespertilionidae	<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy, 1806)	<i>Eptesicus fuscus</i> Beauvois, 1796
	<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarests, 1819)	
Molossidae		<i>Eumops underwoodi</i> Goodwin, 1940
		<i>Nyctinomops macrotis</i> (Gray, 1840)
Mephitidae		<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)
Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)	<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)
Heteromyidae	<i>Heteromys desmarestianus</i> Gray, 1868	<i>Liomys salvini</i> (Thomas, 1893)
Muridae	<i>Neotoma mexicana</i> Baird, 1855	<i>Reithrodontomys fulvescens</i> J.A. Allen, 1894
Muridae	<i>Peromyscus zarhynchus</i> Merriam, 1898	

Estado de conservación

En el cuadro 5 se presentan las 32 las especies que se encuentran con algún grado de amenaza o peligro según la NOM-059-ECOL-2001, SEMARNAT 2001. De este total, 10 especies se consideran amenazadas, siete especies en peligro de extinción y 15 con protección especial. Se han considerado que dentro de estas categorías, 15 son endémicas a México y Mesoamérica.

Cuadro 5. Lista de las especies de los mamíferos de los bosques mesófilos de Chiapas enlistadas en la NOM-059-ECOL-2001, SEMARNAT 2001 A = Amenazadas; P= Peligro de extinción y Pr= Protección especial.

Familia	Especie	Estado
Dasypodidae	<i>Tamandua mexicana</i> (Sauussure, 1860)	P
Soricidae	<i>Cryptotis goldmani</i> (Merriam, 1895)	Pr
	<i>Cryptotis mexicana</i> (Coues, 1877)	Pr
	<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	Pr
	<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892	Pr
	<i>Sorex sclateri</i> Merriam, 1897	Pr
	<i>Sorex stizodon</i> Merriam, 1895	Pr
	<i>Sorex veraepacis</i> Alston, 1877	Pr
Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied- Neuwied, 1820)	Pr
Phyllostomidae	<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	A
	<i>Leptonycteris curasoae</i> Miller, 1900	A
	<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)	Pr
Vespertilionidae	<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy, 1806)	Pr
	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Pr
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i> Kuhl, 1820	P
Felidae	<i>Herpailurus yaguarondi</i> (Lacépede, 1809)	A
	<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	P
	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	P
	<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	P

Mustelidae	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	P
	<i>Galictis vitata</i> Schreber, 1776	A
Procyonidae	<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Pr
	<i>Bassariscus sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	Pr
	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	A
Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	P
Sciuridae	<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758)	A
Muridae	<i>Microtus guatemalensis</i> Merriam, 1898	A
	<i>Peromyscus zarhynchus</i> Merriam, 1898	Pr
	<i>Reithrodontomys gracilis</i> J.A. Allen y Chapman, 1897	A
	<i>Reithrodontomys microdon</i> Merriam, 1901	A
	<i>Rheomys thomasi</i> Dickey, 1928	Pr
Erethizontidae	<i>Coendu mexicanus</i> (Kerr, 1792)	A

Discusión

La estructura y diversidad de mamíferos de los bosques mesófilos del estado de Chiapas es única, ya que este tipo de vegetación concentra el 66 % de la diversidad del estado y el 28 % de las especies del total nacional. Actualmente, el orden más abundante de mamíferos en los Bosques mesófilos, es el de los murciélagos, con 60 especies; de donde la mitad son frugívoras y polinívoras, indicativo que en este tipo de bosques encuentran un hábitat adecuado a sus requerimientos, así como a las funciones derivadas como la dispersión de semillas y la polinización de varias especies arbóreas. El segundo orden en importancia es el de los roedores, con 39 especies, que al igual que los murciélagos, tienen gran importancia dentro del sistema ecológico, por su diversidad y abundancia presentan una alta tasa reproductiva y son la base de alimentación de muchas otras especies como mamíferos medianos, aves y serpientes. En este sentido, los roedores son la base de muchas otras especies en la cadena alimenticia. Por último, es importante reconocer que en este bioma se encuentra exclusivamente un roedor acuático, el *Rheomys thomasi* (Voss, 1988).

Otro orden importante es el de los insectívoros, pues participan activamente en el control de insectos y en el saneamiento general del

bosque. Además en este hábitat, se encuentran todas las especies de musarañas registradas para el estado. El resto de los órdenes, tal vez significativamente menos numerosos en cuanto a la cantidad de especies, pero no por ello menos importantes, constan en su mayoría con presencia de más del 50% de las especies registradas en el estado (cuadro 1). Por ejemplo, en el grupo de los didélfidos (tlacuaches) se encuentran cuatro especies de las ocho que habitan en el estado y un grupo que llama la atención es el de los carnívoros, pues de las 19 especies con distribución en el estado, hasta 17 se pueden encontrar en los bosques mesófilos. Es en este grupo, en donde desafortunadamente se encuentran probablemente siete especies amenazadas o en peligro de extinción.

Los Bosques mesófilos de Chiapas están ubicados dentro de las regiones altas generadas por las fuerzas geológicas como el movimiento de placas continentales y el vulcanismo por las condiciones de temperatura, suelo, altitud y precipitación dentro de los rangos que se presentan en la Meseta Central y la Sierra Madre de Chiapas por influencia del Golfo de México y del Océano Pacífico, formando dos amplios corredores conformados por la extensión de la Sierra de Cuchumatanes y la Sierra Costeña, localizadas en Guatemala (figura 1). En la Meseta Central se encuentran 92 especies, de las cuales 11 son exclusivas para esta área, esto se debe en gran parte por su cercanía a la Selva Lacandona y la Planicie del Golfo en donde se cuenta hasta con 125 especies de mamíferos (March y Aranda, 1992; Espinoza, *et al.*, 2003). En la Sierra Madre se distribuyen 83 especies y 10 de ellas exclusivas, esta diferencia se debe también a la cercanía de la vertiente del Océano Pacífico, donde se presenta otro tipo de vegetación importante como las selvas bajas caducifolias, lo que permite intercambio de algunas especies.

La importancia de los bosques mesófilos de Chiapas puede destacarse a tres escalas en el tiempo. La primera es en el pasado, pues representaron un refugio para muchas especies de mamíferos primitivos durante los tiempos cambiantes del Pleistoceno (desde 1.8 millones de años hasta 10,000 años) cuando avanzaban las zonas áridas y aumentaban las selvas altas. La segunda, es cuando se unen los continentes pues a través de estos ecosistemas muchas especies migraron hacia el norte

de México y permitieron a su vez la entrada de nuevas especies provenientes del norte (Ferrusquía-Villafranca, 2002). Este punto es notorio por el alto grado de especies endémicas de México y Mesoamérica que presentan; es decir, con 50 especies endémicas de la región, más 51 especies con distribución hacia Centro y Sudamérica la influencia que se tiene de que estas se desplazan hacia el norte es significativa. La tercera escala es la importancia que han representado estos bosques en la conservación de los mamíferos de Chiapas, pues en un solo bioma se encuentra el 66 % de todas las especies del estado.

Los Bosques mesófilos frecuentemente definen un piso ecológico entre los ecosistemas tropicales de menor altitud y los ecosistemas templados de mayor altitud, caracterizándose por su mezcla de especies, pero en su conjunto muestran una afinidad florística tropical. En México, son tal vez los más septentrionales ecosistemas de este tipo en todo el mundo, formando una especie de ecosistema de transición muy diverso. También el aislamiento entre sus comunidades anteriormente conectadas entre sí en tiempos remotos han sido muy importantes en la evolución de especies endémicas de plantas y animales, que en plantas se aproxima hasta el 30% en los bosques mesófilos de México y respecto a los mamíferos, su diversidad y endemismos promedio es lo más alto en estos bosques que en cualquier otro tipo de hábitat en México, relativa a la superficie que ocupen (Fa y Morales, 1993).

La protección de los *bosques mesófilos* es de gran importancia ya que contribuyen con servicios ambientales imprescindibles, entre ellos, la cualidad de extraer de la precipitación horizontal (las nubes y neblina) una cantidad de agua adicional a la que llega en forma de lluvia, de tal manera que aun en la época de estiaje, estos bosques proveen un aporte de agua muy importante a la hidrología local y regional. También son de gran importancia en la conservación del suelo y acumulación de carbono en el ecosistema. Sin embargo, estos bosques presentan un grave estado de conservación por su destrucción en los últimos 30 años, a pesar del establecimiento de reservas ecológicas.

Chiapas cuenta con el mayor número de Áreas Protegidas (Flores y Geréz, 1994). En seis de estas reservas se localizan bosques mesófilos donde se detectan algunas de las zonas de riqueza mastozoológica.

Existen evidencias de que los Bosques mesófilos han sido muy importantes en la evolución de los mamíferos; por ejemplo, el género de roedores *Reithrodontomys* es considerado por Sánchez (1993) originario del norte de Centroamérica resultado de las contracciones y expansiones del bosque tropical perennifolio en el Pleistoceno en el que sus formas derivadas radiaron en áreas montañosas de bosques templados (Rzedowski, 1978). Este mismo proceso parece repetirse con el género *Cryptotis* por lo que Choate (1970) considera que el sur de México fue el centro de origen y dispersión de la mayoría de taxa recientes de este género de musarañas (Woodman y Timm, 1993).

La distribución actual de los mamíferos en Chiapas es el resultado de radiaciones adaptativas que se dieron hace millones de años en dos diferentes masas continentales, varios factores han influido para que los descendientes de esos grandes grupos hayan evolucionado en diferentes procesos de especiación y de extinción. El norte de la Cordillera Transmexicana y el Istmo de Tehuantepec, han funcionado como filtros geográficos que aíslan y que junto a los cambios climáticos y consecuentemente con la vegetación; aceleran estos procesos.

Los taxa Insectívora, Rodentia, Carnívora, Perissodactyla y Lagomorpha, provienen de Norteamérica, mientras que Didelphimorphia, Xenarthra, Chiroptera y Primates, provienen de Sudamérica. En algunos, como los insectívoros del género *Cryptotis*, que son de origen Neártico, la principal radiación se inicia en el Plioceno (desde 2 hasta 5 millones de años) en el Noroeste de los Estados Unidos, y las radiaciones subsecuentes más importantes en el Pleistoceno temprano (1.8 millones de años), ocurrieron en el sur de México.

Conclusiones

El número de especies endémicas de los bosques mesófilos son un indicador de gran valor para la conservación de los mamíferos. Es importante reconocer a estas zonas como verdaderos refugios de especies, que han sido clave en los procesos evolutivos, y que a su vez, son bancos de germoplasma por la historia geológica y biológica que resguardan.

Anexo 1

Los órdenes están arreglados siguiendo la secuencia filogenética usada por Wilson y Reeder (1993) y Ceballos, *et al.* (2005). Las familias, géneros y especies se enlistan de manera alfabética. Las abreviaturas en las columnas son las siguientes: DIST: distribución (NA, compartida con Norteamérica; SA, compartida con Sudamérica; AM, compartida con Norte y Sudamérica; MA, endémica a Mesoamérica; MX, endémica a México). SEMARNAT: clasificación del estado de conservación por el Gobierno Mexicano (SEMARNAT, 2002; P, en peligro; A, amenazada; Pr, protección especial).

	SEMARNAT	DIST
DIDELPHIMORPHIA		
DIDELPHIDAE		
<i>Marmosa mexicana</i> Merriam, 1897		MA
<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758		SA
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792		AM
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)		SA
CINGULATA		
DASYPODIDAE		
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758		AM
PILOSA		
MYRMECOPHAGIDAE		
<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)	P	SA
PRIMATES		
ATELIDAE		
<i>Ateles geoffroyi</i> Kuhl, 1820	P	MA
LAGOMORPHA		
LEPORIDAE		
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J.A. Allen, 1890)		AM
SORICOMORPHA		
SORICIDAE		
<i>Cryptotis goodwini</i> Jackson, 1933		MA
<i>Cryptotis griseoventris</i> Jackson, 1933		MA

<i>Cryptotis merriami</i> Choate, 1970		MA
<i>Cryptotis mexicana</i> (Coues, 1877)	Pr	MX
<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	Pr	AM
<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892	Pr	MA
<i>Sorex sclateri</i> Merriam, 1897	Pr	MX
<i>Sorex stizodon</i> Merriam, 1895	Pr	MX
<i>Sorex veraepacis</i> Alston, 1877	Pr	MA
CHIROPTERA		
EMBALLONURIDAE		
<i>Balantiopterys plicata</i> Peters, 1867		SA
<i>Mormoops megalophylla</i> Peters, 1864		AM
<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838		SA
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)		SA
<i>Pteronotus personatus</i> Wagner, 1843		SA
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied- Neuwied, 1820)	Pr	SA
DESMODONTIDAE		
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)		SA
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823		AM
PHYLLOSTOMIDAE		
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838		SA
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821		SA
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)		SA
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)		SA
<i>Carollia sowellii</i> Baker, etal., 2002		MA
Continuación 2.		
<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)		MA
<i>Centurio senex</i> Gray, 1842		SA
<i>Chiroderma salvini</i> Dobson, 1878		SA
<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860		SA
<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)		SA
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	A	SA
<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)		MA

Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

<i>Dermanura phaeotis</i> Miller, 1902		SA
<i>Dermanura tolteca</i> (Saussure, 1860)		MA
<i>Dermanura watsoni</i> (Thomas, 1901)	Pr	SA
<i>Echisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)	Pr	SA
<i>Glossophaga commissarisi</i> Gardner, 1962		SA
<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)		MA
<i>Glossophaga morenoi</i> Martínez y Villa, 1938		MX
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)		SA
<i>Hylonycteris underwoodi</i> Thomas, 1903		MA
<i>Leptonycteris curasoae</i> Miller, 1900	A	AM
<i>Lophostoma evotis</i> Davis y Carter, 1978	A	MA
<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843		SA
<i>Platyrhinus helleri</i> (Peters, 1866)		SA
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)		SA
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924		SA
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	A	SA
<i>Uroderma bilobatum</i> Peters, 1866		SA
<i>Vampyressa thylene</i> Thomas, 1909		SA
VESPERTILIONIDAE		
<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy, 1806)	Pr	SA
<i>Myotis fortidens</i> Miller y Allen, 1928		MA
<i>Myotis keaysi</i> J.A. Allen, 1914		SA
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	P	SA
<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarests, 1819)		SA
<i>Eptesicus furinalis</i> (d'Orbigny, 1847)		SA
<i>Eptesicus fuscus</i> Beauvois, 1796		AM
<i>Lasiurus blossevillii</i> Lesson y Garnot, 1826		AM
<i>Lasiurus cinereus</i> (Beauvois, 1796)		AM
<i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1856)		AM
<i>Lasiurus intermedius</i> H. Allen, 1862		NA
<i>Rhogeessa parvula</i> H. Allen, 1866		MX
<i>Rhogeessa tumida</i> H. Allen, 1866		SA
ANTROZOIDAE		
<i>Bauerus dubiaquercus</i> (Van Gelder, 1959)		MA

MOLOSSIDAE		
<i>Cynomops mexicanus</i> (Jones y Genoways, 1967)	Pr	SA
<i>Eumops auripendulus</i> (Shaw, 1800)		SA
<i>Eumops underwoodi</i> Goodwin, 1940		AM
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)		SA
<i>Molossus rufus</i> É. Geoffroy, 1805		SA
<i>Nyctinomops laticaudatus</i> (E. Geoffroy, 1805)		SA
<i>Nyctinomops macrotis</i> (Gray, 1840)		AM
<i>Tadarida brasiliensis</i> (I. Geoffroy, 1824)		AM
CARNIVORA		
CANIDAE		
<i>Canis latrans</i> Say, 1823		NA
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)		AM
FELIDAE		
<i>Herpailurus yaguarondi</i> (Lacépède, 1809)	A	AM
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	P	AM
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	P	AM
Continuación 3.		
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	P	AM
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)		AM
MUSTELIDAE		
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	P	SA
<i>Galictis vitata</i> Schreber, 1776	A	SA
<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831		AM
MEPHITIDAE		
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)		NA
<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832		AM
<i>Spilogale gracilis</i> Merriam, 1890		NA
PROCYONIDAE		
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	Pr	MA
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)		AM
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)		SA
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)		AM

Mamíferos de los bosques mesófilos de montaña en Chiapas

PERISSODACTYLA		
TAPIRIDAE		
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	P	SA
ARTIODACTYLA		
CERVIDAE		
<i>Mazama temama</i> (Keer, 1792)	P	SA
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)		AM
TAYASSUIDAE		
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)		AM
RODENTIA		
SCIURIDAE		
<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758)	A	NA
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829		MA
<i>Sciurus deppei</i> Peters, 1863		MA
GEOMYIDAE		
<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)		MA
<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)		MA
HETEROMYIDAE		
<i>Heteromys desmarestianus</i> Gray, 1868		SA
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)		MA
<i>Liomys salvini</i> (Thomas, 1893)		MA
MURIDAE		
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)		MA
<i>Habromys lophurus</i> (Osgood, 1904)		MA
<i>Microtus guatemalensis</i> Merriam, 1898	A	MA
<i>Neotoma mexicana</i> Baird, 1855		NA
<i>Nyctomys sumichrasti</i> (Saussure, 1860)		MA
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure, 1860)		SA
<i>Oryzomys alfaroi</i> (J.A. Allen, 1891)		SA
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)		AM
<i>Oryzomys rhabdops</i> Merriam, 1901		MA
<i>Oryzomys saturator</i> Merriam, 1901		MA
<i>Ototylomys phyllotis</i> Merriam, 1901		MA
<i>Peromyscus aztecus</i> (Saussure, 1860)		MA

<i>Peromyscus guatemalensis</i> Merriam, 1898		MA
<i>Peromyscus gymnotis</i> Thomas, 1894		MA
<i>Peromyscus levipes</i> Merriam, 1898		MX
<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)		MA
<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)		MX
<i>Peromyscus zarhynchus</i> Merriam, 1898	Pr	MX
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> J.A. Allen, 1894		NA
<i>Reithrodontomys gracilis</i> J.A. Allen y Chapman, 1897		MA
<i>Reithrodontomys mexicanus</i> (Saussure, 1860)		SA
Continuación 4.		
<i>Reithrodontomys microdon</i> Merriam, 1901	A	MA
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (Saussure, 1861)		MA
<i>Rheomys thomasi</i> Dickey, 1928	Pr	MA
<i>Sigmodon hirsutus</i> (Burmeister, 1854)		MA
<i>Sigmodon toltecus</i> (de Saussure, 1860)		NA
<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)		MA
ERETHIZONTIDAE		
<i>Coendu mexicanus</i> (Kerr, 1792)	A	MA
CUNICULIDAE		
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1776)		SA
DASYPROCTIDAE		
<i>Dasyprocta mexicana</i> Saussure, 1860		MX
<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842		SA

Bibliografía

Álvarez del Toro M., 1991 *Los mamíferos de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas, DIF-Chiapas / Instituto Chiapaneco de Cultura, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Ceballos G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín, 2002, *The Mammals of México: Composition, Distribution, and Conservation Status*, Occasional Papers Museum of Texas Tech University, s.p.

Ceballos G. y G. Oliva, 2005a, *Los Mamíferos Silvestres de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México.

Ceballos G, J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín y Y. Domínguez, 2005b, Lista actualizada de los mamíferos de México, en *Revista Mexicana de Mastozoología*, Vol 9. 21 – 71.

Choate J.R., 1970, *Systematics and Biogeography of Middle American Shrews of the Genus *Cryptotis**, University of Kansas, Museum of Natural History, 19 (3):195–317

Espinoza M.E, González, P., Nuñez, H., Luna, R., Cruz, E., Cartas, G., Tejada, C., Hernández, A., Guichard, C., y Miguel Álvarez del Toro, 1999a, “Listado de las especies de vertebrados terrestres. Reserva de la Biósfera El Triunfo”. *Publicaciones Especiales*, no. 1, Inst. de Hist. Natural. Chiapas, Inst. Nacional de Ecología.

Espinoza-Medinilla E., A. Anzures y E. Cruz, 1999b, "Mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Triunfo" en *Revista Mexicana de Mastozoología*, Vol.4: 69–86.

Espinoza M. E., 2002, *Biogeografía y sistemática de las ratas arborícolas del género Tylomys en México y Centroamérica*, tesis de doctorado en Ciencias, Universidad Autónoma de Querétaro,

Espinoza M.E. E. Cruz, I. Sánchez e I. Lira, 2004, "Mamíferos de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. México" en *Revista de Biología Tropical*, 52 (1): 124–138.

Fa J. y L.M. Morales, 1998, "Patrones de diversidad de mamíferos de México, en: T.P. Ramamoorthy, R., Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) *Diversidad Biológica de México. Orígenes y distribución*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 315-352,

Ferrusquía-Villafranca I., E. Jiménez-Hidalgo., J. Ortiz-Mendieta y V. Bravo, 2002, El registro paleogénico de mamíferos en México y su significación geológico-paleontológica, en *Avances en los estudios paleomastozoológicos en México*, Serie Arqueología Instituto Nacional de Antropología e Historia, México D.F.

Flores-Villela O. y P. Geréz, 1994, *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

González-Espinoza M., N. Ramírez y L. Ruiz, 2005, *Diversidad Biológica en Chiapas*, El Colegio de la Frontera Sur, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas. .

Hall E. R., 1981, *The Mammals of North America*, Vol. 1, 2d. edition, New York: John Wiley & Sons.

Helbig C.. 1976. *Chiapas. Geografía de un estado Mexicano*, Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

Horváth A., Navarrete, D., 1997, "Ampliación del área de distribución de *Peromyscus zarhynchus* Merriam, 1898 (Rodentia: Muridae)" en *Rev Mex Mastozool* 2:122-125

Horváth A., R. Vidal-López y R. Sarmiento-Aguilar, 2003, "Los mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas" en *Revista Mexicana de Mastozoología*.

March I. y M. Aranda, M., 1992, "Mamíferos de la selva Lacandona" en *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: investigación para su conservación*, Vázquez, M. y M. Ramos (eds.), Capítulo 12, Publicaciones especiales ECOSFERA.

Mittermeier R.A. y Goettsch de M., 1992, «La importancia de la diversidad biológica de México" en *México ante los retos de la biodiversidad*. J. Sarukhán y R. Dirzo (Eds.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. Pp., 63-73.

Müllerried F.K., 1957, *La Geología de Chiapas*, Ed. Gobierno del Estado de Chiapas 1952-1958, México, D.F.

Naranjo E. y E. Espinoza, 2003, "Listado de mamíferos de la la reserva ecológica del Huitepec, Chiapas" en *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5: 58-67

Ramírez-Pulido J., A. Castro, J. Arroyo y F. Cervantes, 1996, "Lista taxonómica de los mamíferos de México" in *Occas. Papers Mus. Tex. Tech Univ.*, 158: 1-62.

Ramírez-Pulido J., Arrollo-Cabrales y A. Castro-Campillo, 2005, "Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México" en *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21(1): 21-82.

Reid F. A., 1997, *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*, Oxford University Press, Nueva York. 334 pp.

Retana O., y Lorenzo, C., 2002, “Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismos y estado de conservación” en *Acta Zoológica Mexicana* 85:25-49.

Rzedowski J., 1978, “Vegetación de México. Editorial Limusa”..

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) (2001), “Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental- Especies de flora y fauna silvestres en México-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo” en *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F.

Sánchez O., 1993, “Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae) en México” en Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds), *avances en el estudio de los mamíferos de México*, Publicaciones Especiales, Vol. I, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México D. F. 87-108 pp.

Simpson B. B. y J.L.Neff, 1985, “Plants, their Pollinating Bees, and the Great American Interchange”, Chapter 16, in *The Great American Biotic interchange*, G. Steli and S. D. Weeb. Plenum Publishing Corporation, pp. 427-453.

Vázquez D. B., 2002, *Mastofauna de la zona de protección forestal La Frailesca-na, Chiapas, México*, tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Villa R. B., 1966, *Los murciélagos de México*, Inst. Biol., Univ. Nal. Autón, México.

Villa B. y E. Cervantes, 2003, *Los mamíferos de México*, Grupo Editorial Iberoamericana e Instituto de Biología, UNAM, México.

Voss R. S., 1988, "Systematics and Ecology of Ichthyomyne Rodents (Muroidea): Patterns of Morphological Evolution in a Small Adaptive Radiation" in *Bull Amer Mus Nat Hist* 210: 1-113.

Wilson D. E., y D. M. Reeder (eds.), 1993, *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. Segunda edición, Smithsonian Institution Press, Washington.

Woodman N. y R.M. Timm, 1993, Intraespecific and Interspecific Variation in the *Cryptotis nigrescens* Species Complex of Small-eared Shrews (Insectivora: Soricidae), With the Description of a New Species from Colombia, *Fieldiana Zoology New Series* 74:1-30.

Situación actual, fragmentación, áreas prioritarias de conservación y principales amenazas del bosque mesófilo de Chiapas

Navarrete, Dario¹; Méndez, Delfino¹
Flamenco, Alejandro¹ y Patrocinio Alba²

¹Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística (LAIGE).

El Colegio de la Frontera Sur.

²Centro Pronatura de Información para la Conservación (CPIC).

Pronatura Chiapas A.C.

Introducción

El bosque mesófilo de montaña (BMM) se presenta a lo largo de las cadenas montañosas de Los Andes, Mesoamérica y El Caribe y se caracteriza por la presencia de nubosidad. Este tipo de ecosistema se encuentra por arriba de los 1000 msnm y ocupa una superficie de 48 millones de hectáreas de las cuales aproximadamente el 50% se encuentran en América Latina. Las extensiones más importantes están distribuidas en la región mesoamericana que incluye a México, Guatemala, Nicaragua y Honduras; y en la región Sudamericana que incluye a Perú, Colombia, Bolivia, Venezuela y Argentina. Sin embargo del total de su extensión en el Continente Americano (aproximadamente 596478 km²) únicamente el 36.1% se encuentra en áreas con

algún estatus de conservación (Brown y Kappelle, 2000; tabla 1), por lo que es uno de los ecosistemas más amenazados en Latinoamérica.

Tabla 1. Superficie de los BMM en América Latina y superficie sujeta a protección por país (Modificada de Brown y Kappelle, 2000)

	Superficie (ha)	Superficie protegida (ha)	Porcentaje de superficie protegida
México	800000	183000	22.9
Guatemala	50000	20000	40.0
Honduras	417600	103200	24.7
Nicaragua	551000	510000	92.6
Costarrica	1 075700	648900	60.3
Panamá	2 265500	566400	25.0
Venezuela		9 100000	
Colombia	33 288000	4 770000	14.3
Ecuador	11 200000	144700	1.3
Perú		2 355500	
Bolivia	6 000000	2 900000	48.3
Argentina	4 000000	243000	6.075
Total	59 647 800	21 544700	36.12

Para nuestro país, las comunidades arbóreas que conforman el BMM se distribuyen principalmente en zonas montañosas entre los 400 y los 2800 msnm. Sin embargo, debido a la fragmentación, cambio de uso de suelo, incendios forestales y en épocas recientes eventos climatológicos extraordinarios, este ecosistema se encuentra restringido a áreas entre los 1100 y los 1500 msnm, en laderas escarpadas y fondos de cañadas de poca insolación y vientos leves (Ortega y Castillo, 1996). El dosel tiene una altura promedio desde 12 hasta 18 m; más baja que la del bosque tropical lluvioso y en comparación con éste último, se ubica por lo general, en un piso altitudinal más alto. La mayor parte de las especies de árboles y arbustos del BMM presentan hojas esclerófilas y abundancia de epífitas. En el piso forestal, los suelos son húmedos con alto contenido de materia orgánica y humus tipo *mor*.

Debido a su antiguo origen y a su aislamiento geológico, cuentan con muchas especies paleoendémicas y varias especies endémicas de evolución vicariante más reciente. De igual manera, presentan una composición y estructura características que son el resultado de la migración y mezcla a gran escala de las floras holártica y neotropical en el pasado geológico, de modo que en el dosel suelen dominar especies caducifolias de climas templados y en el sotobosque prevalecen las especies tropicales perennifolias (Challenger, 1998; Luna *et al.*, 2000).

Este ecosistema se considera de un alto valor de diversidad biológica (comparable con las selvas tropicales), siendo una importante fuente captadora de agua, en principio por la escorrentía de ríos y arroyos superficiales; además de la nubosidad que se presenta ya sea por eventos climáticos de gran escala o factores orográficos.

En México, este tipo de vegetación es heterogéneo en su fisonomía y composición florística. Las diferentes comunidades vegetales que lo componen representan el 10% de la riqueza florística del país en tan solo el 1% de la superficie nacional, siendo considerado por lo anterior como el ecosistema más diverso por unidad de superficie, en el cual se estima una riqueza fanerogámica de aproximadamente 3000 especies, de las cuales el 30% son endémicas al país; para los vertebrados se estiman 450 especies que también se distribuyen en bosques de coníferas y selvas medianas (Rzedowski, 1992; Luna *et al.*, 2001; Acosta, 2004); sin embargo, es también uno de los más amenazados por las actividades humanas.

Importantes extensiones de este bosque han sido desmontadas con fines agrícolas (Brown y Kappelle, 2000; Bautista *et al.*, 2003). En general, para el país y en particular para algunos estados de la República Mexicana, el conocimiento del BMM es insuficiente (Acosta, 1997). Su distribución es dispersa y fragmentada, en enclaves ecológicos de la Sierra Madre Occidental, desde Sinaloa hasta Michoacán; para la región de la Sierra Madre Oriental se tienen áreas desde Tamaulipas hasta el Centro de Veracruz; para la región sur en la Sierra Madre del Sur en Guerrero y Oaxaca; en la Sierra Norte de Oaxaca, la Sierra Madre de Chiapas y otras regiones del mismo estado. Aparte de estas áreas, existen remanentes de este bosque en las pendientes meridionales de sotavento en algunas de las montañas más altas del eje neovolcánico

transversal con clima tropical de la Depresión del Balsas (Challenger, 1998; Luna *et al.*, 2000).

Hasta 1993, se consideraba una superficie aproximada de 14119 km² para el BMM (SARH, 1994). Sin embargo, datos más actuales como el Inventario Nacional Forestal (INF) del año 2000, proporcionó un estudio a gran escala para el país representando los tipos de vegetación de México. En este trabajo se estimó una superficie de 17356 km² (0.89 %) para el BMM; 3,237 km² más que los datos de 1993. No obstante, y a pesar de los datos obtenidos en el INF, se estima que la pérdida de este tipo de bosque ha sido de más de la mitad.

La deforestación y la fragmentación son los principales factores que han influido en la pérdida del BMM en el país. La persistencia de este tipo de bosque depende de un microclima que es mantenido por el mismo bosque y que al ser talado, frecuentemente es sustituido por bosques de pino. La explotación intensiva del BMM en México es un fenómeno reciente que inició después de la conquista y como resultado de esto, el cambio que se ha dado ha sido hacia áreas urbanas; la tala de árboles para la obtención de madera, la producción de pulpa de papel o su utilización como combustible y la producción de café, maíz y monocultivos de frutales; así como la introducción de pastizales para el ganado (ganadería extensiva) son las principales actividades humanas que influyen en su transformación (Dirzo y García 1992; Challenger, 1998).

El bosque mesófilo de montaña en Chiapas

Al estado de Chiapas le corresponde la segunda mayor extensión de este tipo de vegetación en el país (27526 has) precedido únicamente por Oaxaca con 35217 has (Ortega y Castillo, 1996). En las Montañas del Norte (MN), La Altiplanicie Central (AC) en las regiones de Tila-La Yerbabuena, Rayón-Coapilla y Tapalapa y en las Montañas de la Sierra Madre (SM), como El Triunfo y La Sepultura, este tipo de vegetación está bien representado. En estas regiones con clima templado y precipitaciones anuales entre 2000 y 4000 mm, temperaturas medias anuales de alrededor de 18° C y altitudes entre 1300 y 2550 msnm, el BMM ocupa cañadas y laderas protegidas (Breedlove, 1981).

El BMM se encuentra sujeto a una acelerada fragmentación debido a las actividades agropecuarias como son: café tecnificado, roza-tumba-quema, ganadería extensiva, incendios forestales y extracción ilegal de madera. A pesar de lo anterior, se desconoce la situación actual del BMM para el estado; trabajos anteriores (Brown *et al.*, 1981; Bubb, 1991; González-Espinosa, 1991; y más recientemente Cayuela y Colaboradores 2006) han proporcionado la base para la cartografía y el conocimiento florístico de algunas áreas en el estado.

Deforestación en áreas naturales con bosque mesófilo y fragmentación en áreas establecidas como reservas

La situación del BMM al igual que otros tipos de ecosistemas en México es preocupante; cerca del 50% de la cobertura de este tipo de bosque se ha desmontado y la tendencia continúa (Challenger, 1998; Luna *et al.* 2001). Es de llamar la atención que, a pesar de su importancia ecológica proporcionada por la captación de agua, biodiversidad y recursos maderables y no maderables, el BMM cuenta con menos del 3% de su superficie con algún estatus de conservación.

Muchas de las áreas naturales que protegen este importante ecosistema están siendo propuestas para ser consideradas con algún estatus de conservación (Challenger, 1998). En este sentido, algunas de las Áreas Naturales Protegidas del país son necesarias para el mantenimiento de la biodiversidad nativa. Un ejemplo es la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, en donde la conservación depende de los fragmentos más extensos de vegetación primaria y se considera que detener la tala es crucial. La reserva incluye tres zonas núcleo que suman cerca de 30,000 hectáreas que protegen a los remanentes de selva húmeda y bosque de niebla o 'mesófilo de montaña' (*sensu* Rzedowski, 1978) más extensos y mejor conservados de la región (Guevara *et al.*, 2005).

Otra área natural es la Reserva de la Biosfera El Cielo, la cual comprende características singulares, ya que se ubica principalmente en una zona de transición entre selvas y bosques de encino-pino-Liquidambar y Abies, la cual representa únicamente el 0.72% de su superficie (16367 hectáreas), (Valdez-Taméz *et al.*, 2003). Por otro lado, la región

conocida como Sierra de Manantlán, en el estado de Jalisco, incluye la Reserva de la Biosfera que alberga dentro de su superficie decretada este tipo de vegetación y aunque ocupa la menor extensión es de gran interés por las características antes mencionadas. Las principales presiones en esta Área Natural Protegida son la erosión por prácticas de labranza deficientes, problemas de tenencia y deslinde de la tierra, tala clandestina y extracción de tierra de monte para uso en jardinería (INE, 2000). La Sierra Gorda en Querétaro, otra de las áreas importantes, posee aproximadamente 10,000 hectáreas y la presión sobre este tipo de vegetación recae en la deforestación, manejo de residuos sólidos y la tala clandestina, entre otros.

En Chiapas, la tendencia es la misma, a pesar de tener en su territorio una de las áreas naturales con la mayor extensión de este tipo de vegetación por ejemplo. Reserva de la Biosfera El Triunfo, que posee una extensión de 100,000 has, que protege una de las mayores superficies de bosque de niebla de México y en donde habitan, además, el Quetzal (*Pharomachros moccino*) y el Pavón (*Oreophasis derbianus*), los cuales son aves endémica de Chiapas y Guatemala (Ávila, 1998; Solórzano *et al.*, 2003).

Para aquellas áreas del país y del estado que no presentan un mecanismo de protección ya sea municipal, estatal o federal, la situación es más crítica. En Chiapas, la zona norte del estado cuenta aún con fragmentos de BMM, pero debido a lo pequeño de su superficie, prácticamente han desaparecido o bien se han transformado totalmente en cuanto a su estructura.

Método

En Chiapas, la distribución de BMM ocurre en seis de las siete regiones fisiográficas que componen el estado (Müllerried, 1982; figura 1 y 2). La extensión de estos bosques se ha reducido notablemente durante las últimas décadas y tanto los patrones de cambio como la intensidad con la que se han transformado, varían de una región a otra. En este contexto, evaluamos la transformación del BMM considerando las regiones fisiográficas en donde se distribuyen.

Figura 1. Distribución de BMM durante la década de los setenta. Se muestra además la cobertura de las imágenes de satélite Landsat utilizadas para elaborar la cartografía de los BMM del estado de Chiapas. Las claves dentro de los límites de cada imagen corresponden a la columna de barrido (*path*) y a la línea (*row*) del Sistema Mundial de Referencia del sistema LANDSAT (WRS2 por sus siglas en inglés).

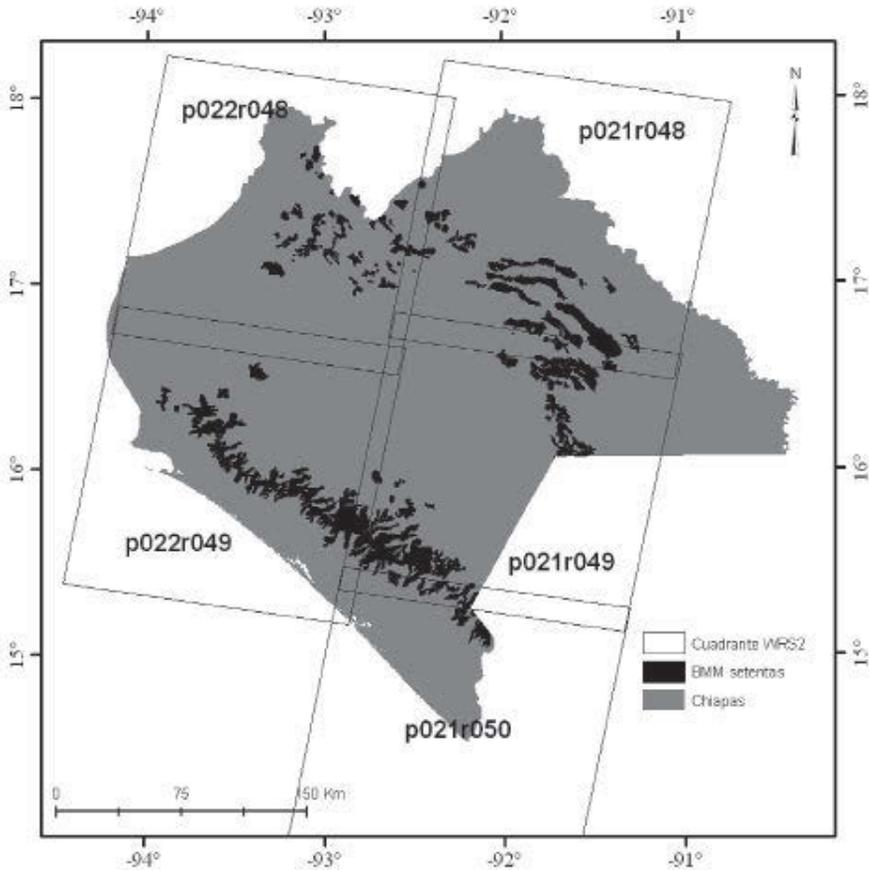
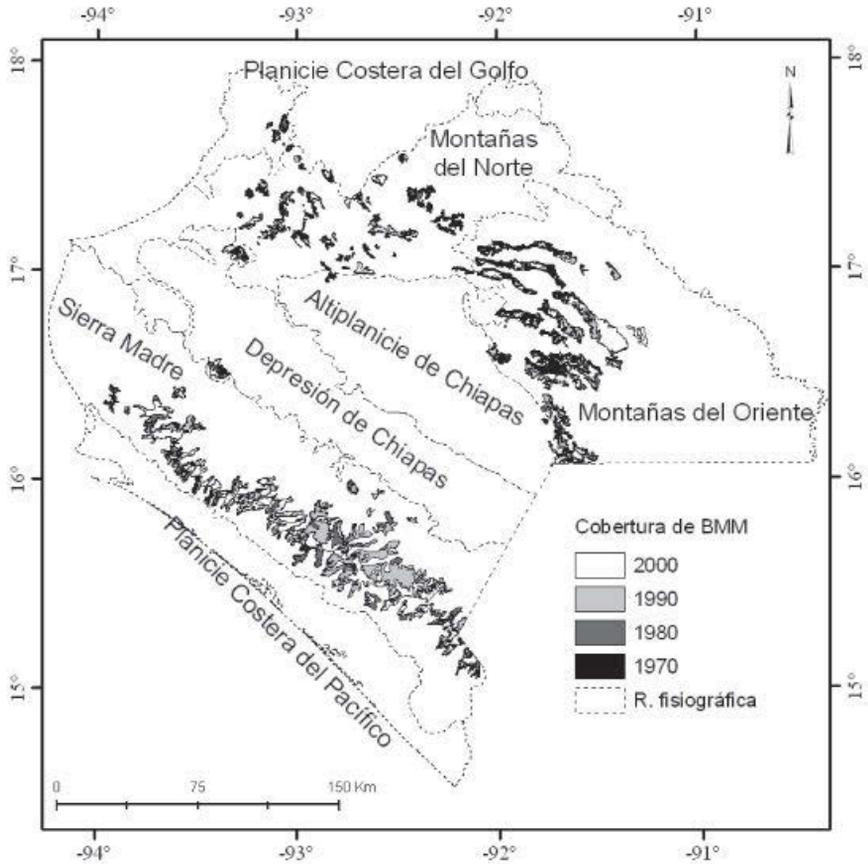


Figura 2. Distribución del BMM en Chiapas desde la década de los setenta hasta el año 2000. Se mencionan las siete regiones fisiográficas que componen el estado de Chiapas. Los polígonos negros representan la cobertura de BMM durante la década de los setentas; en gris claro la cobertura que aún existía en la década de los ochentas; en gris oscuro los remanentes para la década de los noventa; y con polígonos blancos la superficie de bosque que existía para el 2000



Debido a que se ha documentado que los procesos de deforestación varían de acuerdo con la época analizada (Dirzo y García, 1992; March y Flamenco, 1996; Velásquez *et al.*, 2003; Flamenco *et al.*, 2007) y con el propósito de evaluar los cambios que han ocurrido sobre la extensión

del BMM en Chiapas, decidimos realizar un análisis multitemporal que comprendiera la distribución de este tipo de vegetación sobre el territorio estatal en el intervalo de tiempo más amplio que fuera posible; considerando además, distintas etapas intermedias.

Información de base

El presente trabajo utilizó como línea base la cartografía de uso y vegetación Serie I, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la cual incluía la distribución de los BMM. Adicionalmente, se utilizaron como fuentes auxiliares de información datos de otras cartografías, como la Serie II del INEGI, el INF de 2000 (Palacio *et al.*, 2000) y a partir de publicaciones anteriores y recientes (Bubb, 1991; Cayuela *et al.*, 2006).

La cartografía de la serie I del INEGI está elaborada a partir de una serie de mapas con un cubrimiento para todo el país en hojas escala 1:250 000. En esta serie, Chiapas esta cubierto por diez cartas (E15-07, E15-08, E15-09, E15-10-D15-01, E15-11, E15-12-D15-03, D15-02 y D15-05), que fueron elaboradas a partir de fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro de diferentes escalas (1:50000; 1:75000 y 1:80000) y fechas (1972, 1973, 1974, 1979, 1980).

Posteriormente se elaboró por parte del INEGI la carta de vegetación y uso del Suelo serie II, utilizando para este proceso imágenes de satélite de 1993 rodalizadas en escala 1:250000 por medio de interpretación visual de espaciomaps en formato analógico de 1993, verificación de campo, recopilación bibliográfica sobre la distribución geográfica y características florísticas de la vegetación (Vázquez Sánchez, 2005). La cartografía elaborada fue un acercamiento a partir de fotografías aéreas extrapoladas a la cartografía temática de INEGI en escala 1:50,000. Este acercamiento es bueno y da la pauta para poder elaborar aproximaciones más exactas de lo que esta ocurriendo en este tipo de vegetación.

La cartografía del año 2000 fue elaborada por el Instituto de Geografía de la UNAM y personal de INEGI a solicitud de la SEMARNAP empleándose tecnología de vanguardia, imágenes de satélite y sistemas de

información geográfica, para mapear el territorio nacional. Las imágenes de satélite utilizadas fueron las Landsat ETM (Enhanced Thematic Mapper) de los años 1999 y 2000 (Palacio-Prieto *et al.*, 2000).

Con el propósito de llevar a cabo el análisis multitemporal, fue necesario elaborar nuevos mapas de distribución de los macizos de BMM para Chiapas. El proceso se basó en una interpretación visual de imágenes de satélite Landsat que comprendieron un periodo de 26 años período desde 1974 hasta 2000. Se optó por este método porque cualquier otro implicaba variaciones en las interpretaciones posibles de fuentes secundarias como la cartografía temática del INEGI o los inventarios forestales nacionales. Adicionalmente, no fue posible conseguir información más antigua que la relativa a la década de los setentas.

La obtención de las imágenes de satélite para las diferentes décadas fue a partir del proyecto *Global Land Cover Facility (GLCF)* y algunas más del Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística (LAIGE) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Para la década de los setenta utilizamos imágenes de la serie Landsat MSS, Landsat TM para las de la década de los ochenta y noventa, para la década correspondiente al de 2000 se utilizaron imágenes Landsat TM y Landsat ETM. Con el insumo de esta información, se realizó un análisis de pérdida de vegetación primaria de este tipo de bosques.

A partir de la información referida, se obtuvo un primer acercamiento a las poligonales de los BMM en el estado para posteriormente construir cuatro mapas, uno para cada una de las décadas analizadas (70, 80, 90 y 2000).

Para elaborar el primer mapa (década de los setenta) se tomaron como base los rodales de las cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI en lo que se ha denominado Serie I. Dichos rodales habían sido digitalizados anteriormente en el LAIGE de ECOSUR a partir de cartas impresas en escala 1:250 000 utilizando un programa para el manejo de sistemas de información geográfica (SIG), específicamente el programa ArcInfo 3.4. Estos polígonos se sobrepusieron a compuestos de falso color (RGB 4,2,1) para cada una de las 5 imágenes que cubren el estado de Chiapas, según el Sistema Mundial de Referencia 2 (WRS 2 por sus siglas en inglés) del sistema Landsat y se modificaron utilizando el programa ArcGis 8.3.

Las escenas utilizadas, incluyendo la cobertura utilizada de las pertenecientes a la serie MSS y su índice de ubicación correspondiente al Sistema Mundial de Referencia 2 (WRS 2 por sus siglas en inglés) se presentan en la figura 1. Estas imágenes MSS fueron remuestreadas en el proyecto *GLCF* para lograr un tamaño de píxel de 60 m² con el propósito de hacerlas compatibles con el resto de las imágenes de la serie Landsat.

Los polígonos de los BMM sobrepuestos se ajustaron de manera visual con respecto a los macizos forestales que podían distinguirse en los compuestos de falso color de las imágenes, aprovechando la mayor escala de trabajo que se podía conseguir con dicho insumo.

Para separar selvas y otros tipos de vegetación de los BMM utilizamos un modelo digital de elevación, asignando una altitud mayor a los 1500 msnm para la distribución de estos últimos (Bubb, 1991; Cayuela *et al.*, 2006).

Una vez realizados los ajustes necesarios y la adición de los polígonos o rasgos que no fueron considerados en las cartas de INEGI, se contó con el primer mapa de cobertura, que en adelante será referido como mapa 1970 y cuyos polígonos se muestran en la figura 1. Este mapa fue transferido a las imágenes de 1980 y sus segmentos modificados en el SIG con base en los compuestos de falso color RGB 4, 3, 2 o RGB 4, 7, 5, dependiendo de las condiciones de bruma que existiera en las imágenes Landsat correspondientes. Este proceso de actualización de arcos (ver Flamenco *et al.*, 2007) evita la comisión de errores de posición por la ubicación de los segmentos que conforman los polígonos y busca que las modificaciones ocurridas entre la fecha anterior y la actual se reflejen con fidelidad. El producto de esta actualización fue el mapa 1980. El mapa resultante a su vez fue utilizado como base para realizar la actualización de la cartografía de BMM para 1990 y este sirvió de base para elaborar el mapa 2000 (figura 2).

Usando un procedimiento de superposición de mapas, a cada rasgo de cada fecha se le asignó la ubicación correspondiente en las regiones fisiográficas que componen el estado (Müllerried, 1982). El mismo SIG nos permitió calcular el área de los diferentes rodales de BMM para cada una de las fechas consideradas en el análisis.

Análisis de cambio

Para evaluar el cambio entre décadas (1970-1980, 1980-1990, 1990-2000) se tuvieron que elegir fechas específicas que representaran un valor intermedio con respecto a las fechas de las imágenes analizadas para la década correspondiente. Para la década de los setentas se utilizó el año 1974; para la década de los ochentas, 1986; para la década de los noventas, 1995; y 2000 fue el último año analizado. Estos valores se eligieron con el propósito de obtener cifras conservadoras, procurando evitar fechas extremas.

El análisis de cambio se basó en la estimación de las tasas de deforestación observadas entre las diferentes fechas analizadas. Para estimarlas se utilizó la fórmula propuesta por la FAO (1996) y que ha sido utilizada en otros trabajos (Dirzo y García, 1992; Mendoza y Dirzo, 1999):

$$TD = 1 - \left(1 - \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1} \right) \right)^{\frac{1}{t}} \times 100$$

En donde TD es la tasa de deforestación (porcentaje de área perdida/año); A_1 y A_2 son el área forestal inicial y final, respectivamente; y t es el intervalo de tiempo en años durante el cual ocurrió el cambio. En este estudio la tasa calculada para el primer período comprendió 12 años (1974-1986), mientras que el segundo nueve (1986-1995) y el tercero cinco (1995-2000).

Además de calcular la tasa de deforestación de los BMM del estado en cada uno de los tres períodos, se hizo el mismo análisis para cada una de las regiones fisiográficas que han incluido este tipo de vegetación. Usando un análisis de varianza de medidas repetidas para determinar la diferencia entre décadas y regiones.

Resultados

La superficie del BMM en el estado ha disminuido drásticamente con el paso del tiempo pero con diferente intensidad, dependiendo la re-

gión fisiográfica de la que se trate. En un contexto general, la tasa de deforestación ha variado considerablemente dependiendo del lapso de tiempo considerado en el análisis. La tasa de deforestación en Chiapas para este tipo de vegetación fue de 2.7% anual entre 1974 y 1986 disminuyendo en el siguiente periodo (2.1%). Sin embargo para el último periodo de tiempo (desde 1995 hasta 2000), la tasa de deforestación sufrió un incremento de 8.5% en comparación con el periodo inicial (tabla 2)

Diferencias temporales y espaciales en los patrones de deforestación

Con base en los resultados, se puede señalar que el proceso de cambio de uso del suelo fue diferencial con respecto a la región fisiográfica y a la época en que ocurrió, esto se puede apreciar al revisar las variaciones en las tasas de deforestación para las diferentes regiones (tabla 2; figuras 3 y 4).

Tabla 2. Tasas de deforestación obtenidas a partir del análisis multitemporal para los BMM por región fisiográfica del estado de Chiapas, México.

Región fisiográfica	Tasas de deforestación		
	1974-1986	1986-1995	1995-2000
Planicie Costera del Golfo (PCG)	4.8	10.7	-
Depresión Central (DC)	4.1	3.5	2.6
Altiplanicie Central (AC)	1.3	4.9	6.4
Montañas del Norte (MN)	6.5	1.6	5.0
Montañas del Oriente (MO)	3.6	2.5	10.8
Sierra Madre (SM)	1.1	1.8	12.9
Tasa global	2.7	2.1	11.2

Figura 3. Superficie en hectáreas de Bosque Mesófilo de Montaña para cada una de las regiones fisiográficas considerando la fecha en el estado de Chiapas

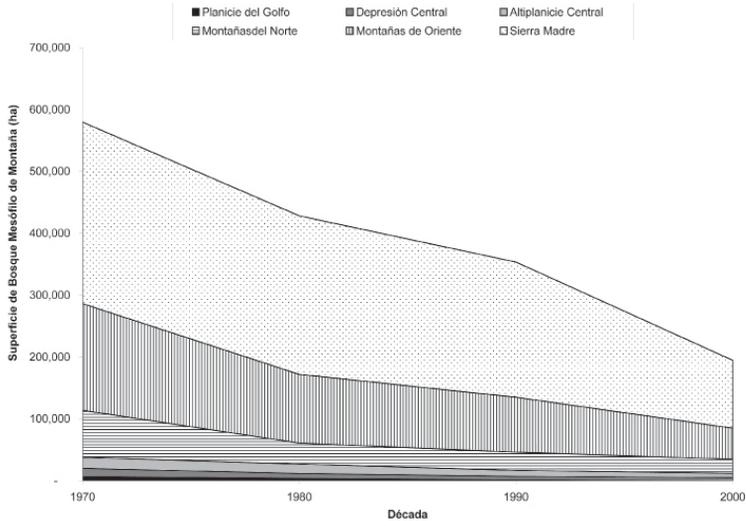
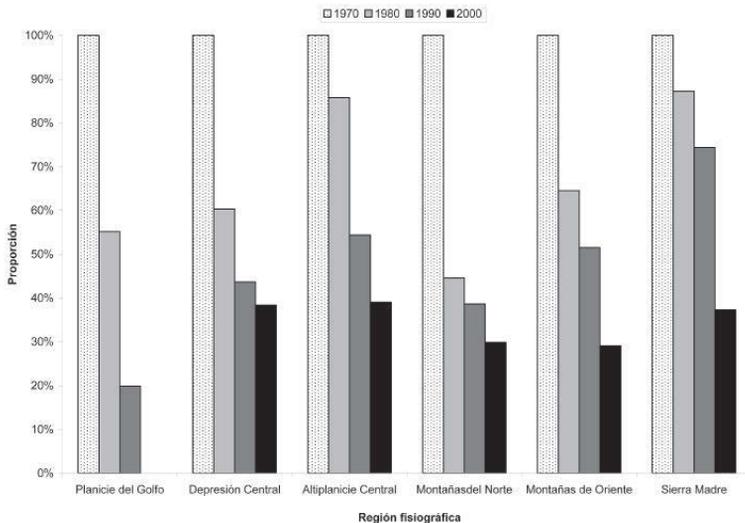


Figura 4. . Proporción de BMM para el estado de Chiapas por región fisiográfica para cada década analizada. El 100% corresponde al área cubierta por BMM durante la década de los setentas



Todas las regiones que en 1970 presentaban BMM en buen estado de conservación vieron disminuir esa superficie; tres de ellas experimentaron los cambios más drásticos (figura 3). En las Montañas del Norte (MN), durante la década de los 70 existían 76051 hectáreas, es decir, el 13.1 % de los BMM del estado; para el año 2000 únicamente quedaba el 3.9 % (aproximadamente 22771 hectáreas).

Por su parte, el área que contenía la mayor extensión de BMM, la Sierra Madre de Chiapas (SM) ha presentado la mayor pérdida de superficie, pasando de 293657 hectáreas (50.5% del total de los BMM en los setenta) a 109607 hectáreas (18.8%) en un periodo de 26 años, y representa junto a las Montañas de Oriente (MO) el porcentaje en la tasa anual de deforestación más alta (12.9 y 10.8% respectivamente; figura 3, tabla 2). Es de llamar la atención que para tres de las cuatro regiones: Depresión Central (DC), MN y MO, las tasas de deforestación anuales disminuyeron en el segundo periodo volviéndose a incrementar durante el tercero. Esto fue completamente diferente a lo ocurrido en la Altiplanicie Central (AC) en donde la tasa de deforestación siempre se incrementó (tabla 2).

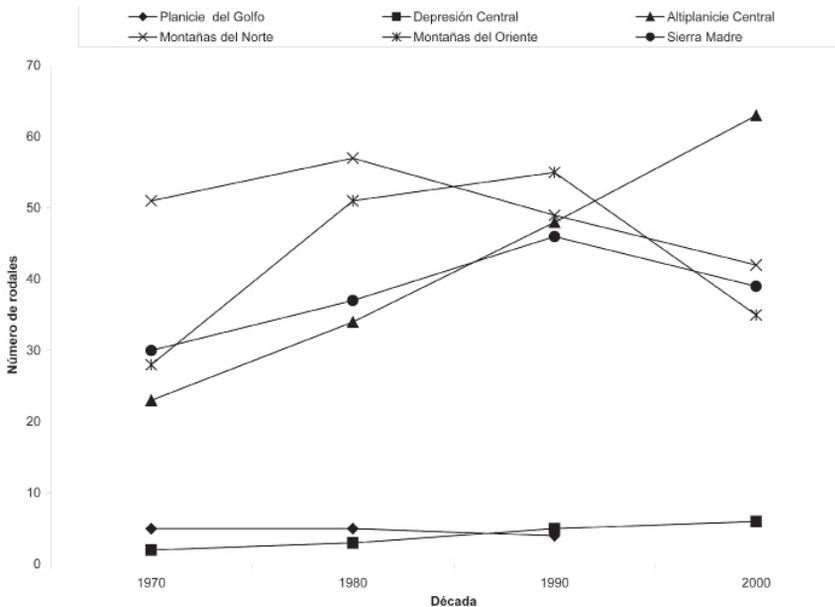
Fragmentación de los BMM

Los procesos de fragmentación asociados a la deforestación en el estado también han mostrado comportamientos distintos, dependiendo de la época y la región examinada. El análisis de varianza mostró que existen diferencias en la pérdida de superficie entre décadas ($F_{3,15} = 8.6$; $P < 0.001$) y entre regiones ($F_{4,15} = 7.4$; $P < 0.001$).

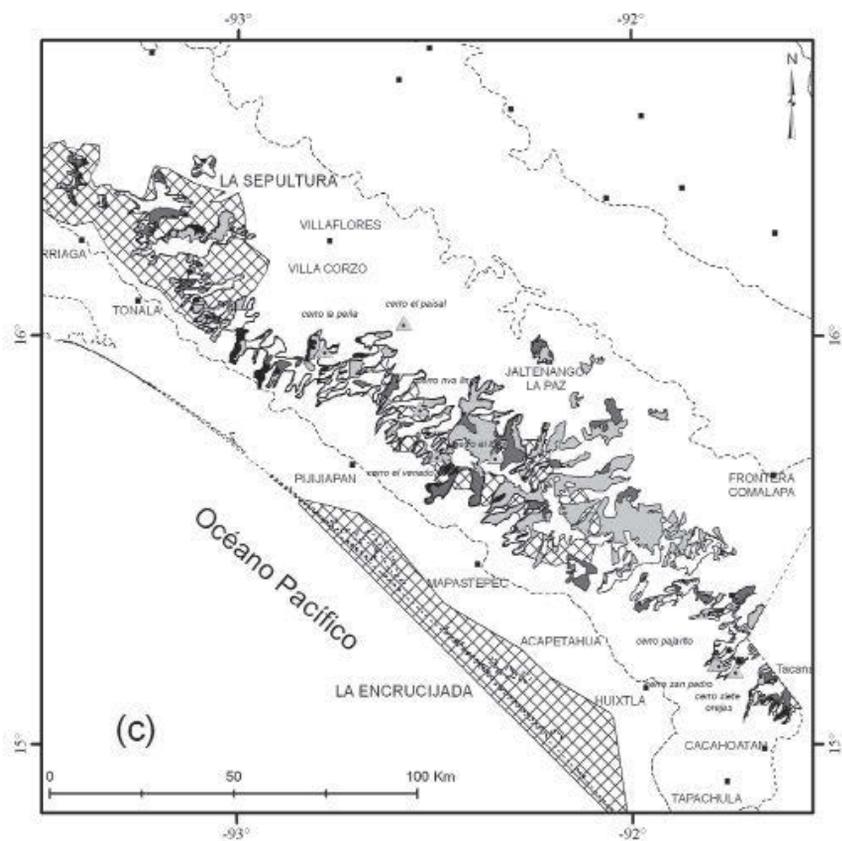
La relación entre el número de manchones o parches de BMM que existían en cada fecha considerada (figura 5) nos ayuda a identificar tres patrones diferentes: (i) Se presenta en las MO, las MN y la SM. En este caso hubo un incremento en el número de parches de BMM, seguido por un decremento que aunque varió entre décadas, fue más intenso en la última. (ii) Observado en la AC y en la DC. En ambos casos hubo un incremento sostenido en el número de parches remanentes, aunque en el caso de la AC este aumento es mucho mayor que en la DC,

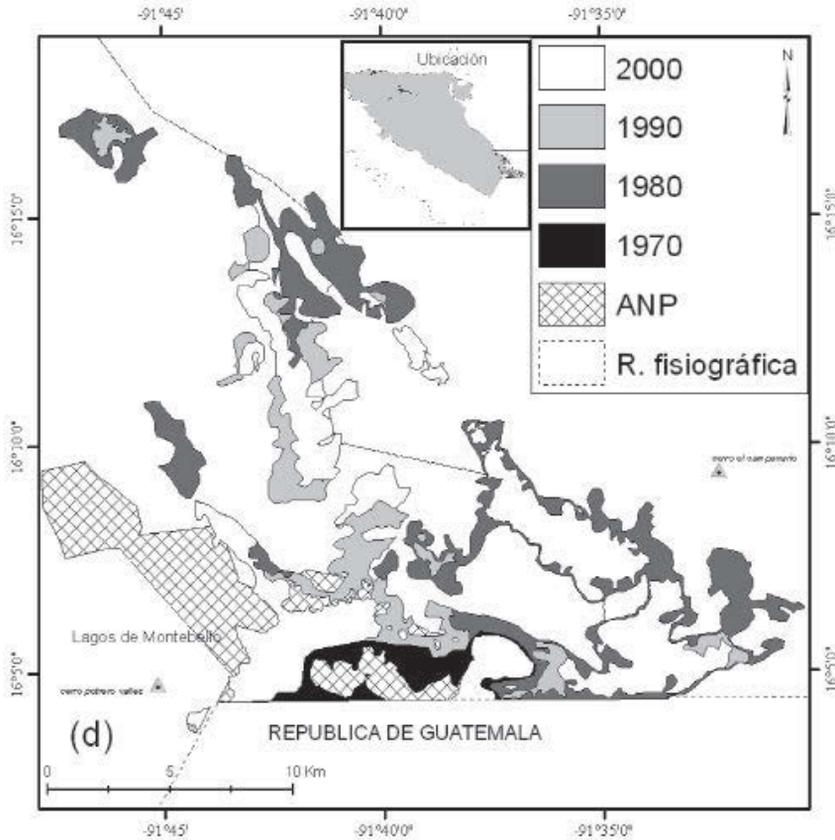
esto se relaciona con el número de parches que existían en un principio. Con base en el patrón observado en las regiones antes analizadas, se puede esperar que en algún momento la tendencia cambie y haya un decremento en el número de fragmentos. El hecho de que exista un incremento en el número de parches no significa un aumento en la superficie de BMM; (iii) Finalmente, la Planicie del Golfo (PG) presentó un patrón de decremento continuo. Los parches que conformaban los BMM en esta región terminaron por desaparecer para la década de los noventas (Figura 6b).

Figura 5. Número de parches de BMM por década para cada una de las regiones fisiográficas



Considerando la proporción de BMM por provincia fisiográfica, la (PG) y las MN mostraron el principal decremento en la década de los ochentas (figura 4). Sin embargo, en la primera región, esta situación persistió en el siguiente periodo, desapareciendo por completo para el año 2000 (figuras 4 y 6). Esta región fue la que presentó menor proporción de BMM con respecto a su superficie, comprendiendo sólo el 3% en la década de los setenta y desapareciendo completamente para 2000. La cobertura de BMM en la DC fue mínima (figura 6), reduciéndose del 1.3 al 0.5% de su superficie. En esta última región, después de una pérdida importante entre la primera y segunda década, la velocidad de deforestación disminuyó de manera considerable (figura 4). La AC y la SM mostraron una pérdida menos drástica que la experimentada por el resto de las regiones; durante el tránsito de la primera a la segunda década. La AC registró en la década de los noventa un fuerte incremento en la tasa de pérdida, dinámica que no experimentó la SM. Esta última mantuvo tasas bajas de deforestación (1 y 1.8% anual respectivamente), hasta la última década, en que se registró la tasa de deforestación más alta de todas las registradas en este estudio. Este cambio drástico puede identificarse claramente en la figura 4, pero también en la forma en que los manchones de BMM se distribuían en la figura 6. Las MN se vieron afectadas desde el principio, experimentando una pérdida del 55% al pasar a la década de los ochentas (figura 4), registrando la tasa más alta de ese periodo (6.5% anual).





Discusión

Nuestros datos aportan información relevante acerca de lo que ha sucedido con este tipo de vegetación durante tres décadas. Con base en nuestros resultados, la tasa de deforestación es por mucho una de las más altas para cualquier tipo de vegetación en el país, en la región y en el estado y a su vez la más alta reportada hasta el momento para el BMM (Velázquez *et al.* 2002; 2003).

Hasta este trabajo, la deforestación paulatina del BMM en Chiapas había sido determinada en tasas de cambio entre 3.3 y 6.8 % anual (Solórzano *et al.*, 2003). Sin embargo, este trabajo se basó en los BMM

con presencia verificada para el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) y no se incluyeron aquellos bosques sin incidencia de la especie. Dichas áreas corresponden a zonas de transición entre el BMM y las selvas medianas perennifolias.

Tasas de deforestación del BMM en relación a otros tipos de vegetación

Considerando las tasas de deforestación obtenidas para el BMM en Chiapas, consideramos que sigue los mismos patrones para este tipo de vegetación que otras regiones del país en donde se han registrado tasas de deforestación de 10.1% en un periodo de tiempo de diez años (Mas *et al.* 1996). Sin embargo, algunas tasas de deforestación obtenidas en este trabajo son más altas que las registradas para otros tipos de vegetación tanto en el estado, como en el país. En comparación, para la Selva Lacandona (constituida por selvas altas perennifolias) se ha estimado una tasa de deforestación de 8.1% anual (Mendoza y Dirzo, 1999), para la región de los Tuxtlas, Veracruz del 4.2% anual en un periodo de nueve años (Dirzo y García, 1992). Para otro tipo de vegetación, la región noroeste de Chiapas (donde se presentan macizos de selvas y bosques de pino en buen estado de conservación), registra tasas de deforestación de hasta 6.8% anuales entre 1995 y 2000. Cabe mencionar que al separar de los análisis las selvas inmersas en el Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera El Ocote, la tasa se incrementó al 12.4% anual (Flamenco *et al.*, 2007).

Las tasas de deforestación obtenidas en este estudio son más comparables a las observadas en áreas con selvas bajas caducifolias (consideradas como la formación vegetal más amenazada) con una tasa de deforestación del 10.4% (Mas *et al.*, 1996).

Las áreas del estado que han tenido el mayor grado de fragmentación son la SM y MO, que a pesar de la implementación de acciones encaminadas a su protección como la creación de reservas, el proceso de cambio en el uso de suelo, aunque se ha retardado nuestros datos demuestran que se han incrementado en la última década.

Situación actual en las diferentes regiones del estado

Considerando la amplia cobertura que estos bosques representan, así como la heterogeneidad físico-ambiental que posee en el estado, la distribución espacial y temporal de los macizos de BMM aún en buen estado de conservación, está determinada por patrones diferenciables. En la figura 6, se muestran acercamientos de cuatro de las regiones fisiográficas con mayor cobertura de BMM. En cada mapa se puede distinguir la distribución de los manchones de BMM para cada una de las décadas analizadas. En color negro se presentan aquellas zonas cubiertas por BMM para la década de los setentas y que no perduraron en la de los ochentas. En color gris claro se indican aquellos que si lo lograron, pero no llegaron a la de los noventas. En gris oscuro se señalan aquellos que lograron alcanzar la década de los noventas y con polígonos blancos se muestra la distribución de los bosques que existían para el 2000.

Para cada una de las regiones se pueden identificar diferentes patrones de cambio. En el caso de las MN resalta la desaparición temprana de varios manchones al este de la región. Al suroeste y este de Pichucalco, se pueden identificar también polígonos negros que indican que ahí dejaron de existir los BM al terminar la década de los setentas. Por otra parte, al noroeste de Tila y del Cerro Jolguitz, existe un macizo que denota poca transformación a lo largo del periodo analizado. Algo similar ocurre al oeste de Pantheló en el macizo en que destacan los cerros Junalvitz y Zigurat. En la serranía, al noreste de Simojovel existe un macizo que a juzgar por el patrón de cambio que se describe, parece haber sufrido una intensa presión por el avance de la frontera agropecuaria y en el que sólo las áreas mas abruptas han permanecido, constituyendo una importante masa de BMM para el año 2000. Al nornoroeste de Tapilula hay un manchón que en el 2000 conservaba aún la mayor parte del BMM, pero se pueden distinguir puntos en su interior. Estos seguramente representan actividades de agricultura, de roza y tumba que han sido desarrollados desde los setentas. Si estos parches no se han extendido, nada asegura que no pueda ocurrir más adelante y que estas actividades fragmenten de manera significativa el remanente de bosque, como parece haber ocurrido en el polígono que se encuentra al noreste de Tapilula.

En las MO poco más del 10 % de la región estaba cubierto con BMM en la década de los setentas (figura 6b) y el patrón de distribución era de manchones grandes y menos dispersos que en el caso de las MN. Mientras que los BMM en las MO cubrían 76668 has en los setentas (5.89% de la superficie total de la región) las MN comprendían 172396 has (10.32% de la región) en el mismo periodo. En esta última región, los BMM se agrupan en la porción occidental. Aunque destacan algunos manchones que no superaron la década de los setenta, (color en negro en la figura 6b; al noreste de Las Margaritas), el patrón indica que una parte significativa de la deforestación ocurrió durante la década de los noventas (color en gris claro) y estos remanentes desaparecieron casi totalmente para el año 2000. Al norte de la Reserva Integral de la Biósfera Montes Azules (RIBMA) y al norte de la Reserva de Naha se distinguen manchones que desaparecieron en ese mismo período. También hay algunos manchones importantes que se mantuvieron incluso en el 2000, como el que se encuentra al noroeste de Ocosingo, pero sobre todo el cercano a la RIBMA.

En varios remanentes de vegetación se pueden observar un proceso de fragmentación en los que se han originado archipiélagos, en donde originalmente existía un solo macizo forestal. Esto es más evidente en los manchones que son alargados y se distribuyen de este a oeste. Dentro de la RIBMA hay dos manchones de tamaño pequeño con respecto al resto de los que se encuentran en la región, pero que no han sufrido cambios desde la década de los setentas.

En la SM, los BMM se extienden a lo largo de la mayor parte de la región sobre esta cordillera. Cubrían en los setentas 293772 hectáreas, lo que significaba el 16% de la región, sin embargo, para el 2000, sólo cubrían el 6%. La mayor parte de la Reserva de la Biósfera El Triunfo (REBITRI) y una porción de la Reserva de la Biósfera la Sepultura (REBISE) protegen BMM (Figura 6c). La REBITRI se encuentra justo al norte de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada y a pesar de tener la mayor superficie de BMM en la región, ha sido donde más pérdida de bosque se ha experimentado. A diferencia de las dos regiones anteriores, en la SM el proceso fue poco relevante durante la década de los setentas. Destaca en cambio, el tono gris claro, lo que indica una pérdida importante

(37.6%) del área original durante la década de los noventa. Los manchones más grandes que desaparecieron en esa etapa estaban dentro y al este de la REBITRI. Para el 2000, los remanentes de BMM de la SM se encontraban dispersos tanto dentro como fuera de las Áreas Naturales Protegidas de la región.

Finalmente, la región de la AC ha sufrido una transformación intensa. En los setentas el BMM cubría el 2% de la región, pero para el 2000 sólo existía el 0.75% de la misma. Una característica singular de esta región es el aislamiento que existe entre los manchones de la región y la distancia que los separa, formándose tres áreas distintas (Figura 2). Al noreste de la región, unos 5 Km al sureste de Bochil, existió un manchón que colindaba con la región de las MN, pero que no superó la década de los setentas. Unos 30 Km al suroeste se encontraba un archipiélago de BMM. El manchón más al sur, corresponde al BMM que se encuentra en el Volcán Huítepec, al oeste de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas. El resto de los bosques de esta región se encuentran al noreste y se extienden alrededor del Volcán Tzontehuitz. Han sido bosques perturbados sobre todo desde la década de los ochenta y para el 2000 quedaba menos del 50% de lo que existió en los ochenta.

En el extremo sureste de la región, se encuentra la extensión más importante de BMM (figura 6d). Esta región fue descrita por Leopold en 1950 como *cloud forests* o bosque nuboso, donde se ubica el Parque Nacional Lagos de Montebello. Resalta que la única área que no rebasó la década de los setentas estaba en su mayor parte incluida dentro de la reserva. En el patrón, se observa una intensa pérdida o reducción de macizos durante la década de los ochenta. Sobre todo al norte de la subregión se encuentran un par de ejemplos de polígonos mucho más pequeños que los originales, que alcanzaron a mantenerse en la década de los noventa para desaparecer inmediatamente después. Algunos de los polígonos más grandes y que alcanzaron a mantenerse en el 2000, se sitúan fuera de la reserva. A diferencia de lo observado en las otras regiones (figuras 6 a, b y c) en esta región sobresale una disminución drástica durante la década de los ochenta y no en la de los noventa.

La formación de nuevos rodales está influenciada por la fragmentación de los macizos forestales en parches aislados. El primer pa-

trón descrito manifiesta un proceso en que primero se fraccionan los macizos forestales originales en elementos más pequeños, los cuales experimentan a su vez disminución en su superficie y procesos de fragmentación. Los nuevos fragmentos cuentan con menor área, de tal manera que en determinado momento los fragmentos son tan pequeños que no se vuelven a fraccionar y tienden a desaparecer.

La permanencia de los remanentes de BMM en las diferentes regiones puede deberse probablemente, a la presencia de Áreas Naturales Protegidas, como en el caso de la SM en donde las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Sepultura, si bien no han detenido completamente el proceso de fragmentación o el avance de la frontera agrícola, si han tenido un efecto sobre la permanencia de este tipo de vegetación.

Aunque en algunos casos la protección de áreas boscosas ha auxiliado en el mantenimiento de los hábitats, esto enmascara las tasas de deforestación reales. El establecimiento de un Área Natural Protegida, en muchas situaciones no garantiza la conservación; como ocurre con la mayoría de los BMM. En la RIBMA se han mantenido bien un par de polígonos, pero en el norte estos prácticamente han desaparecido. Nahá (un ANP con decreto federal) no logró conservar su bosque. En la SM los cambios más abruptos ocurrieron en El Triunfo mientras que en la AC los macizos más grandes quedan fuera de Montebello (figura 6c y 6d). En la SM la implementación de la Zona de Protección Forestal La Frailescana, un corredor natural entre las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Sepultura, podría amortiguar la presión que se está dando en la región en las últimas décadas.

Conclusiones generales

El proceso es diferencial respecto a la región en que ocurre y ha tenido diferentes comportamientos dependiendo de la etapa en que ocurrieron los cambios. En cualquier caso los datos que tenemos son alarmantes y si no se hace algo para evitarlo, en unas cuantas décadas habrán desaparecido. Destacan sobre todo las pérdidas que han ocurrido en los años noventa.

La fragmentación amenaza con terminar con lo que aún queda. Después de un incremento en la generación de fragmentos, el tamaño de

los remanentes impide que se mantengan por tiempos prolongados y tienden a desaparecer.

Las medidas de protección a través del establecimiento de ANP son insuficientes. No pueden cubrir todos los bosques, pero además no pueden asegurar su conservación. Es necesario establecer estrategias de conservación que incluyan alternativas productivas para evitar la presión de la frontera agrícola, pero además, es necesario hacer conciencia entre los beneficiados de estos bosques de su importancia y las ventajas que tiene conservarlos.

Bibliografía

Acosta, S., 1997, "Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca México" en *Polibotánica*, (6): 25-39.

Acosta, S., 2004, "Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético" en *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 75(1): 61-72.

Avila, M., 1998, "The Quetzal and its Conservation in the Mexican southeast" in *Wilson Bulletin*, 110(4): 559.

Bautista, A., del Castillo, R. F. y Gutiérrez, C., 2003, "Patrones de desarrollo del suelo asociados con sucesión secundaria en un área originalmente ocupada por bosque mesófilo de montaña" en *Ecosistemas* (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigacion1.htm>) 2003/03.

Breedlove D. E., 1981, "Flora de Chiapas, Parte I, Introduction to the flora of Chiapas, California Academy of Sciences. San Francisco, California. USA. 35 pp.

Brown, D. y M. Kappelle, 2000, *Bosques Nublados del Neotrópico*, INBIO, San José, Costa Rica.

Bubb, P., 1991, "The Current Situation of the Cloud Forest in Northern Chiapas, México, Final Report, ECOSFERA, PRONATURA

Cayuela, L., Golicher, D. J., Rey-Benayas, J. M., 2006, "The Extent, Distribution, and Fragmentation of Vanishing Montane Cloud Forest in the Highlands of Chiapas, Mexico" in *Biotropica*, 38(4): 544-554.

Challenger, A., 1998, *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*, Instituto de Biología, UNAM, México.

Dirzo R., y M. C. García, 1992, "Rates of Deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico" in *Conservation Biology*, 6: 84-90.

FAO, 1996, *Forest Resources Assessment 1990, Survey of Tropical Forest Cover and Study of Change Processes*, Number 130, Rome.

Flamenco-Sandoval, A., M. Martínez Ramos y O. R. Masera, 2007, Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation*, 138, 131-145.

González-Espinoza M., Quintana-Ascencio P. F., Ramírez-Marcial N. y Gaytán-Guzmán P., 1991, "Secondary Succession in Disturbed Pinus-Quercus Forests in the Highlands of Chiapas, Mexico" in *Journal of Vegetation Science* 2: 351-360.

Guevara, S., Laborde, J., Sánchez-Ríos, G., 2005, "Los árboles que la selva dejó atrás" en *Interciencia*, 30(10): 595-601.

Leopold A. S., 1950, "Vegetation Zones of Mexico" in *Ecology* 31: 507-518.

Luna, I., Velásquez, A., Velásquez, E., 2000, en: *Bosques Nublados del Neotrópico*. (Kappelle, M. y Brown, D. Eds.). INBio. San José, Costa Rica. México. Pp. 183-229.

March, M. I. y A. Flamenco-Sandoval, 1998, "Deforestación en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas" en *La Jornada Ecológica* (67) 25 de mayo de 1998.

Mas, J. F., Sorani, V. y R. Alvarez, 1996, "Elaboración de un modelo de simulación del proceso de deforestación" en *Investigaciones Geográficas Boletín*, número especial 5:43-57.

Mendoza, E., y R. Dirzo, 1999, "Deforestation in Lacandonia (Southeast Mexico): Evidence for the Declaration of the Northernmost Tropical Hot-spot" in *Biodiversity and Conservation*, 8:1621-1641.

Müllerried, F.K.G., 1982, *Geología de Chiapas*. 2ª edición. Gobierno del Estado de Chiapas.

Ortega, F. y G. Castillo, 1996, "El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal" en *Ciencias* 43: 32-39.

Palacio-Prieto, J., Bocco, L.G., Velázquez, A., Mas, J.F., Takaki-Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L. Gómez-Rodríguez, G., López-García, J., Palma-Muñoz, M., Trejo-Vázquez, I., Peralta-Higuera, A, Prado-Molina, J., Rodríguez-Aguilar, A., Mayorga-Saucedo, R., González-Medrano, F., 2000, *La condición actual de los recursos forestales en México. Resultados del Inventario Nacional Forestal 2000*, Investigaciones Geográficas. Boletín 43, Instituto de Geografía, UNAM, Mexico City, Mexico.

Rzedowsky J., 1978, *Vegetación de México*, editorial Limusa, México D. F.

Rzedowski, J., 1992, "Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México" en *Ciencias*. 6:47-56.

SAHR, 1994, *Los recursos forestales no maderables de México*, Dirección General de Política Forestal, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Secretaría de Agricultura y Recursos Holísticos, México D. F.

Saucedo R. González. Medrano F., 2000, *La condición actual de los recursos forestales en México. Resultados del Inventario Nacional Forestal 2000*. Investigaciones Geográficas. Boletín 43. Instituto de Geografía. UNAM. México D. F.

Solórzano, S., Castillo-Santiago M., Navarrete-Gutiérrez D. A. y K. Oyama, 2003, "Impacts of the Loss of Neotropical Highland Forests on the Species Distribution: a Case Study Using Resplendent Quetzal an Endangered Bird Species" in *Biological Conservation*, 114: 341-349.

Valdez-Tamez, V. Foroughbakhch R., Alanís, G., 2003, "Distribución relictual del bosque mesófilo de montaña en el noreste de México" en *Ciencia UANL*, 6(3): 360-365.

Vázquez M., Castillo M., Montoya G., Martínez G., Ramos M., Díaz D., Hernández J. F., Méndez F., Navarrete D., Valencia E., Sarabia A., Stetter S., Pérez H. L., García G., Mijangos J. R., Gallardo F., López J. L. y Méndez D., 2005, *Programa Estatal de Ordenamiento Territorial*, Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaría de Planeación. ECOSUR, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Velázquez, A., J.F. Mas, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra and J.L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*. 62: 21-37.

Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J.F., Bocco, G., Ramírez. G., Palacio, J.L., 2003, "Land Use-cover Change Processes in Highly Biodiverse Areas: the Case of Oaxaca, México", en *Global Environmental Change* 13, 175-184.

Rectoría

Ing. Roberto Domínguez Castellanos
RECTOR

Mtro. José Francisco Nigenda Pérez
SECRETARIO GENERAL

Lic. Adolfo Guerra Talayero
AUDITORA GENERAL

Lic. Adrián Velázquez Megchún
ABOGADO GENERAL

Mtro. Pascual Ramos García
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

Mtro. Florentino Pérez Pérez
DIRECTOR ACADÉMICO

Mtro. Jaime Antonio Guillén Albores
DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Dr. Eduardo E. Espinosa Medinilla
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Lic. Ricardo Cruz González
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

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

Mtra. Brenda María Villarreal Antelo
DIRECTORA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Lic. Noé Fernando Gutiérrez González
DIRECTOR DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

Dependencias de Educación Superior

C.D. Jaime Raúl Zebadúa Picone
DIRECTOR DE LA DES DE ODONTOLOGÍA

Mtra. Érika Judith López Zúñiga
DIRECTORA DE LA DES DE NUTRICIÓN

Mtro. Martín de Jesús Ovalle Sosa
DIRECTOR DE LA DES DE PSICOLOGÍA

Dra. Sandra Urania Moreno Andrade
DIRECTORA DE LA DES DE BIOLOGÍA

Ing. Francisco Félix Domínguez Salazar
DIRECTOR DE LA DES DE INGENIERÍAS

Mtro. Carlos Gutiérrez Alfonso
DIRECTOR DE LA DES DEL CESMECA

Mtro. Jesús Manuel Grajales Romero
DIRECTOR DE LA DES DE OFERTA REGIONALIZADA

Antrop. Julio Alberto Pimentel Tort
DIRECTOR DE LA DES DE ARTES

Lic. Diego Martín Gámez Espinosa
COORDINADOR DEL CENTRO DE LENGUAS

**Colección
Jaguar**



UNICACH

Los bosques mesófilos de montaña de Chiapas Situación actual, diversidad y conservación

Se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2010, con un tiraje de 500 ejemplares, en los Talleres de Ediciones de la Noche, Madero núm. 687, 44100, Guadalajara, Jalisco. Teléfono: 33-3825-1301. El diseño tipográfico estuvo a cargo de Salvador López Hernández, la corrección de Luciano Villarreal Rodas y el cuidado de la edición de la Oficina Editorial de la UNICACH, durante el rectorado del Ing. Roberto Domínguez Castellanos.



Este libro es una recopilación sobre el estado actual de los bosques mesófilos en Chiapas. Lo vasto del tema de la conservación del bosque mesófilo chiapaneco permite reunir a especialistas en una amplia gama de disciplinas que resaltan los valores de diversidad biológica y cultural de estos excepcionales ecosistemas. Desafortunadamente, los bosques de Chiapas continúan reduciendo sus fronteras ante el crecimiento de las poblaciones y el avance de un modelo de desarrollo con objetivos en el corto plazo. Un reto para la generación actual es el de lograr establecer puentes que permitan preservar la diversidad cultural y biológica que aún nos queda, para aspirar a mantener una calidad de vida óptima y duradera.

