



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

“DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE TRES BOSQUES
MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO UBICADOS EN
DIFERENTES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A

Biol. Alina Katia Juárez Medina

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: Dra. Mercedes Isolda Luna vega
Facultad de Ciencias

COMITÉ TUTOR: Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias
Dr. José Daniel Tejero Díez
Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

MÉXICO, D.F.

Mayo, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM; por las facilidades brindadas para la realización de este proyecto.

Al apoyo recibido a través de CONACYT, dentro de la plantilla del programa de posgrados de dicha institución en la cual fui beneficiaria de la beca 225534; así como el apoyo brindado para asistir al XVIII Congreso Mexicano de Botánica realizado en Guadalajara, Jalisco.

A los miembros del Comité Tutor: Dra. Mercedes Isolda Luna Vega, Dra. Tania Escalante Espinosa y Dr. José Daniel Tejero Díez; por todo el asesoría, dirección, espacio y tiempo brindado para el desarrollo de este proyecto.

Agradecimientos:

A mis papás: Minerva Medina García y José Eduardo Juárez Pérez; porque con este proyecto se culmina uno de los sueños más anhelados por los tres: Un posgrado. Gracias por siempre estar ahí, por apoyarme y enseñarme a que la preparación constante es básica para el desarrollo profesional y personal. Gracias por la oportunidad que me brindaron al permitirme ser y desarrollarme en todos los sentidos con la libertad, amor y balance justo. Muchas gracias por hacerme con todo el amor del mundo. Los amo inmensamente y hoy soy lo que soy gracias a ustedes.

A Jonathan Alvarez Alvarado mi compañero, mi mejor amigo, el amor de toda mi vida, porque tú has hecho de mi vida un mejor lugar, un mejor momento, en espacio y tiempo. A ti por tu incasable perseverancia, apoyo incondicional, pero sobre todo por el gran amor que me das con todas las grandes y pequeñas cosas que compartimos día a día. Gracias por todo.

A mi hermano Jorge Eduardo porque siempre eres y serás algo importante en mi vida, a pesar de compartir nuestro DNA somos tan distintos, pero eso hace que te quiera y te admire más.

A toda mi familia por el cariño y el apoyo que siempre me han demostrado, gracias por respetar mis locuras, mis pláticas y mi forma de ser... gracias a todos y cada uno de ustedes por que de una u otra forma son parte de esta loca soñadora.

Con especial cariño a la Dra. Isolda Luna, por la oportunidad que me brindó hace poco más de 7 años, al aceptarme como su alumna de Biogeografía I, gracias por permitirme conocer el BMM a través de su mirada, pero sobre todo gracias por todo el cariño que recibí de usted en todo momento.

A Dra. Tania y Dr. Daniel, por brindarme todo el apoyo, y sobre todo por compartir conmigo su vasto conocimiento, con mucho cariño y respeto.

Miembros del jurado por la dedicación y paciencia para la culminación de este trabajo, por los consejos y observaciones. Muchas gracias a Raúl Contreras, David Espinosa y Susana Valencia.

A mis amigos que siempre están ahí, haciendo presencia en cada momento de mi vida Laura, gracias infinitas por tu amistad, Erick y Eric por pasar con ustedes los momentos más divertidos y las acaloradas discusiones infinitas en las que componemos el mundo... y los que siempre están ahí a

pesar de la distancia: Yadira, Anuar, Emma, Nancy... y todos aquellos que han formado un vínculo especial en mi vida.

A mis compañeros del cubo Othón, Paty, Celia, Andrés, César Andrés, por los momentos tan divertidos y agradables que hemos pasado juntos aprendiendo y compartiendo, con especial cariño... muchas gracias a ustedes... y los pequeños alumnos... Rigel, Diana, Iván y Sadan, ustedes siguen...

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *Alma máter*. Orgullosamente UNAM.

Dedicatoria

Para mí mamá Mine, enorme mujer, a mi papá Eduardo creador de sueños; siempre... siempre, gracias. Los amo.

A Jonathan por ser mi complemento de vida... yo citosina... tu guanina; siempre juntos y complementados.

Para mí gran hermano Jorge, por que sí... por que te quiero y mucho.

A toda mí enorme y gran familia, tantas horas de alegría, risa y diversión.

A mis a amigos TODOS forman una parte importante en cada momento y etapa de mi vida. Con especial cariño a Laura por compartir esta aventura juntas.

Para ti Candela... ¿cómo en un cuerpo tan flaquito y peludo cabe tanta alegría?

A ese maravilloso lugar llamado Bosque Mesófilo de Montaña.

Para América Latina... Un Pueblo sin piernas, pero que camina.

A la UNAM... es la UNAM... sobran las palabras...

Latinoamérica

Soy... Soy lo que dejaron,
Soy toda la sobra de lo que se robaron
Un pueblo escondido en la cima,
mi piel es de cuero por eso aguanta cualquier clima.
Soy una fábrica de humo,
mano de obra campesina para tu consumo
Frente de frío en el medio del verano,
el amor en los tiempos del cólera, mi hermano.
El sol que nace y el día que muere,
con los mejores atardeceres.
Soy el desarrollo en carne viva,
un discurso político sin saliva.
Las caras más bonitas que he conocido,
soy la fotografía de un desaparecido.
Soy la sangre dentro de tus venas,
soy un pedazo de tierra que vale la pena.
soy una canasta con frijoles ,
soy Maradona contra Inglaterra anotándote dos
goles.
Soy lo que sostiene mi bandera,
la espina dorsal del planeta es mi cordillera.
Soy lo que me enseñó mi padre,
el que no quiere a su patria no quiere a su madre.
Soy América latina,
un pueblo sin piernas pero que camina.

Tú no puedes comprar al viento.
Tú no puedes comprar al sol.
Tú no puedes comprar la lluvia.
Tú no puedes comprar el calor.
Tú no puedes comprar las nubes.
Tú no puedes comprar los colores.
Tú no puedes comprar mi alegría.
Tú no puedes comprar mis dolores.

Tengo los lagos, tengo los ríos.
Tengo mis dientes pa' cuando me sonrío.
La nieve que maquilla mis montañas.
Tengo el sol que me seca y la lluvia que me baña.
Un desierto embriagado con bellos de un trago de
pulque.
Para cantar con los coyotes, todo lo que necesito.
Tengo mis pulmones respirando azul clarito.
La altura que sofoca.
Soy las muelas de mi boca mascando coca.
El otoño con sus hojas desmalladas.
Los versos escritos bajo la noche estrellada.
Una viña repleta de uvas.
Un cañaveral bajo el sol en cuba.
Soy el mar Caribe que vigila las casitas,
Haciendo rituales de agua bendita.
El viento que peina mi cabello.
Soy todos los santos que cuelgan de mi cuello.
El jugo de mi lucha no es artificial,
Porque el abono de mi tierra es natural.

Tú no puedes comprar al sol.
Tú no puedes comprar la lluvia.
Tú no puedes comprar el calor.
Tú no puedes comprar las nubes.
Tú no puedes comprar los colores.
Tú no puedes comprar mi alegría.
Tú no puedes comprar mis dolores.

Você não pode comprar o vento
Você não pode comprar o sol
Você não pode comprar chuva
Você não pode comprar o calor
Você não pode comprar as nuvens
Você não pode comprar as cores
Você não pode comprar minha felicidade
Você não pode comprar minha tristeza

Tú no puedes comprar al viento.
Tú no puedes comprar al sol.
Tú no puedes comprar la lluvia.
(Vamos dibujando el camino,
vamos caminando)
No puedes comprar mi vida.
MI TIERRA NO SE VENDE.

Trabajo en bruto pero con orgullo,
Aquí se comparte, lo mío es tuyo.
Este pueblo no se ahoga con marullos,
Y si se derrumba yo lo reconstruyo.
Tampoco pestañeo cuando te miro,
Para q te acuerdes de mi apellido.
La operación cóndor invadiendo mi nido,
¡Perdono pero nunca olvido!

(Vamos caminando)
Aquí se respira lucha.
(Vamos caminando)
Yo canto porque se escucha.

Aquí estamos de pie
¡Que viva Latinoamérica!

No puedes comprar mi vida.

René Pérez, Residente

ÍNDICE

1 Resumen	1
2 Introducción	3
3 Objetivos	8
4 Hipótesis	9
5 Antecedentes	10
6 Zona de estudio	12
7 Métodos	15
8 Resultados	19
9 Discusión y conclusiones	29
10 Literatura Citada	33
11 Apéndice	
11.2 Listado de las especies registradas en los diferentes BMM.....	45
11.3 Características geográficas de los diferentes sitios.....	57

Lista de figuras y cuadros

Figura 1. Zona de estudio.....	12
Cuadro 1. Descripción de los sitios de estudio.....	13
Figura 2. Adecuación del método IFRI.....	16
Figura 3. Método de recolección de las plantas epifitas.....	17
Cuadro 2. Distribución de las plantas vasculares presentes en las tres localidades	19
Figura 4. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Coatepec Harinas, Edo. de México	20
Figura 5. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Tenango de Doria, Hidalgo.....	21
Figura 6. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Puerto Soledad, Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca.....	22
Cuadro 3. Diversidad alfa para los tres sitios de estudio.....	23
Figura 7. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Coatepec Harinas.....	24
Figura 8. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Tenango de Doria.....	25
Figura 9. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Puerto Soledad.....	26
Cuadro 4. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Tenango de Doria, Hidalgo.....	27
Cuadro 5. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Puerto Soledad, Oaxaca.....	27
Cuadro 6. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Coatepec Harinas, Edo. Méx.....	27
Fig. 10. Fenograma que muestra la relación de los distintos sitios.....	28

RESUMEN

Se analiza y compara la riqueza y diversidad florística de tres fragmentos de bosque mesófilo de montaña (BMM) ubicados en tres diferentes provincias biogeográficas de México. Mediante una modificación al método IFRI se recolectaron y censaron las plantas presentes en los diferentes sitios de estudio. Este material se determinó en lo posible a especie y se elaboró un listado florístico, así como una matriz de presencia-ausencia y abundancia. Con base en esta matriz, se analizaron los datos usando el software Estimates versión 8.2.0, obteniéndose valores mediante el índice de Whitaker para el estudio de la diversidad alfa, y el índice de Jaccard correspondiente para calcular la diversidad beta. Los resultados muestran que el BMM ubicado en la provincia Sierra Madre Oriental presenta un mayor índice de riqueza y diversidad, seguido por el BMM ubicado en la provincia Sierra Madre del Sur y por último el BMM que corresponde a la Provincia Faja Volcánica Transmexicana. Un factor que puede estar aumentando el valor de la diversidad del fragmento provincia Sierra Madre Oriental, además de la riqueza propia del bosque, es el grado de perturbación a la que ha estado siendo sometido, a diferencia del bosque correspondiente a la provincia Sierra Madre del Sur, el cual presenta sitios altamente conservados con una riqueza importante cuantitativa y cualitativamente. El bosque correspondiente a la provincia Faja Volcánica Transmexicana resulta ser el más homogéneo y presenta zonas moderadamente conservadas. La riqueza y diversidad de estos bosques y de los BMM mexicanos en general representan un aporte importante a la diversidad total de la flora mexicana, y brinda elementales servicios ambientales por lo que su estudio, conocimiento y conservación resulta una tarea prioritaria.

Abstract

An analysis and comparison of the floristic richness and diversity of three fragments of cloud forest located in three different biogeographic provinces of Mexico. By a modification of the method IFRI were collected and censused the plants present in the different study sites. This material was determined if possible to species and performed a floristic list and a matrix of presence-absence and abundance. Based on this matrix, the data were analyzed using Estimates software version 8.2.0, the values obtained by Whitaker index for the study of alpha diversity, and the corresponding Jaccard index to calculate beta diversity. The results show that the cloud forest located in the Sierra Madre Oriental province has a greater richness and diversity index, followed by the cloud forest located in the Sierra Madre del Sur province and finally the cloud forest corresponding to the Faja Volcánica Transmexicana province. One factor that may be increasing the value of diversity fragment Sierra Madre Oriental province, besides the forest's wealth, is the degree of disturbance which has been undergoing, unlike the forest corresponding to the province of Sierra Madre South, which has a highly conserved sites important wealth quantitatively and qualitatively. The forest corresponding to the Faja Volcánica Transmexicana province happens to be the most homogeneous and presents moderately conserved areas. The richness and diversity of these forests and the cloud forest mexicans in general represent an important contribution to the overall diversity of the Mexican flora, and provides basic about environmental services; so their research, knowledge and conservation is priority issue.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los diez tipos principales de vegetación que Rzedowski (1978) menciona para México. Se calcula que habitan en el BMM entre 2500 (Rzedowski, 1996) hasta 4000-5000 especies de plantas vasculares (Villaseñor, 2010). Recientemente Luna-Vega y Magallón (2010) dan un número aproximado de 3800 especies de angiospermas. Se considera entonces que este bosque contiene más del 10% de especies de plantas estimadas para el país, y poco más del 1% para la flora a nivel mundial, lo que hace al BMM el más diverso en México por unidad de superficie (Rzedowski, 1996; Villaseñor, 2010).

Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación para su existencia se presentan actualmente en zonas restringidas del territorio de la República y por consiguiente, tiene una distribución limitada y fragmentaria (Challenger, 1998), siguiendo una distribución archipelágica con una composición biótica particular (Luna-Vega *et al.*, 2001; Luna-Vega *et al.*, 2009). El bosque se puede encontrar en intervalos altitudinales que van desde los 600 hasta los 3200 msnm (Luna-Vega *et al.*, 1989). Los BMM mexicanos han sido considerados como uno de los tipos de vegetación que presentan una condición transicional entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Alcántara *et al.*, 2002).

El término BMM fue acuñado por Miranda (1947) para referirse a una comunidad vegetal presente en la Cuenca del Río Balsas, distribuida en una franja altitudinal similar a la del encinar, pero donde predominan elementos tropicales de montaña entremezclados con otros típicamente boreales y donde las condiciones de humedad son muy favorables, lo que resulta en una gran riqueza de especies, con abundancia de plantas trepadoras y epífitas. Rzedowski (1978) formalizó este nombre para referirse a las comunidades semejantes en todo el territorio nacional (Villaseñor, 2010). Los bosque nublados neotropicales (término que incluye al BMM de México) son los ecosistemas húmedos de montaña, siendo el más septentrional el de nuestro país en América y en el mundo. Se encuentra generalmente entre los 1000 y 2000

msnm, aunque presentan considerable variación local y su persistencia depende de microclimas que son mantenidos en parte por el propio bosque. Cuando se tala el BMM es frecuente que sea sustituido por bosques de pinos. Este efecto es menos pronunciado en los BMM ubicados en latitudes menores, donde el clima y la niebla a nivel de la vegetación son menos estacionales y, debido a ello, permiten que el bosque se regenere *in situ*. Por consiguiente, la conservación de los bosques mesófilos de montaña es prioritaria (Webster, 1995; Challenger, 1998; Foster, 2001; Luna-Vega *et al.*, 2009).

Los estudios sobre conservación y diversidad de la biota han sido motivo de un creciente interés en los últimos años, pero se ha enfrentado a una enorme problemática en la cantidad de metodologías y estrategias para este propósito, ya que diferentes autores establecen intervalos y prioridades sobre qué y cómo estudiar para que estos estudios sean eficientes (Koleff, 2005).

Norse *et al.* (1986) propusieron el término de biodiversidad para referirse a tres niveles: genético (intraespecífico), de especies (número de especies) y ecológico (de comunidades). La integración de estos niveles en el concepto de biodiversidad fue rápidamente aceptada (Solbrig, 1991), llegando a ser postulada como la “trilogía de la biodiversidad” (Di Castri y Younès, 1996). Por lo tanto, el término abarca diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Solbrig, 1991; Halffter y Ezcurra, 1992; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1995).

La idea de separar la diversidad de especies en distintos componentes data de 1960, cuando Whittaker propuso que el número total de especies de una región (parámetro al que denominó diversidad gamma) es el resultado de la combinación de la diversidad alfa (el número de especies en las localidades que conforman la región bajo estudio) y la diversidad beta (la diferencia en composición de especies entre estas localidades) (Rodríguez *et al.*, 2003).

Durante la Convención de Diversidad Biológica (UNEP, 1992) se definió a la biodiversidad como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. De acuerdo con Halffter *et al.* (2001) esta definición es la más usada actualmente.

Rapoport (1975) estableció que el patrón de distribución más claro a nivel global es el incremento gradual de diversidad de los polos hacia el ecuador. Este gradiente latitudinal ha sido analizado desde distintas perspectivas y se han propuesto varias hipótesis sobre su explicación (Pianka, 1966; Rosenzweig, 1992; Blackburn y Gaston, 1996). Además de ser zonas de alta diversidad biológica, las regiones tropicales son también áreas vulnerables a la perturbación. Hasta 1997, Conservation International había identificado 17 regiones denominadas “*hotspots*” cuya extensión territorial ocupa únicamente el 1.32% de la superficie del planeta, pero concentran al menos el 50% del total de las especies terrestres, además de constituir el hábitat del 39% de las especies endémicas (Halffter *et al.*, 2001). Myers *et al.* (2000) mencionan la importancia de estas regiones (los llamados “*hotspots*”) como indicadores importantes para la conservación de áreas naturales, debido a la alta presencia de elementos endémicos.

Lo poco que sabemos de la riqueza y variedad de las especies vivientes, apoya la necesidad apremiante de conocer lo más posible de la diversidad biológica para asegurar su manejo apropiado y conservación a largo plazo. El Convenio sobre Diversidad Biológica, ratificado por 175 países hasta enero de 1999, en su artículo 7, relativo a sus objetivos, establece como clave: “identificar y monitorear los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, así como los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en su conservación” (Halffter *et al.*, 2001). El conocimiento de la distribución de la biodiversidad es fundamental para llegar a una estrategia que permita el uso sustentable y la conservación de la biodiversidad del país.

Como es bien sabido, la protección de áreas naturales es una gestión sumamente importante, pero que se enfrenta a un sinnúmero de complicaciones de diversa índole, como pueden ser aspectos sociales, geográficos, económicos y gubernamentales, entre otros. Es por eso que se buscan alternativas para elegir de entre diversos sitios, con estudios bien sustentados, donde se incluyan él o aquéllos que puedan circunscribir el total del área que se desea conservar en un área más reducida, pero que no impacte de manera considerable a la diversidad biológica total a conservar, es decir, buscar aquellos sitios que presenten mayor heterogeneidad en su composición.

Más allá de la cuenta numérica de la biodiversidad, se debe enfatizar la importancia de estos bosques templados de montaña para la conservación de las especies endémicas al país, tanto de plantas como de animales, hongos y microorganismos diversos. La contracción histórica de la distribución original de estos ecosistemas para encontrarse en su distribución actual, en archipiélagos de islas ecológicas esparcidas sobre las zonas montañosas del país, indujo la evolución vicariante de muchos taxones, que ha conducido a la especiación *in situ* y, con ello, ha producido gran aportación de especies endémicas a México (Challenger, 1998; Carleton *et al.*, 2002). Desafortunadamente, el escaso interés que los biólogos y ecólogos prestaron a estos ecosistemas hasta hace 20 años o menos, ha repercutido en la carencia de estudios científicos sobre ellos, y en consecuencia ha provocado una importante subestimación del número de especies endémicas de flora y fauna que pueden contener.

Dado el ritmo rápido actual de la destrucción y transformación de estos bosques, es probable que muchas de estas especies lleguen a extinguirse aún antes de que las hayamos descubierto. Un ejemplo claro de que esta hipótesis es cierta, son las cifras oficiales en torno a la lista de las especies mexicanas en riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010). De acuerdo con un análisis efectuado por la CONABIO (2010) los bosques mesófilos de montaña son los ecosistemas con el mayor número de especies amenazadas, raras, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, más aún que las selvas altas perennifolias.

En total, los bosques mesófilos son el hábitat para 415 de las especies mencionadas en esta norma (103 de ellas son plantas con flores y 131 son anfibios y reptiles), comparado con 381 especies que se encuentran en la selva alta perennifolia (que es el segundo ecosistema en cuanto al número de especies en la NOM-059).

Asimismo, debe considerarse que el BMM es de suma importancia por los servicios ambientales que brinda; es uno de los principales ecosistemas de México captadores de agua, tanto por la típica alta precipitación en las zonas de bosque mesófilo, como por las aportaciones adicionales derivadas de la precipitación horizontal, proceso que ningún otro tipo de vegetación puede igualar. Desgraciadamente, un bosque mesófilo secundario no puede llevar a cabo esta función con la misma eficacia que un bosque primario (Foster, 2001; Challenger 2001, 2003). En este sentido, son de gran importancia los bosques mesófilos mexicanos para la economía y para satisfacer las necesidades de agua de la población, ya que son fuente importante de captación de agua para las poblaciones humanas.

La conservación de una parte importante de la biodiversidad, contrapuesta a los procesos actuales de transformación y destrucción de este ecosistema, debe conducir a una política que coloque a este tipo de vegetación como prioridad número uno para su conservación, protección y eventual restauración ecológica (Challenger, 2001, 2003).

OBJETIVO GENERAL:

- Contribuir al conocimiento de la riqueza de la flora del BMM mexicano, tipo de vegetación considerado por sí mismo como relictual (Challenger, 1998). Analizar y comparar la riqueza y diversidad de los fragmentos de BMM ubicados en la Zona de Transición Mexicana *sensu* Morrone (2006a).

HIPÓTESIS

Cada uno de los fragmentos de bosque, ubicado en una diferente provincia biogeográfica tiene una diversidad alfa particular. En conjunto, poseen una importante tasa de recambio a nivel específico, por lo que la diversidad beta debe tener un valor alto. Esto se debe a la composición florística exclusiva de cada uno de ellos, la diferente ubicación latitudinal y altitudinal de los diferentes rodales de bosque y la presencia de un elemento endémico particular, propiciado por su hábitat altamente fragmentado. Estudios de este tipo pueden apoyar que el BMM es el tipo de vegetación más rico del país por unidad de superficie

ANTECEDENTES

Existen en la literatura estudios previos de las distintas zonas de estudio, principalmente estudios florísticos. Sin embargo, hay pocos trabajos que describan cómo se encuentra conformada la distribución de la biodiversidad de las especies de plantas vasculares a lo largo del BMM mexicano como es el caso del realizado por Catalán-Heverástico *et al.* (2003). Dada la elevada diversidad del BMM, es importante conocer y comprender como ocurre esta distribución.

Con lo que respecta a trabajos que abordan el estudio de la biodiversidad principalmente en sus componentes alfa y beta así como de la diversidad gamma, existe en la literatura una cantidad considerable de publicaciones. Incluso existen artículos que analizan ejercicios teóricos de estos componentes, como el caso del artículo de Wilson y Shmida (1984), trabajo pionero que fue el punto de partida de estudios posteriores, así como el trabajo de Sánchez y López (1988), quienes hacen una revisión de índices aplicados a estudios biogeográficos. Otros estudios como el de Karadzic *et al.* (2003) donde analizan la interrelación de los componentes de la biodiversidad y las curvas de saturación de especies. Loreau (2000), He y Hu (2005), Moreno *et al.* (2006), Toumisto (2010a y 2010b) y Jost *et al.* (2010) abordan un análisis de los distintos índices que existen para el cálculo de la biodiversidad, así como las ventajas y desventajas que implica usar uno u otro índice.

Sin embargo, la gran mayoría de estos estudios se han enfocado a la evaluación de la biodiversidad faunística principalmente de invertebrados; tal es el caso de Arellano y Halffter (2003), Walla *et al.* (2004), Novotny y Weiblen (2005), Aguilar-Aguilar y Salgado-Maldonado (2006), Apigian *et al.* (2006), Ødegaard (2006), Marinoni y Ganho (2006), Baselga y Jiménez-Valverde (2007), Paredes *et al.* (2007), Caterino (2007), Navarrete y Halffter (2008) y Quintero y Halffter (2009). Otros pocos trabajos se han encaminado al estudio de vertebrados como el de Lorance *et al.* (2002), quienes estudian la diversidad alfa y beta de los peces carnívoros de las Islas Canarias; el trabajo de Rodríguez *et al.* (2003) versa sobre la mastofauna mexicana, el de Gardner *et al.* (2006) sobre anfibios neotropicales de Brasil, el de García-Marmolejo *et al.* (2008) sobre reptiles mexicanos, el de Macip-Ríos y Muñoz-Alonso (2008) sobre lagartijas en dos distintos ambientes (un BMM primario y un cafetal) en

Chiapas, México y Jankowski *et al.* (2009) sobre aves tropicales en bosques de niebla de Costa Rica. Otros trabajos se dedican a analizar los distintos componentes de la biodiversidad tomando en cuenta diversos grupos, donde se incluyen grupos de flora y fauna (*v. gr.* Harrison *et al.*, 1992; Pla, 2006; Clough *et al.*, 2007 y Gardner *et al.*, 2007). También existen trabajos como el de Pineda *et al.* (2005), que utiliza grupos de vertebrados e invertebrados como indicadores del impacto de la modificación de hábitat en fragmentos de bosque tropical montano nublado al ser transformados en plantaciones de café.

Los trabajos que se refieren al estudio de la flora dentro de este contexto difieren en muchas formas. Algunos son de índole más local, como el de Fosaa (2004), quien realizó un análisis de la biodiversidad de la vegetación de una zona alpina en las Islas Faroe en la región Noratlántica; Kallimanis *et al.* (2007) hacen lo mismo, pero para distintos tipos de vegetación templada en Grecia. Los trabajos de Harrison y Inouye (2002), Roukolainene *et al.* (2002), Libano y Felfilli (2006) y Vega *et al.* (2008) incluyen en sus estudios datos acerca de la estructura en diferentes comunidades. También es posible encontrar estudios dirigidos a un tipo de vegetación en particular, como el de Balvanera-Levy (1999) que realizó un trabajo en selva baja caducifolia, el de Goettsch-Cabello (2001) con comunidades de cactáceas del desierto chihuahuense, el de Benitez-Inzunza (2006) que analiza el componente beta en un bosque templado de Oaxaca, y el de Archaux y Bergés (2007) que estudiaron un bosque bajo en Francia. Otro trabajo de este tipo es el de Harrison e Inoye (2002), quienes establecen sitios prioritarios para la conservación en la provincia florística de California calculando los índices alfa y beta. Incluso existen estudios particulares como el de Kreft *et al.* (2004) con epífitas vasculares en el Amazonas ecuatoriano.

Las publicaciones más recientes incluyen grupos con los cuales no se habían hecho estudios de este tipo, tal es el caso de Mandl *et al.* (2010), quienes hacen un estudio con helechos, epífitas y macrolíquenes en un bosque tropical de montaña al sur de Ecuador, los trabajos de Gómez-Hernández (2009) con macromicetos del BMM del centro de Veracruz, México y Rodríguez-Ramírez y Moreno (2010) sobre la diversidad del género *Boletus* en un bosque de *Fagus* de México.

ZONA DE ESTUDIO

Se incluyen en este estudio tres rodales de BMM (Cuadro 1): uno en la Sierra Madre Oriental (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara y Luna-Vega 1997; Mayorga *et al.*, 1998; Luna-Vega *et al.*, 2000; Alcántara y Luna-Vega, 2001; Contreras-Medina *et al.*, 2001; Contreras-Medina, 2004); un segundo en la Faja Volcánica Transmexicana (Luna *et al.*, 1989, Fragoso-Ramírez, 1990; Miranda-Jiménez y González-Ortiz, 1993; Orozco, 1995; Torres-Zúñiga y Tejero-Díez, 1998); y un tercero en la Sierra Madre del Sur (Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995; Boyle, 1996; Ruiz *et al.*, 2000; Munn-Estrada, 2003).



Fig. 1. Zona de estudio.

Cuadro 1. Descripción de los sitios de estudio.

	Coatepec Harinas, Edo. Mex.	Teotitlán de Flores Magón, Oax.	Tenango de Doria, Hgo.
COORDENADAS	18° 48' 08" latitud N 99° 42'56" longitud W	18° 08' latitud N 97° 04' longitud W	20°20'08" latitud N 98°13'36" longitud W
ALTITUD MEDIA (MSNM)	2 600	1020	1660
TEMPERATURA MEDIA	17° C, húmedo	25 °C, húmedo	16.9 °C, húmedo
TIPO DE CLIMA	<i>C(w₂)(w)</i> y <i>C(E)(w₂)(w)</i>	<i>(A)C(m)</i> , <i>(A)C(fm)</i> , <i>C(m)</i> y <i>A(f)</i> .	<i>C(m) w''b (i')g</i>
VEGETACIÓN	El bosque mesófilo de montaña se extiende a lo largo de las cañadas.	El bosque mesófilo de montaña está restringido a las partes más altas del paraje Puerto Soledad.	Las zonas ocupadas por el BMM son aquellas cercanas a laderas y pendientes pronunciadas de los cerros.
PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA (Morrone, 2006b)	Faja Volcánica Transmexicana	Sierra Madre del Sur	Sierra Madre Oriental
OROGRAFÍA	Enclavado en la falda sur del volcán Zinantécatl. Pertenece a la Faja Volcánica Transmexicana.	Ubicado en las faldas de la Sierra Mazateca. Cuenta con un 15% de zonas semiplanas formadas por lomeríos y un 85% de zonas accidentadas formadas por montañas.	Ubicado en la Sierra Madre Oriental, formado por sierras en un 70%, donde son frecuentes los lomeríos y con pendientes mayores al 15%.
HIDROGRAFÍA	Existen cinco ríos: Río de las Flores, Ixtlahuaca, Meyuca, del Molino y Potrero, mismos que están fuertemente amenazados por presiones	Las corrientes hidrográficas más importantes son el río Uluapan y el Río Grande, ambos afluentes del	Se encuentra en las cuencas de los ríos Moctezuma, Cazones y Tuxpan, de donde se derivan las subcuencas del Río Metztitlán que riega el 2.28% de la

	<p>antrópicas, al igual que arroyos con un caudal mínimo como el Xalostoc, Chiltepec, Tía Nieves, Culebrillas, Los Capulines, La Tortuga, Tecolotepec, La Fragua, Los Nava, Sabanillas, Chiquihuitero, La Colmena, El Jabalí, El Salto, El Ahuehuate, El Cuache, El Molino y Cochisquila.</p>	Papaloapan.	<p>superficie municipal, el Río San Marcos 22.47% y el Río Pantepec que cubre el 75.27% restante.</p>
<p>RTP al que corresponde el rodal</p> <p>(Arriaga <i>et al.</i>, 2000)</p>	109 Nevado de Toluca	130 Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe	102 Bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental

MÉTODOS

Se eligieron las áreas de estudio con ayuda del programa Google Earth, procurando elegir aquellos que presentaran una cobertura continua de vegetación, para trabajar en aquellos los sitios que tuvieran mejor estado de conservación.

El International Forestry Resources and Institutions (IFRI, por sus siglas en inglés) creó en 1995 un método que consistió originalmente de una variedad de formatos que permiten obtener información diversa acerca de la deforestación del paisaje. Este método fue diseñado por Elinor Ostrom y Mary Beth Wertime de la Universidad de Indiana, y como se mencionó, es una estrategia de investigación que se enfoca en el uso y manejo de los recursos naturales. Mejía-Domínguez *et al.* (2004) propusieron además ciertas modificaciones metodológicas en la parte biológica al estudio de los BMM de Santo Tomás Teipan, Oaxaca; asimismo Escutia (2004) hizo otras adecuaciones al realizar un análisis estructural en Monte Grande de Lolotla, Hidalgo.

El formato del método IFRI relativo a las unidades de muestreo del bosque (*form P*) consiste en tres parcelas circulares concéntricas, cuyos criterios de inclusión son la forma de crecimiento y diámetro a la altura de pecho (DAP) para los árboles. Para los individuos medidos considera la familia y la especie, así como la forma de crecimiento (hierba, trepadora leñosa, arbusto y árbol) (Escutia, 2004).

Para este trabajo, cada área se localizó mediante GPS y se recolectaron las especies mediante una adecuación del método IFRI modificado (Ruiz-Jiménez, com. pers.), el cual consistió en disminuir el DAP dentro del tercer círculo en el que se muestrea el estrato arbóreo, donde se redujo el límite inferior del diámetro a la altura del pecho de 10 a 3.18 cm para registrar el número de individuos presentes en cada unidad de estudio.

En el presente estudio, este método no se empleó para realizar un análisis de la estructura de la vegetación (Fig. 2), sino que fue utilizado para delimitar dentro de cada unidad de estudio el área de recolecta, como se describe a continuación:

El primer círculo cuenta con un radio de 1 m y 3.1416 m² de superficie; en esta unidad se incluyeron todas las especies de hierbas y plántulas con o sin flores.

Para el segundo círculo en un área de 3 m de radio y una superficie de 28.27 m², se recolectaron, igualmente en estado reproductivo o no, especies arbustivas.

En el tercer círculo, el cual abarca un área de 314.16 m² y presenta un radio de 10 m, se incluyeron árboles, arbustos y trepadoras leñosas, bajo el criterio de PAP (perímetro a la altura del pecho) \geq 10 cm.

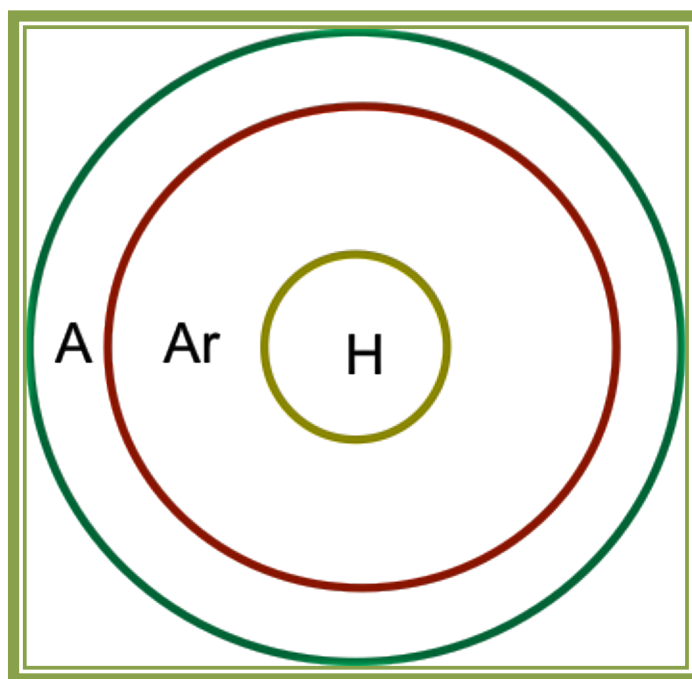


Fig.2 Adecuación del método IFRI (Árbol=A; Arbusto=Ar; Hierba=H)

Con respecto a las especies epífitas, se colectaron todas las especies de plantas vasculares que estuvieron sobre los árboles dentro del círculo de 10 m y que se encontraron en los primeros dos metros de altura (Fig. 3), lo que algunas veces correspondió con la primera ramificación importante de los árboles huésped, incluyendo en los análisis información de éste.

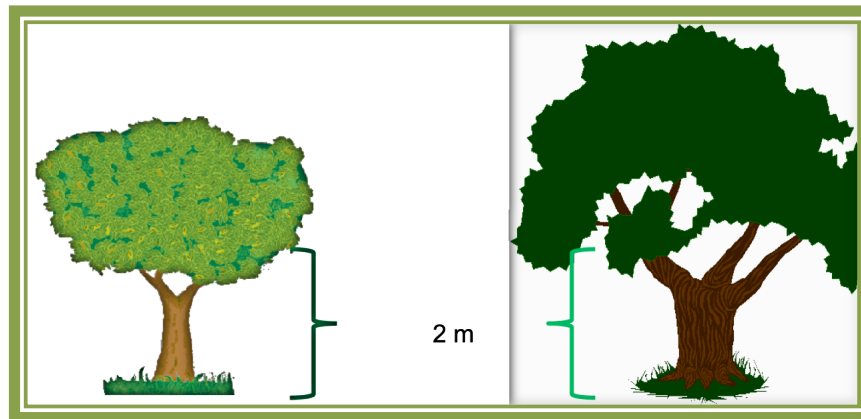


Fig. 3 Método de recolección de las plantas epifitas

Las plantas recolectadas en cada uno de los municipios se determinaron por medio de literatura especializada, así como con la consulta de expertos y métodos de comparación del material pre-existente en herbarios. Una vez concluida esta actividad, se enlistaron las especies de cada sitio con la cual se construyó una matriz de ausencia-presencia y otra de abundancia, con la cual se comparó la diversidad alfa y beta para cada uno de los tres sitios entre sí, siendo cada uno de los bosques una unidad de comparación. El procesamiento de los datos se realizó con el índice Whitaker ya que la literatura apunta que es un índice de amplio uso.

De acuerdo con los artículos consultados, se realizó un análisis con ayuda del programa Estimates 8.2.0 (Colwell, 2009), con el cual se calculó la diversidad y la riqueza a partir de distintos índices de diversidad (Simpson, Sørensen y Shannon-Wiener) para el estudio de la diversidad alfa y el índice de Jaccard para el análisis de la diversidad beta. El índice de Simpson fue utilizado por Baselga y Jiménez-Valverde (2007) con buenos resultados para un estudio sobre la diversidad alfa de escarabajos de la península Ibérica; Kreft *et al.* (2004) calcularon la diversidad alfa de epifitas vasculares con el índice de Sørensen; trabajos como el de Vega *et al.* (2008) usaron el índice de Shannon-Wiener para calcular la diversidad alfa de arbustos del sotobosque en Perú. Para el cálculo de la diversidad beta existe un mayor consenso en el uso del índice de Jaccard (Marinoni y Ganho, 2006; Paredes *et al.*, 2007; Gómez-Hernández, 2009).

Existen también una cantidad considerable de trabajos que utilizan el índice de Whittaker, autor del trabajo pionero acerca de los estudios de diversidad en sus componentes alfa, beta y gamma; tal es el caso de los estudios de Murillo-Contreras (2002), Arellano y Halffter (2003), García *et al.* (2007) y Quintero y Halffter (2009), por sólo mencionar algunos.

RESULTADOS

Se recolectaron y censaron las plantas vasculares en un total de 25 sitios, que corresponden a nueve sitios (Hidalgo y Estado de México) y siete sitios (Oaxaca) por localidad de estudio (una para cada provincia biogeográfica). Después de identificar el material botánico obtenido en lo posible a especie, se enlistaron y registraron un total de 2340 individuos pertenecientes a 195 especies, 117 géneros y 59 familias para las tres diferentes provincias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de las plantas vasculares presentes en las tres localidades.

	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MEXICO	30	50	62
TENANGO DE DORIA, HIDALGO	48	75	89
TEOTITLÁN DE FLORES MAGÓN (PUERTO SOLEDAD), OAXACA	43	63	73

La representación de las familias que corresponden a los tres diferentes sitios se muestra a continuación (Figuras 4, 5 y 6), donde puede observarse cuales son las mejor representadas en cada uno de los diferentes sitios.

**FAMILIA DE ANGIOSPERMAS CON
MAYOR PRESENCIA
BMM DE COATEPEC HARINAS, EDO. DE MÉXICO**

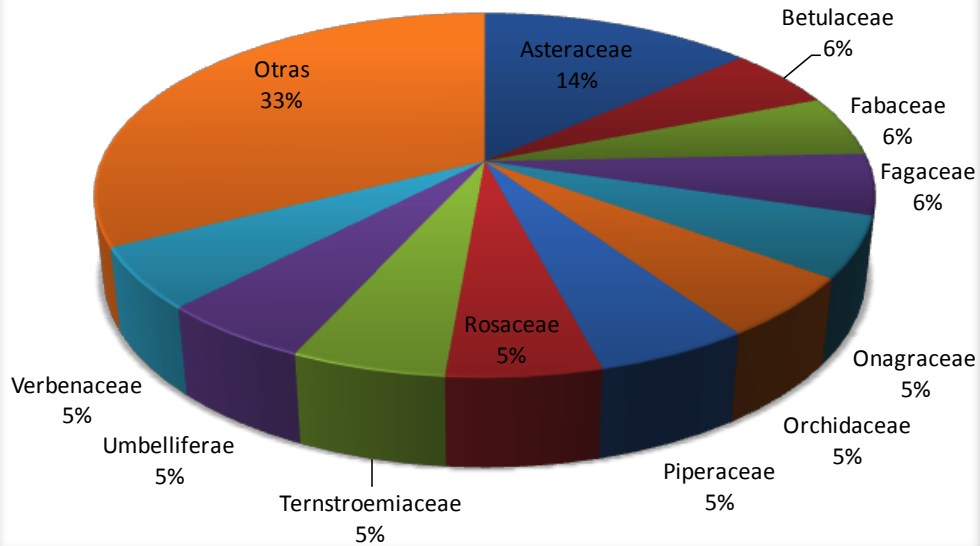


Fig. 4. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Coatepec Harinas, Edo. de México.

En el BMM del municipio de Coatepec Harinas, Estado de México, las familias mejor representadas son: Asteraceae, Betulaceae, Fabaceae y Fagaceae, las cuales comprenden el 32% de las familias presentes para este sitio.

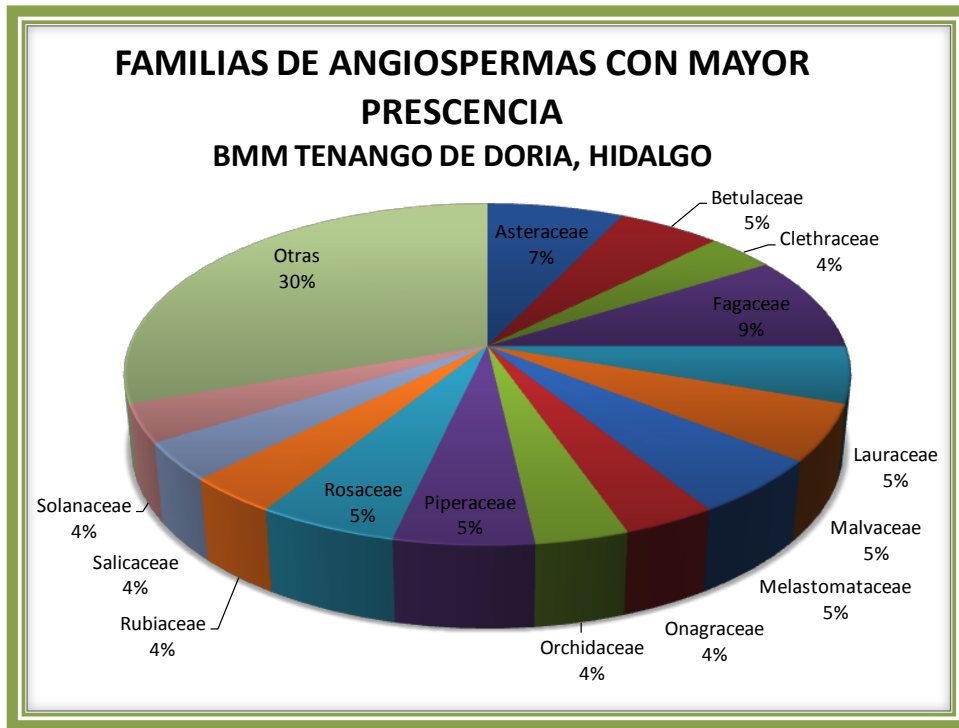


Fig. 5. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Tenango de Doria, Hidalgo.

Para el BMM correspondiente al municipio de Tenango de Doria, Hidalgo (provincia Sierra Madre Oriental) las familias mejor representadas son: Fagaceae, Asteraceae, Betulaceae, Lauraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Rosaceae y Piperaceae, las cuales representan el 46% del total.

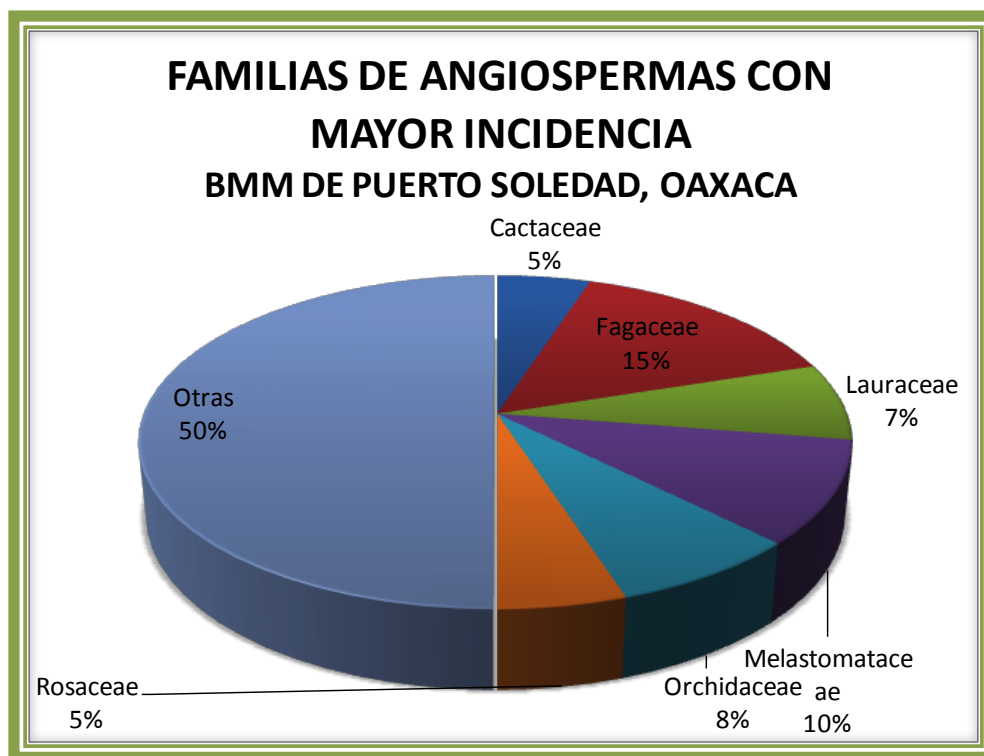


Fig. 6. Presencia de familias de angiospermas para los BMM de Puerto Soledad, Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca.

En el BMM de Puerto Soledad, ubicado en el municipio de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca (provincia Sierra Madre del Sur), las familias mejor representadas son: Fagaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Lauraceae, Cactaceae y Rosaceae, que contienen al 50% del total.

En lo correspondiente a la diversidad de los sitios, se muestran los valores de diversidad alfa (alfa Whitaker) y de diversidad beta (índice de Jaccard) para cada uno de los tres sitios (Cuadros 3, 4, 5 y 6).

Cuadro 3. Diversidad alfa para los tres sitios de estudio. CH= Coatepec Harinas, TD= Tenango de Doria, PS= Puerto Soledad.

	DIVERSIDAD ALFA		DIVERSIDAD ALFA		DIVERSIDAD ALFA
SITIO CH1	29	SITIO TD1	23	SITIO PS1	26
SITIO CH2	19	SITIO TD2	25	SITIO PS2	21
SITIO CH3	26	SITIO TD3	27	SITIO PS3	29
SITIO CH4	31	SITIO TD4	19	SITIO PS4	25
SITIO CH5	24	SITIO TD5	18	SITIO PS5	25
SITIO CH6	22	SITIO TD6	23	SITIO PS6	27
SITIO CH7	23	SITIO TD7	23	SITIO PS7	26
SITIO CH8	23	SITIO TD8	24		
SITIO CH9	30	SITIO TD9	18		
ALFA PROMEDIO	22.22		25.22		25.57

En cuanto a la diversidad beta, podemos observar que en general el BMM del municipio de Coatepec Harinas, Edo. de México (provincia Faja Volcánica Trasmexicana) (Cuadro 4) resultó ser el bosque más homogéneo, pues presentó, en general, los valores más altos en el análisis realizado con el índice de Jaccard, incluso un valor cercano a 0.8, lo que implica que presenta la tasa de recambio más baja para estos bosques.

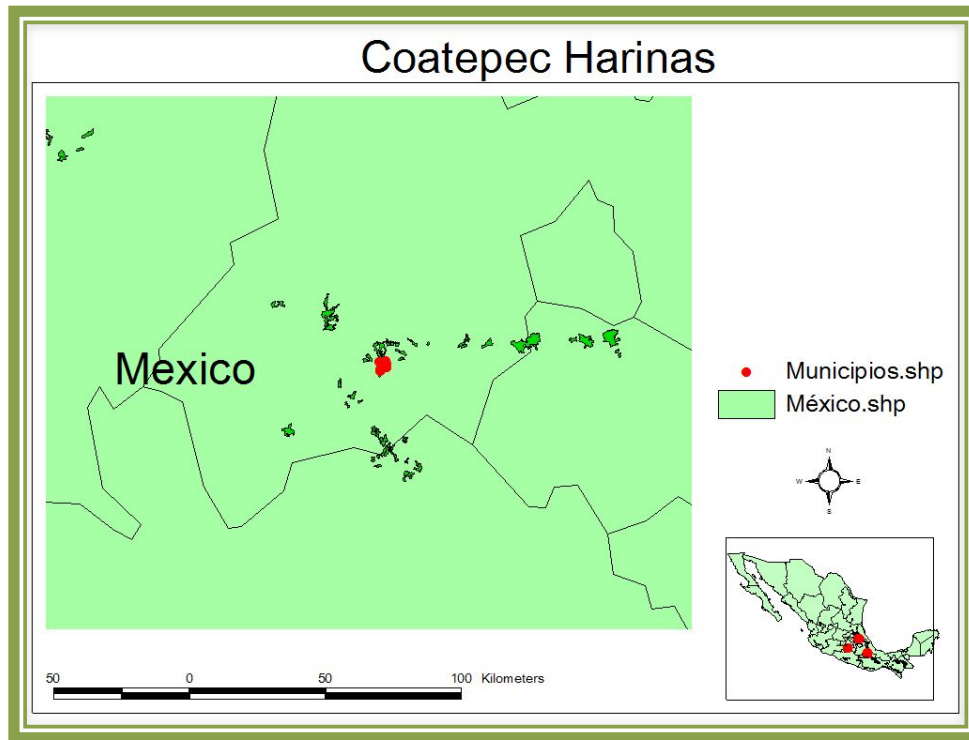


Fig. 7. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Coatepec Harinas.

El BMM del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo (provincia Sierra Madre Oriental) presentó, en general, los valores más bajos de acuerdo al índice de Jaccard (cuadro 5), por lo que queda de manifiesto que este bosque mostró una mayor tasa de recambio entre los diferentes sitios, por lo que es el más heterogéneo entre los tres rodales de BMMs que se compararon en este estudio.

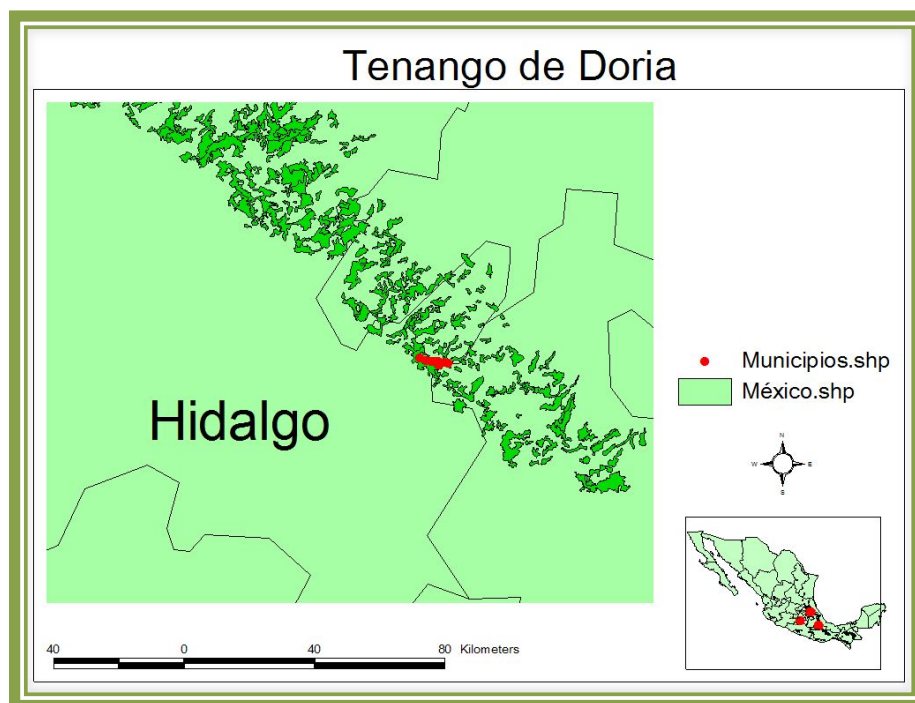


Fig. 8. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Tenango de Doria.

El bosque de Puerto Soledad (Teotitlán de Flores Magón), Oaxaca (Cuadro 6), presenta valores intermedios con respecto a los anteriores, y en general son valores más bajos, respecto al rodal de Coatepec Harinas, Edo. de México, por lo que es un bosque con un grado de heterogeneidad también considerable.

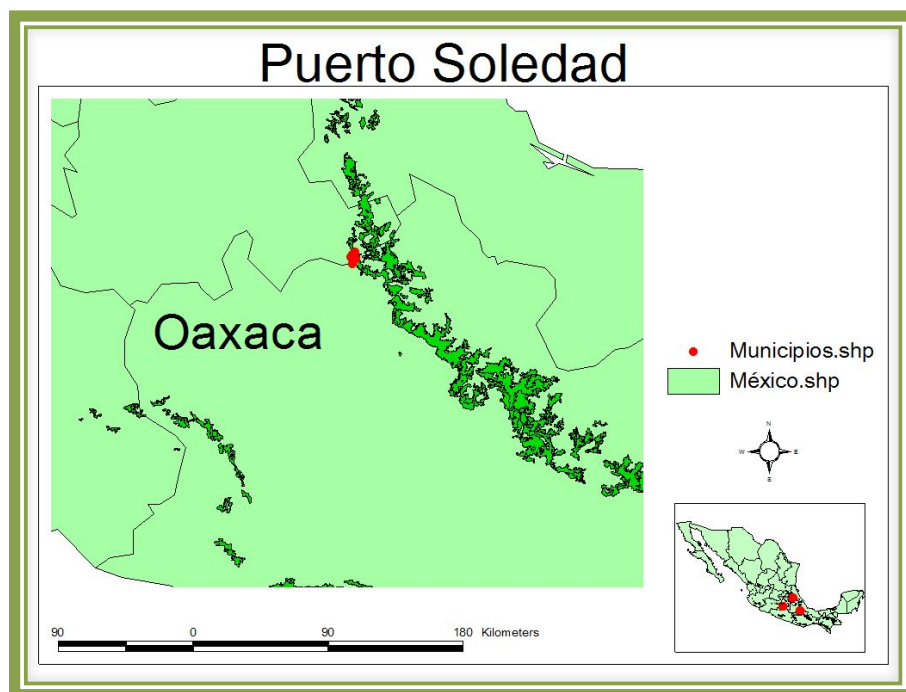


Fig. 9. Sitios de colecta (se muestran en rojo) en el BMM de Puerto Soledad.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos en estos tres diferentes bosques arrojan valores que implican una tasa de recambio importante en general para este tipo de vegetación; lo que nos permite reconocer la alta tasa de recambio esperada entre los bosques mesófilos mexicanos.

Cuadro 4. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Tenango de Doria, Hidalgo. En verde se muestran los valores más bajos y en rojo los valores más altos.

	SITIO CH1	SITIO CH2	SITIO CH3	SITIO CH4	SITIO CH5	SITIO CH6	SITIO CH7	SITIO CH8	SITIO CH9
SITIO CH1	X								
SITIO CH2	0.231	X							
SITIO CH3	0.22	0.182	X						
SITIO CH4	0.235	0.222	0.07	X					
SITIO CH5	0.242	0.132	0.154	0.233	X				
SITIO CH6	0.243	0.231	0.111	0.4	0.242	X			

SITIO CH7	0.243	0.231	0.136	0.273	0.206	0.243	X		
SITIO CH8	0.27	0.289	0.159	0.344	0.273	0.382	0.306	X	
SITIO CH9	0.212	0.235	0.189	0.059	0.346	0.081	0.25	0.206	X

Cuadro 5. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Puerto Soledad, Oaxaca. En verde se muestran los valores más bajos y en rojo los valores más altos.

	SITIO TD1	SITIO TD2	SITIO TD3	SITIO TD4	SITIO TD5	SITIO TD6	SITIO TD7	SITIO TD8	SITIO TD9
SITIO TD1	X								
SITIO TD2	0.15	X							
SITIO TD3	0.146	0.103	X						
SITIO TD4	0.071	0.143	0.075	X					
SITIO TD5	0.152	0.171	0.163	0.17	X				
SITIO TD6	0.093	0.129	0.158	0.114	0.135	X			
SITIO TD7	0.171	0.286	0.154	0.22	0.194	0.233	X		
SITIO TD8	0.182	0.143	0.225	0.2	0.27	0.242	0.313	X	
SITIO TD9	0.18	0.237	0.302	0.22	0.2	0.263	0.361	0.325	X

Cuadro 6. Valores del índice de Jaccard para los sitios de BMM de Coatepec Harinas, Edo. Méx. En verde se muestran los valores más bajos y en rojo los valores más altos.

	SITIO PS1	SITIO PS2	SITIO PS3	SITIO PS4	SITIO PS5	SITIO PS6	SITIO PS7
SITIO PS1	X						
SITIO PS2	0.167	X					
SITIO PS3	0.222	0.135	X				
SITIO PS4	0.12	0.277	0.135	X			

SITIO PS5	0.342	0.196	0.317	0.146	X		
SITIO PS6	0.262	0.213	0.302	0.239	0.333	X	X
SITIO PS7	0.333	0.333	0.279	0.217	0.308	0.325	X

Hubo diferencias significativas respecto a la riqueza entre las tres localidades ($\chi^2 = 6.430606$ gl = 2 p < 0.05).

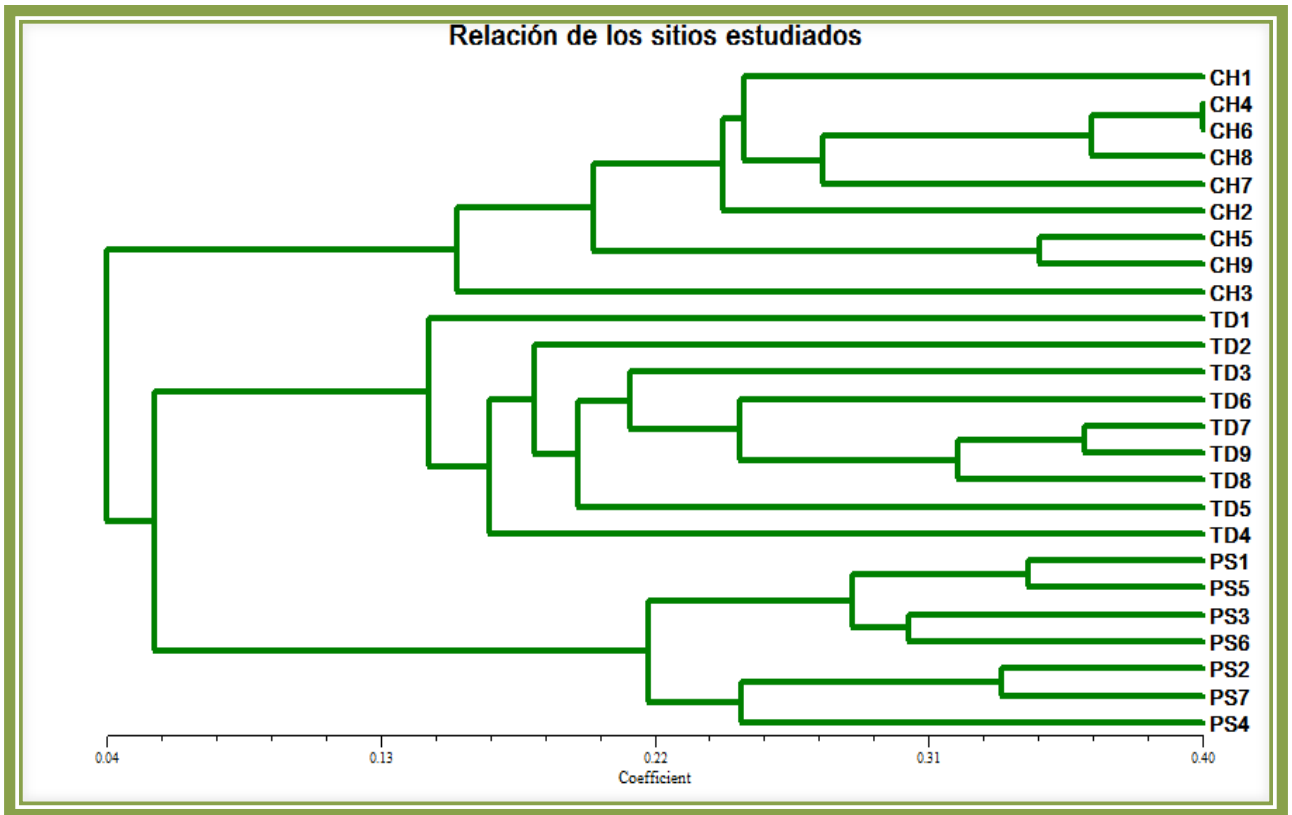


Fig. 10. Fenograma que muestra la relación de los distintos sitios.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El BMM ubicado en la provincia biogeográfica Sierra Madre Oriental presentó una mayor cantidad de especies (más de 20 especies), en comparación con los otros bosques analizados, así como los valores más bajos del índice de Jaccard, por lo que se considera como el bosque más heterogéneo en este estudio comparativo. Esto puede explicarse por criterios histórico-biogeográficos tales como la presencia de elementos endémicos, así como por ciertas características climáticas (temperatura, humedad) y características topográficas (exposición de ladera), que en conjunto hacen que en este sitio se presente un número de especies alto. El acceso a los sitios muy conservados es difícil y están ubicados en las partes más altas de los cerros y principalmente a lo largo de las cañadas. Este sitio alberga especies de suma importancia para este tipo de vegetación, además de que brinda servicios ambientales importantes a las comunidades aledañas, principalmente el aporte de agua.

En lo que corresponde al BMM de Puerto Soledad, Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, se puede concluir que es un bosque un poco menos heterogéneo en comparación con el BMM de Tenango de Doria, Hidalgo. La diversidad que este bosque es alta y característica para este tipo de vegetación. Resulta además un sitio interesante, ya que se presenta en la zona limítrofe con varias provincias biogeográficas, principalmente la Sierra Madre Oriental y la Faja Volcánica Transmexicana. Presenta una mayor similitud con el BMM presente en Tenango de Doria, Hidalgo, en comparación con el bosque ubicado en Coatepec Harinas, Edo. de México. Esta región suroeste es interesante históricamente; algunos autores (v.gr. Blancas-Calva *et al.*, 2010; Cué-Bär *et al.*, 2010; García-Trejo y Navarro, 2004; León-Paniagua y Morrone, 2009; Morrone *et al.*, 2002) han puesto de manifiesto su gran complejidad biogeográfica, evidenciando una gran riqueza de especies de diferentes grupos, así como un alto grado de elementos endémicos.

El BMM ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Edo. de México correspondiente a la provincia biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana resultó ser el menos diverso y más homogéneo en este estudio. Esto puede explicarse por las condiciones abióticas que ahí imperan (v.gr. falta de humedad con respecto a los

otros sitios), resultando el bosque más seco de los tres. Los manchones de bosque ubicados en la Faja resultan ser los más vulnerables al cambio de uso de suelo, ya que se encuentran inmersos dentro o muy cerca de poblaciones humanas, por lo que se encuentra sometido a fuertes presiones antrópicas. Su gran diversidad florística y su cercanía a las zonas urbanas más grandes del país e es causa suficiente para su conservación, además de que representa uno de los principales proveedores de agua para las regiones aledañas, entre otros servicios ambientales que brindan.

Los tres sitios de estudio presentan diferentes estados de conservación, datos que coinciden con lo propuesto por CONABIO (2010). En este último trabajo se estudiaron las diferentes regiones con BMM del país y se priorizaron dichas áreas de acuerdo con diferentes criterios e indicadores, estableciendo criterios de conservación y recomendaciones. Este trabajo fue el resultado de la reunión de un grupo de especialistas para cada una de las regiones.

De acuerdo al trabajo anterior (CONABIO, 2010), el BMM ubicado en Tenango de Doria, Hidalgo, se localiza en la subregión “Mesófilos del NE de Hidalgo a Huayacocotla”, dentro de la región denominada Huasteca Alta Hidalguense. Los bosques de estas áreas presentan una prioridad crítica de conservación, ya que aún persisten áreas extensas de BMM en buen estado de conservación o con niveles relativamente bajos de degradación. En estos bosques existe una elevada riqueza de especies, muchas de las cuales se distribuyen de manera preferente o exclusiva en el BM; además del hecho del que el estado de Hidalgo es el tercero en importancia en cuanto a la extensión de este tipo de vegetación para el país.

El BMM de Puerto Soledad, Oaxaca ubicado dentro de la subregión “Huautla-Zongolica” corresponde a la región Sierra Norte de Oaxaca (CONABIO, 2010). En CONABIO (2010) se sustenta que también presenta una prioridad crítica de conservación, donde la actividad antrópica propiciada por el cambio de uso de suelo, principalmente la agricultura, así como la tala ilegal, representan las amenazas principales. Sin embargo, se menciona que los bosques situados dentro del paraje de

Puerto Soledad representan remanentes de bosque con buena calidad para revertir procesos de deterioro (Velázquez *et al.* 2003).

El BMM de Coatepec, Harinas, Edo. de México está ubicado dentro de la subregión “Cuenca Alta del Río Amacuzac”, corresponde de acuerdo a CONABIO (2010) a la región Cuenca Alta del Balsas. También estos bosques presentan una prioridad crítica de conservación, ya que presentan un estado de conservación aceptable, pero están fuertemente amenazados por actividades antropogénicas, debido a su cercanía a las zonas urbanas, siendo este factor el principal detonante que impide la regeneración de estos bosques.

Es imperante un plan de manejo y conservación para estos manchones de bosque, para evitar un mal uso y manejo de los valiosos recursos presentes en esta zona. Las recomendaciones llevadas a cabo por los expertos expuestas en CONABIO (2010) deben ser consideradas seriamente para salvaguardar la integridad de este tipo de vegetación en los diferentes sitios estudiados.

El BMM mexicano es un ecosistema sumamente vulnerable debido a su compleja historia biogeográfica, que se manifiesta entre otras cosas, en una distribución archipelágica (Churchil *et al.*, 1995). La perturbación antrópica ha sido un fuerte detonante en su destrucción; en este estudio, así como en otros anteriores, se pretende resaltar la importancia de conocer los recursos para poder manejar de manera integral y consciente la biodiversidad del BMM mexicano.

En el BMM mexicano, la diversidad es el producto de espacio y tiempo (Ricklefs, 2004); este bosque es resultado de la conjunción de procesos ecológicos e históricos, por ejemplo, el aporte que algunas variables ambientales tales como el clima, en especial el microclima, la disponibilidad de agua principalmente en forma de precipitación (tanto vertical como horizontal) y la temperatura así como importantes procesos históricos (eventos de vicarianza, alta proporción de especies endémicas, muchas de ellas exclusivas a cada uno de los diferentes rodales) ha provocado la alta diversidad y riqueza de especies que encontramos en los BMM mexicanos.

Por último cabe resaltar que la distribución de la biodiversidad del BMM mexicano no se ajusta completamente al gradiente latitudinal de riqueza (Rhode, 1999; Hawkins et al., 2003; Willig et al., 2003), sugerida por otros autores para otros tipos de vegetación (donde se argumenta que la diversidad biológica aumenta conforme los tipos de vegetación están más cerca del Ecuador). En este estudio los bosques de Hidalgo (más norteños) tienen una biodiversidad mayor a los más sureños (Oaxaca), lo que apoya lo sugerido por Condit et al. (2002) quien argumenta que los bosques más septentrionales pueden ser más ricos y betadiversos que los más meridionales. De nuevo, se puede argumentar que México tiene una historia geológica y biogeográfica compleja, que conlleva a tratar de explicar la diversidad biológica en términos ecológicos e históricos. De ahí la importancia de los estudios enfocados al reconocimiento de los patrones de recambio y sustitución en la biodiversidad, ya que permiten entender y apoyar la hipótesis de un México betadiverso como principal aporte de la diversidad biológica del país.

Literatura citada

- Aguilar-Aguilar R. y G. Salgado-Maldonado. 2006. Diversidad de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en dos cuencas hidrológicas de México: Los helmintos y la hipótesis del México betadiverso. *Interciencia* 31 (7): 484-490.
- Alcántara O. e I. Luna-Vega. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 68 (2): 57-106.
- Alcántara O. e I. Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botanica Mexicana* 54: 51–87.
- Alcántara O., I. Luna-Vega y A. Velázquez. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* 161: 167–174.
- Apigian K.O., D.L. Dahlsten y S.L. Stephens. 2006. Biodiversity of Coleoptera and the importance of the habitat structural features in a Sierra Nevada mixed-conifer forest. *Environmental Entomology* 35(4): 964-975.
- Archaux F. y L. Bergés. 2008. Optimising vegetation monitoring. A case study in a french lowland Forest. *Environmental Monitoring Assessment* 141 (1-3): 19-25.
- Arellano L. y G. Halffter. 2003. Gamma diversity: Derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 90: 27-76.
- Arriaga L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Balvanera P., E. Lott, G. Segura, C. Siebe y A. Islas. 2002. Patterns of β -diversity in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science* 13: 145-158.
- Balvanera-Levy P. 1999. Diversidad beta, heterogeneidad ambiental y relaciones espaciales en una selva baja caducifolia. Tesis de Doctorado. Instituto de Biología, UNAM.
- Baselaga A. y A. Jiménez-Valverde. 2007. Environmental and geographical determinants of beta diversity of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in the Iberian Peninsula. *Ecological Entomology* 32: 312-318.

- Benítez-Inzunza E.E. 2006. Estructura, composición y diversidad beta en un gradiente altitudinal de los bosques de la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Blackburn T.M. y K.J. Gaston. 1996. A sideways look at patterns in species richness, or why there are so few species outside the tropics. *Biodiversity Letters* 3: 44-53.
- Blancas-Calva E., Navarro-Singüenza A.G. y J.J. Morrone. 2010. Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre del Sur. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(2): 561-568.
- Boyle B.L. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients in Neotropical montane forests. Tesis de Doctorado. Washington University, St. Louis.
- Brown, J.H. 2001. Mammals on mountainsides: Elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography* 10: 101-109.
- Campos-Villanueva A. y J.L. Villaseñor. 1995. Estudio florístico de la porción central del Municipio de San Jerónimo Coatlán, distrito de Miahuatlán (Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 95-120.
- Carleton, M. D., O. Sánchez y G. Urbano Vidales. 2002. A new species of *Habromys* (Muroidea: Neotominae) from México, with generic review of species definitions and remarks on diversity patterns among Mesoamerican small mammals restricted to humid montane forests. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115: 488-533.
- Catalán-Heverástico C., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74(2): 209-230.
- Caterino M.S. 2007. Species richness and complementarity of beetle faunas in a Mediterranean-type biodiversity hotspots. *Biodiversity and Conservation* 16(14): 3993-4007.
- Ceballos G., P. Rodríguez y A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse México: Mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications* 8(1): 8-17.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C., México.
- Challenger A. 2001. El bosque mesófilo de montaña y su importancia. Pp. 20-26 en Taller sobre conservación y uso sustentable del bosque mesófilo de montaña

en el centro de Veracruz, 9 y 10 de marzo de 2000: Memorias. Instituto de Ecología, A.C. y Subsecretaría de Medio Ambiente del Gobierno Estatal de Veracruz, Xalapa.

Challenger A. 2003. La situación actual del medio ambiente en Veracruz: los servicios ambientales y la conservación ecológica. Memorias del Primer Simposio-Taller Internacional sobre Servicios Ambientales en el estado de Veracruz, del 11 al 14 de mayo de 2003. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología S.A. y Comisión Nacional Forestal, Huatusco, Veracruz.

Churchill S.P., H. Balslev, E. Forero y J.L. Luteyn (eds.). 1995. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. The New York Botanical Garden. USA.

Clough Y., A. Holzschuh, D. Gabriel, T. Purtauf, D. Kleijn, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter y T. Tscharntke. 2007. Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat field. *Journal of Applied Ecology* 44: 804-812.

Colwell R.K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0.
<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, Storrs, Connecticut.

Colwell R.K. y G.C. Hurtt. 1994. Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist* 144: 570-595.

CONABIO 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 197 pp. México D.F., México.

CONAFOR. 2000. Inventario Nacional Forestal. Disponible en:
http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/

Condit, R., N. Pitman, R.G. Leigh Jr., J. Chave, J. Terbough, R.B. Foster, P. Núñez, V. Salomon Aguilar, R. Valencia, G. Villa, H.. Muller-Landau, E. Losos y S. Hubell. 2002 Beta-Diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.

Contreras-Medina R., I. Luna-Vega y O. Alcántara. 2001. Las gimnospermas de los bosques mesófilos de montaña de la Huasteca Hidalguense, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 68: 69-80.

Contreras-Medina, R. 2004. Gimnospermas. *In* Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa-Organista (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F., p. 137-148.

- Cornell, H.V. y J.H. Lawton. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* 61: 1-12.
- Cué-bär, E.M., J.L. Villaseñor, J.J. Morrone y G. Ibarra-Manriquez. 2006. Identificación de áreas prioritarias para la conservación del bosque tropical caducifolio en México basada en especies arbóreas. *Interciencia* 10(31):.712-719.
- Currie, D.J. 1991. Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. *The American Naturalist* 137: 27-49.
- Di Castri F. y T. Younès. 1996. Introduction: biodiversity, the emergence of a new scientific field - its perspectives and constraints. In: *Biodiversity, science and development: towards a new partnership*. Di Castri F. y T. Younès (Eds.). CAB International & IUBS, Cambridge.
- Escutia J.A. 2004. Análisis estructural del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande Lolotla, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Espinosa-Organista, D., C. Aguilar y S. Ocegueda. 2004. Identidad biogeográfica de la Sierra Madre Oriental y posibles subdivisiones bióticas. In *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa-Organista (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F., p. 487-500.
- Espinosa-Organista, D., J. J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas. In *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, J. Llorente-Bousquets, E. González y N. Papavero (eds.). UNAM, México, D.F., p. 61-94.
- ESRI. 1999. ArcView GIS version 3.2. Environmental Systems Research Institute Inc., California.
- Fosaa A.M. 2004. Biodiversity patterns of vascular plant species in mountain vegetation in the Faroe Islands. *Diversity and Distributions* 10: 217-223.
- Foster P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55: 73-106.
- Fragoso-Ramírez R. 1990. Estudio florístico en la parte alta de la Sierra de Zacualpan, edo. de Mex. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México.

- García, A., H. Solano-Rodríguez y O. Flores-Villela. 2007. Patterns of alpha, beta and gamma diversity of the herpetofauna in Mexico's Pacific lowlands and adjacent interior valleys. *Animal Biodiversity and Conservation* 30(2): 169-177.
- García-Marmolejo G., T. Escalante y J.J. Morrone. 2008. Establecimiento de prioridades para la conservación de mamíferos terrestres Neotropicales de México. *Mastozoología Neotropical* 15(1): 41-65.
- García-Trejo E.A. y A.G. Navarro. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 20(2): 167-185.
- Gardner T.A., M.A. Ribeiro-Júnior, J. Barlow, T.C. Sauer Ávila-Pires, M.S. Hoogmoed y C.A. Peres. 2004. The value of primary, secondary, and plantation forest for a Neotropical herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3): 775-787.
- Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Goettsch-Cabello B.K.L. 2001. Diversidad beta e índices de similitud entre comunidades de cactáceas en el desierto chihuahuense. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Gómez-Hernández M.A. 2009. Diversidad de Macromycetes en relación a la estructura, especies arbóreas y microclima del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A.C. México.
- Halffter G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International* 36: 3-17.
- Halffter G. y C.E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa beta y gamma. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías 3er Milenio. CONABIO, DIVERSITAS Y SEA, volumen 4.
- Halffter G., C.E. Moreno y E.O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza.
- Halffter G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana. CYTED, Ed. País.
- Harper J.L. y D.L. Hawksworth. 1995. Biodiversity: measurement and estimation? preface. In: *Biodiversity: measurement and estimation*. Hawksworth D. L. (Ed.). Chapman & Hall. The Royal Society, London.
- Harrison S., S.J. Ross y J.H. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology* 61: 151-158.

- Harrison S. y B.D. Inoue. 2002. High β diversity in the flora of California serpentine islands. *Biodiversity and Conservation* 11: 1869-1876.
- Hawkins, B.A., R. Field, H.V. Cornell, D.J. Currie, J.F. Guegan, D.M. Kaufman, J.T. Kerr, G.G. Mittelbach, T. Oberdorff, E.M. O'Brien, E.E. Porter, J.R.G. Turner. 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84: 3105-3117.
- He F. y X.-S. Hu. 2005. Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters* 8: 386-390.
- Jankowski J.E., A.L. Cieka, N.Y. Meyer y K.N. Rabenold. 2009. Beta diversity along environmental gradients: implications of habitat specialization in tropical montane landscapes. *Journal of Animal Ecology* 78: 315-327.
- Kallimanis A.S., V. Ragia, D.S.P. Sojardelis y J.D. Pantis. 2007. Using regression trees to predict alpha diversity based upon geographical and habitat characteristics. *Biodiversity and Conservation* 16: 3863-3876.
- Karadzic B., S. Marincović y D. Katarinovski. 2003. Use of the β -function to estimate the skewness of species responses. *Journal of Vegetation Science* 14: 799-805.
- Koleff P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías 3er Milenio. CONABIO, DIVERSITAS y S.E.A. Volumen 4.
- Koleff P. y K.J. Gaston. 2002. The relationship between local and regional species richness and spatial turnover. *Global Ecology and Biogeography* 11: 363-365.
- Kreft H., N. Köster, W. Küper, J. Nieder y W. Barthlott. 2004. Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *Journal of Biogeography* 31: 1463-1476.
- Leon- Paniagua L. y J.J. Morrone. 2009. Do the Oaxacan Highlands represent a natural biotic unit? A cladistic biogeographical test based on vertebrate taxa. *Journal of Biogeography* 36: 1939-1994.
- Libano A.M. y J.M. Felfili. 2006. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). *Acta Botanica Brasilica* 20: 927-936.
- Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: Historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10: 3-13.

- Lorance P., S. Souissi y F. Uiblein. 2002. Point alpha and beta diversity of carnivorous fish along a depth gradient. *Aquatic Living Resources* 15: 263- 271.
- Loreau M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. *Ecology Letters* 3: 73-76.
- Lou Jost L., P. DeVries, T. Walla, H. Greeney, A. Chao y C. Ricotta. 2010. Partitioning diversity for conservation analyses. *Diversity and Distributions* 16: 65–76.
- Luna-Vega I., J.J. Morrone, O. Alcántara y D. Espinosa-Organista. 2001. Biogeographical affinities among Neotropical cloud forest. *Plant Systematics and Evolution* 228: 229-239.
- Luna-Vega I., L. Almeida-Leñero y J. Llorente. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* 59 (1): 63-87.
- Luna-Vega I., S. Ocegueda y O. Alcántara. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 65(1): 31–62.
- Luna-Vega I., O. Alcántara, J. J. Morrone y D. Espinosa. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. *Diversity and Distributions* 6: 137-143.
- Luna-Vega I., A. Velázquez y E. Velázquez. 2001. México. In: Brown A.D. and Kappelle M. (eds.). *Bosques neotropicales nubosos*. UICN-Instituto Nacional de la Biodiversidad-Universidad de Amsterdam-Fundación Agroforestal del noroeste de Argentina-Universidad Nacional de Tucumán.
- Luna-Vega, I., O. Alcántara, D. Espinosa-Organista y J. J. Morrone. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forests: A preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* 26: 1299-1305.
- Luna-Vega, I. y S. Magallón. 2010. Phylogenetic composition of angiosperm diversity in the cloud forests of Mexico. *Biotropica* 42(4): 444-454.
- Macip-Ríos R., y A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:185-195.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

- Mandl N., M. Lehnert, M. Kessler y S.R. Gradstein. 2010. A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forest of southern Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 19: 2359-2369.
- Marinoni R.C. y N.G. Gahno. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia* 50 (1): 64-71.
- Mayorga R., I. Luna-Vega y O. Alcántara. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango–Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 101–119.
- Mejía-Domínguez N.R., C.A. Ruiz-Jiménez y J.A. Meave. 2004. Análisis estructural de una parcela de una hectárea de bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74: 13-29.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8: 95-114.
- Miranda-Jiménez M.A. y M.A. González-Ortiz. 1993. Estudio de la vegetación y florística de la mesa basáltica de Holotepec, Distrito de Tenango del Valle, estado de México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, estado de México. 74 p.
- Moreno C., I. Zuriana, M. García Zenteno, G. Sánchez Rojas, I. Castellanos, M. Martínez Morales y A. Rojas Martínez. 2006. Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia* 31(1): 67-71.
- Morrone J.J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 3, Zaragoza.
- Morrone J.J. 2006(a). Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51: 467–94.
- Morrone J.J. 2006(b). Hacia una biogeografía evolutiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 509-520.
- Morrone J.J., D. Espinosa Organista y J. Llorente Bousquets. 2002. Mexican Biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 85: 83-108.

- Munn-Estrada D.X. 2003. Contribution to the floristic knowledge of the Sierra Mazateca of Oaxaca, Mexico. M.A. Thesis. The University of Texas at Austin, Austin.
- Myers N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kents. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Navarrete D. y G. Halffter. 2008. Dung beetle (Coleoptera: *Scarabeidae*: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation* 17(12): 2869-2898.
- Nix H. 1986. A biogeographic analysis of Australian Elapid snakes. In: R. Longmore (Editor), *Snakes: Atlas of Elapid snakes of Australia*, Bureau of Flora and Fauna, Canberra.
- Nogués-Bravo D. y M.B. Araújo. 2006. Species richness, area and climates correlates. *Global Ecology and Biogeography* 15: 452-460.
- Norse E. A., K.L. Rosenbaum, D.S. Wilcove, B.A. Wilcox, W.H. Romme, D.J. Johnston y M.L. Stout. 1986. *Conserving biological diversity in our national forests*. The Wilderness Society, Washington, D.C.
- Novotny V. y G.D. Weiblen. 2005. From communities to continents: beta diversity of herbivorous insects. *Annales of Zoologici Fennici* 42: 463-475.
- O'Brien E. M. 1993. Climatic gradients in woody plant species richness: Towards an explanation based on an analysis of southern Africa's woody flora. *Journal of Biogeography* 20: 181-198.
- O'Brien E.M., R. Field y R.J. Whittaker. 2000. Climatic gradients in woody plant (tree and shrub) diversity: Water-energy dynamics, residual variations and topography. *Oikos* 89: 588-600.
- Orozco V.M. 1995. *Vegetación del municipio de Temascaltepec, Estado de México*. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.
- Ødegaard F. 2006. Host specificity, alpha and beta diversity of phytophagous beetles in two tropical forests in Panama. *Biodiversity and Conservation* 15: 83-105.
- Paredes, C., J. Jannacone and L. Alvaríño. 2007. Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology* 1(1): 21-30.
- Pianka E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *The American Naturalist* 100: 33-47.

- Pineda E., C. Moreno, F. Escobar y G. Halffter. 2005. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19(2):400-410.
- Pla L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 8 (31): 583-590.
- Quintero I. y G. Halffter. 2009. Temporal changes in a community of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeinae) resulting from the modification and fragmentation of tropical rain forest. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 25: 625-649 [2009-10331].
- Rapoport E.H. 1975. *Areografía*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Rahbeck C., N.J. Gotelli, R.K. Colwell, G.L. Entsminger, T.F. Rangel y G.R. Graves. 2007. Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proceedings of the Royal Society* 274: 165-174.
- Ricklefs R.E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7: 1-15.
- Rohde, K. 1999. Latitudinal gradients in species diversity and Rapoport's rule revisited: a review of recent work and what parasites teach us about the gradients? *Ecography*, 22: 593-613.
- Rodríguez P., J. Soberón y H.T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 89: 241-259.
- Rodríguez-Ramírez E.Ch. y C.E. Moreno. 2010. Bolete diversity in two relict forests of the Mexican beech (*Fagus grandifolia*, var. *mexicana*; Fagaceae). *American Journal of Botany* 97(5): 893-898.
- Rosenzweig M.L. 1992. Species diversity gradients: We know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy* 73: 715-730.
- Ruiz-Jiménez C.A., J. Meave y J.L. Contreras-Jiménez. 2000. El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 23-37.
- Ruokolainen K. y H. Tuomisto. 2002. Beta-diversity in tropical forest. *Science* 297: 1439a.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* 35: 25-44.

- Sánchez O. y G. López. 1988 Theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75: 119-145.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 diciembre, 2010, México, DF.
- Solbrig O.T. 1991. The origin and function of biodiversity. *Environment* 33: 16-38.
- Stevens G.C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: How so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist* 133: 240-256.
- Torres-Zúñiga M. Y D. Tejero-Díez. 1998. Flora y vegetación de la Sierra de Sultepec, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 69 (2): 135-174.
- Toumisto H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Quantifying beta diversity and related phenomena. *Ecography* 33: 2-22.
- Toumisto H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 2. Quantifying beta diversity and related phenomena. *Ecography* 33: 23-45.
- Turner M. G., R.V. O'Neill, R.H. Gardner y B.T. Milne. 1989. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. *Landscape Ecology* 3: 153-162.
- UNEP. 1992. Convention on biological diversity. UNEP - Environmental Law and Institutions Program Activity Centre, Nairobi.
- Vega M.S., M.E. Gallardo, L. Hernani, M.M. Aldave, A. Huaman, M.A. Luza, M. Ureta, V. Mendoza y D. Porras. 2008. Análisis de la variación de las comunidades de arbustos de sotobosque entre tres localidades al interior del Parque Nacional Yanachagá, Chemillen (Pasco, Perú). *Ecología Aplicada* 7(1,2): 28-42.
- Velázquez *et al.* 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13: 175-184.
- Villaseñor, J.L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Instituto de biología, U. N. A. M. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.

- Walla T.R., S. Engen. P.J. De Vries y R. Lande. 2004. Modeling vertical beta-diversity in tropical butterfly communities. *Oikos* 107: 610-618.
- Webster G.L. 1995. The panorama of Neotropical cloud forests. En: Churchill S.P., Balslev H., Forero E. y Luteyn J.L. (eds.) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. The New York Botanical Garden. USA.*
- Willig, M.R. y B.D. Patterson y R.D. Stevensen. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: patterns, process, scale and synthesis. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 34: 273-309.
- Whittaker R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30: 279-338.
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Whittaker R.H. 1973. Niche, habitat, and ecotope. *American Nature* 107: 321-338.
- Whittaker R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolution Biology* 10: 1-67.
- Whittaker R.J., D. Nogués-Bravo y M.B. Araújo. 2007. Geographical gradients of species richness: A test of the water-energy conjecture of Hawkins *et al.* (2003) using European data for five taxa. *Global Ecology and Biogeography* 16: 76-89.
- Williams-Linera, G. y F. Lorea. 2009. Tree species diversity driven by environmental and anthropogenic factors in tropical dry forest fragments of central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 18: 3269-3293.
- Wilson M.V. y A. Shmida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* 12: 1055-1064.

Apéndice 1

LISTADO FLORÍSTICO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS DIFERENTES BMM. CH= Coatepec Harinas edo. de México, TD= Tenango de Doria, PS= Puerto Soledad, Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca.

ESPECIES	CH	TD	PS
HELECHOS			
Adiantaceae			
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	X	X	X
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	X		
<i>Vitaria graminifolia</i> Kaulf.		X	X
Aspleniaceae			
<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.		X	
<i>Asplenium blepharophorum</i> Bertol.	X		
<i>Asplenium polyphyllum</i> Bertol.	X		
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.		X	X
<i>Elaphoglossum sartori</i> (Liebm.) Mickel			X
Blechnaceae			
<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.	X		
Cyatheaceae			
<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens et Galeotti) Fée		X	X
Dennstaedtiaceae			
<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon			X

Marattiaceae			
<i>Marattia laxa</i> Kunze			X
Polypodiaceae			
<i>Pleopeltis interjecta</i> Weath.			X
<i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel et Beitel	X		X
<i>Polypodium colpodes</i> Kunze	X		
<i>Polypodium interjecta</i> (Weath.) Mickel et Beitel		X	
<i>Polypodium montigenum</i> Maxon			X
<i>Polypodium rosei</i> Maxon	X		
LICOPODIOS			
Lycopodiaceae			
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		X	X
GYMNOSPERMAE			
Pinaceae			
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	X		
<i>Pinus teocote</i> Schltld. et Cham.			X
<i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham.		X	X
Podocarpaceae			
<i>Podocarpus reichei</i> J. Buchholz et N.E. Gray		X	X

ANGIOSPERMAE			
Actinidiaceae			
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.		X	X
Adoxaceae			
<i>Sambucus mexicana</i> Presl.	X	X	X
Altingiaceae			
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.		X	
Araceae			
<i>Anthurium seamayense</i> Standl.			X
Araliaceae			
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Schtdl. y Cham.		X	
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. et Planch.	X	X	X
Asteraceae			
<i>Ageratina areolaris</i> (DC.) D.Gage ex B.L. Turner	X		
<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M. King et H. Rob.	X		
<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) R.M. King et H. Rob.			X
<i>Ageratina petiolaris</i> (Moc. et Sessé ex DC.) R.M. King et H. Rob.	X		
<i>Aster subulatus</i> Michx.		X	

<i>Bacharis conferta</i> Kunth	X		
<i>Bidens bicolor</i> Greenm.			X
<i>Eupatorium</i> sp.	X		
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.		X	
<i>Psacalium megaphillum</i> (B.L. Rob. et Greenm.) Rybd.			X
<i>Stevia jorullensis</i> Kunth		X	
<i>Verbesina grayi</i> Benth. et Hook.f. ex Hemsl.	X		
<i>Verbesina virgata</i> Cav.	X	X	
<i>Vernonia alamanii</i> DC.	X		
Aquifoliaceae			
<i>Ilex discolor</i> Hemsl.			X
Begoniaceae			
<i>Begonia gracilis</i> Kunth		X	
Betulaceae			
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	X		X
<i>Alnus jorulensis</i> Kunth		X	
<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	X	X	X
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsh.	X		
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch		X	
Bromeliaceae			
<i>Pitcairnia rigens</i> Klotzsch		X	

<i>Tillandsia gymnobotrya</i> Baker		X	
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.			X
<i>Tillandsia usneoides</i> L.	X		
Cactaceae			
<i>Aporocactus conzattii</i> Britton et Rose			X
<i>Nopalxochia ackermannii</i> (Haw.) Knuth			X
Calceolariaceae			
<i>Calceolaria mexicana</i> Benth.		X	
Clethraceae			
<i>Clethra alcocerii</i> Greenm.		X	
<i>Clethra lanata</i> M.Martens et Galeotti	X		
<i>Clethra mexicana</i> A. DC.		X	X
Cornaceae			
<i>Cornus disciflora</i> Moc et Sessé ex DC.		X	X
<i>Cornus excelsa</i> Kunth	X	X	
Cunoniaceae			
<i>Weinmannia pinnata</i> L.		X	X
Ericaceae			
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	X		X
<i>Gaultheria odorata</i> Willd.			X

<i>Vaccinium confertum</i> Kunth			X
Euphorbiaceae			
<i>Cnidosculus mutabilis</i> (Pax) I.M. Johnst.		X	
Fabaceae			
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth.	X		
<i>Desmodium alamanii</i> DC.	X		
<i>Desmodium densiflorum</i> Hemsl.	X		
<i>Desmodium sessile</i> Schltld.	X		
<i>Desmodium uncinatum</i> DC.	X		
<i>Erythrina americana</i> Mill.		X	
<i>Lupinus ehrenbergii</i> Schltld.			X
Fagaceae			
<i>Quercus castanea</i> Neé	X		
<i>Quercus candicans</i> Neé	X		
<i>Quercus corrugata</i> Hook.			X
<i>Quercus delgadoana</i> Valencia, Kelly et Nixon		X	X
<i>Quercus hirtifolia</i> Vázquez, Valencia et Nixon		X	
<i>Quercus lancifolia</i> Schltld. et Cham.		X	X
<i>Quercus germana</i> Schltld. et Cham.		X	
<i>Quercus corrugata</i> Hook.			X
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.		X	
Lauraceae			

<i>Beilschmiedia mexicana</i> (Mez) Kosterm.		X	
<i>Nectandra loesenerii</i> Mez		X	
<i>Ocotea effusa</i> (Meisn.) Hemsl.		X	
<i>Ocotea helicterifolia</i> (Meisn.) Hemsl.		X	X
<i>Persea americana</i> Mill.	X	X	X
Lamiaceae			
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.		X	
<i>Prunella vulgaris</i> L.		X	
<i>Salvia gracilis</i> Benth.			X
<i>Salvia mexicana</i> L.		X	
<i>Salvia polystachia</i> Ortega			X
Magnoliaceae			
<i>Magnolia schiedeana</i> Schltld.		X	X
Malvaceae			
<i>Heliocarpus</i> sp.		X	
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. var. <i>arboreus</i>	X	X	
<i>Tilia mexicana</i> Schltld.	X	X	X
Melastomataceae			
<i>Conostegia arborea</i> (Schltld.) Sw.		X	
<i>Leandra melanodesma</i> Raddi			X
<i>Miconia anisotrichia</i> (Schltld.) Triana			X
<i>Miconia oligotricha</i> (DC.) Naudin		X	X

<i>Miconia</i> sp.		X	
<i>Tibouchina longisepala</i> Cogn. in A. DC. et. C. DC.			X
Myrtaceae			
<i>Eugenia xalapensis</i> (Kunth) DC.	X	X	
<i>Eugenia sotoesparzae</i> P.E. Sánchez		X	X
Onagraceae			
<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	X	X	X
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	X		
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven		X	
Orchidaceae			
<i>Bletia macrithmochila</i> Greenm.	X		
<i>Encyclia cyanocolumna</i> (Ames, F.T. Hubb et C. Schweinf.) Dressler		X	
<i>Encyclia varicosa</i> (Lindl.) Schltr.		X	X
<i>Encyclia vitellina</i> (Lindl.) Dressler		X	X
<i>Goodyera striata</i> Rech.f.			X
<i>Govenia lilacea</i> (La Llave et Lex.) Soto Arenas et Salazar	X		
<i>Malaxis excavata</i> Lindl. Kuntze.	X		
<i>Malaxis</i> sp.			X
<i>Rhynchostele bictoniense</i> (Bateman) Soto Arenas et Salazar		X	
<i>Rhynchostele cervantesii</i> (La Llave et Lex.) Soto Arenas et Salazar	X		

<i>Rhynchostele rossii</i> (Lindl.) Soto Arenas et Salazar			X
<i>Stanhopea tigrina</i> Bateman et Lindl.	X		
<i>Malaxis fastigiata</i> Kuntze	X		
<i>Oncidium cavendishianum</i> Bateman	X		
Phytolaccaceae			
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth et Bouché			X
Plantaginaceae			
<i>Plantago nivea</i> Kunth	X		
Platanaceae			
<i>Platanus mexicana</i> Torr.		X	
Piperaceae			
<i>Peperomia deppeana</i> Schldl. et Cham.			X
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	X		
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	X	X	X
<i>Piper auriatum</i> Kunth		X	
<i>Piper fraguanum</i> Trel.		X	
<i>Piper psilorhachis</i> C. DC.			X
Polygonaceae			
<i>Polygonum pinctatum</i> Elliot		X	

Primulaceae			
<i>Ardisia revoluta</i> Kunth		X	
Pyrolaceae			
<i>Monotropa coccinea</i> Zucc.			X
<i>Monotropa hipopithys</i> L.		X	
Ranunculaceae			
<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.	X		
Rhamnaceae			
<i>Rhamnus longistyla</i> C.B. Wolf		X	
Rosaceae			
<i>Acaena elongata</i> L.		X	
<i>Crateagus mexicana</i> Moc. et Sessé		X	
<i>Prunus brachybotria</i> Zucc.		X	X
<i>Prunus serotina</i> Ehrenb ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh	X	X	X
<i>Rubus adenotrichus</i> Schldl.		X	
<i>Rubus liebmannii</i> Focke	X		
Rubiaceae			
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.		X	
<i>Bouvardia laevis</i> M. Martens et Galeotti		X	
<i>Deppea grandiflora</i> (Schldl.) L.			X

<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.			X
Rutaceae			
<i>Ptelea trifoliata</i> L.		X	
<i>Zanthoxylum</i> aff. <i>clava-herculis</i> Castigl.		X	
Salicaceae			
<i>Populus alba</i> L.		X	
<i>Xylosma flexuosum</i> (Kunth) Hemsl.		X	
Sapindaceae			
<i>Acer negundo</i> L. var. <i>mexicanum</i> (DC.) Standl. et Roy L. Taylor		X	
Smilacaceae			
<i>Smilax paniculata</i> M.Martens et Galeotti			X
<i>Smilax</i> sp.		X	
Solanaceae			
<i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers	X	X	X
<i>Cestrum elegans</i> (Brong.) Schltdl.		X	
<i>Cestrum nocturnum</i> L.		X	
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.			X
Scrophulariaceae			
<i>Buddleia megalocephala</i> Donn. Sm.			X

Symplocaceae			
<i>Symplocos citrea</i> La Llave et Lex.	X		
<i>Symplocos coccinea</i> Bonpl.		X	X
Ternstroemiaceae			
<i>Cleyera integrifolia</i> Choisy	X		X
<i>Ternstroemia huasteca</i> B.M. Barthol.		X	
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. spp. <i>lineata</i>	X		X
Umbelliferae			
<i>Arracacia aegopodioides</i> (Kunth) J.M. Coult. et Rose			X
<i>Arracacia atropurpurea</i> (Lehm.) Benth. et Hook.	X	X	
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Schldl. et Cham.	X	X	
<i>Ottoa oenanthoides</i> Kunth			X
Verbenaceae			
<i>Lantana hirta</i> Graham		X	
<i>Lantana velutina</i> M. Martens et Galeotti	X		
<i>Verbena carolina</i> L.	X		
Vitaceae			
<i>Vitis cinerea</i> Engelm.	X		

APÉNDICE 2

Características geográficas de los diferentes sitios.

SITIO	MUNICIPIO	ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	NO. DE ESPECIES	ORIENTACIÓN DE LADERA
SITIO 1	Coatepec Harinas	México	18°55'38.13"	99°46'49.77"	2100	23	E
SITIO 2	Coatepec Harinas	México	18°55'55.73"	99°46'48.13"	2179	25	W
SITIO 3	Coatepec Harinas	México	18°55'21.21"	99°46'46.77"	1956	27	W
SITIO 4	Coatepec Harinas	México	18°54'59.39"	99°48'0.06"	2193	19	E
SITIO 5	Coatepec Harinas	México	18°54'45.66"	99°47'49.27"	2057	18	W
SITIO 6	Coatepec Harinas	México	18°56'37.93"	99°46'56.07"	2097	23	N
SITIO 7	Coatepec Harinas	México	18°54'28.82"	99°48'2.29"	2163	23	N
SITIO 8	Coatepec Harinas	México	18°56'6.59"	99°47'52.95"	2282	24	W
SITIO 9	Coatepec Harinas	México	18°56'25.09"	99°48'12.97"	2238	18	S
SITIO 10	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'41.04"	98°14'51.02"	1641	29	W
SITIO 11	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'57.38"	98°15'44.70"	1622	19	N
SITIO 12	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'21.05"	98°15'42.01"	1998	26	N
SITIO 13	Tenango de Doria	Hidalgo	20°20'11.32"	98°16'38.31"	2007	31	E
SITIO 14	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'37.11"	98°14'11.04"	1845	24	N
SITIO 15	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'32.95"	98°13'34.23"	1874	22	E
SITIO 16	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'1.95"	98°13'36.10"	2133	23	N
SITIO 17	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'26.97"	98°12'38.00"	1768	23	W
SITIO 18	Tenango de Doria	Hidalgo	20°19'16.08"	98°11'57.71"	1852	30	W
SITIO 19	Puerto Soledad	Oaxaca	18°08'21.44"	97°00'16.00"	2101	26	SE
SITIO 20	Puerto Soledad	Oaxaca	18°10'42.67"	97°00'18.37"	2436	21	S
SITIO 21	Puerto Soledad	Oaxaca	18°11'45.16"	97°00'54.91"	2373	29	SE
SITIO 22	Puerto Soledad	Oaxaca	18°10'19.30"	96°59'42.22"	2310	25	E

SITIO 23	Puerto Soledad	Oaxaca	18°09'55.85"	97° 00'52.31"	2334	25	N
SITIO 24	Puerto Soledad	Oaxaca	18°11'03.41"	97° 01'24.23"	2121	27	W
SITIO 25	Puerto Soledad	Oaxaca	18°12'39.82"	96°59'53.34"	2177	26	N