



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS

BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis de la Fauna de Anfibios y Reptiles en los Bosques
Mesófilos de Montaña de México, Utilizando PAE.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

(SISTEMÁTICA)

PRESENTA

ELIZABETH BELTRÁN SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA

MEXICO, D. F.

AGOSTO 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por el apoyo para obtener la beca para estudios de posgrado de alta calidad (UAGRO-135) y a la dirección de Planeación y Evaluación Institucional de la Universidad Autónoma de Guerrero quien llevo a cabo la gestión.

A los miembros del Comité Tutorial

Dr. Oscar Alberto Flores Villela

Dra. Mercedes Isolda Luna Vega

Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales

M. en C. David Nahum Espinosa Organista

Dra. Blanca Estela Hernández Baños

Especialmente quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que de manera directa o indirecta contribuyeron a la realización de este trabajo:

En particular a Oscar Flores Villela por aceptar ser mi tutor, a Isolda Luna Vega por su apoyo y sus sugerencias para mejorar este trabajo, a Víctor Hugo Reynoso Rosales por sus comentarios.

A mis compañeros del Instituto de Investigación Científica Área Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guerrero por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

A mis compañeros de la Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero.

A mi familia por su apoyo moral, Humberto, Estela y Aída.

A mi madre

A mis hermanos y hermanas.

Mi más sincero agradecimiento a quienes permanecieron cerca de mí apoyándome hasta el final de este trabajo: Humberto González González, Leonardo José López Damián, Ubaldo Guzmán Villa, Epifanio Blancas Calva, Xochitl Hernández Ibarra, Rosa Isela Méndez Bahena, Patricia Iturbe Chiñas, Francisco Salvador Maradiaga Ceseña, Estela García Serrano, Galia Reyes Betancourt, Emilio Leyva de la Cruz, Guadalupe Barbosa Rodríguez, Antonio de Jesús Núñez Cebrero.

ÍNDICE

Introducción	1
Antecedentes	7
Objetivos	10
Área de estudio	11
Métodos	14
Resultados	17
Discusión	24
Conclusiones	29
Referencias	31
Anexos	37

RESUMEN

Basada en la hipótesis de que en el pasado el área cubierta por bosque mesófilo de montaña fue de una extensión mayor y que por fenómenos de carácter vicariante ésta se fragmentó, por lo que la biota asociada a este tipo de vegetación se vio afectada de la misma manera. Se aplicó el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) a las especies de anfibios y reptiles asociados al bosque mesófilo de montaña de México, con la finalidad de encontrar las relaciones de congruencia entre los fragmentos actuales y reconocer los probables patrones de distribución biogeográfica. Los registros de herpetozoos dentro de cada fragmento de bosque mesófilo fueron obtenidos de las bases de datos de CONABIO y la generada por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), que contienen registros georreferidos por especies (históricas y actuales), los que fueron complementados con literatura reciente. Estos datos fueron añadidos a un sistema de información geográfica junto con los polígonos de bosque. Las listas de anfibios y reptiles se examinaron, ordenaron y depuraron para corregir nombres científicos siguiendo las actualizaciones nomenclaturales de Amphibian Species of the World 5.3, an Online Reference y Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004, eliminando las sinonimias o redundancias. Se elaboró una matriz de datos de presencia ausencia de las especies en cada polígono de bosque mesófilo de montaña, la matriz resultante se corrió utilizando el programa NONA ver 2.0 (Goloboff 1993) con el programa WinClada ver. 1.00.08 (Nixon 2002). Se utilizó el método de búsqueda heurística con los siguientes parámetros, 50 000 árboles por análisis, 1000 replicas. En una búsqueda heurística se obtuvieron 29 árboles igualmente parsimoniosos, de los que se obtuvo un cladograma de consenso estricto, con una longitud (L) de 610 pasos, un índice de consistencia (Ci) de 0.35, un índice de retención (Ri) de 0.32. Los fragmentos que se han aislado han sufrido una evolución vicariante produciendo especiación alopátrida, lo que ha propiciado un marcado endemismo de especies habitantes de este tipo de vegetación. Estos Resultados fueron comparados con los obtenidos por Luna-Vega *et al.* (1999) mostrando una diferencia significativa entre los patrones de vicariancia de plantas vasculares y la herpetofauna.

ABSTRACT

Based on the assumption that the cloud forest covered a bigger extension in the recent past, and that by hypothetical vicariance events this habitat was fragmented in to its actual distribution, therefore that biota I habiting this vegetation was fragmented at the same time. By using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE), the amphibian and reptiles taxa associated to cloud forest in Mexico were analyzed to discover the relationship of the actual fragments of cloud forest in a biogeographic context. The records for the herpetofauna were obtained from the database of the National Commission for Study and Use of Biodiversity (CONABIO), and from the work of Ochoa-Ochoa and Flores-Villela (2006). These sources have georeferenced historical and actual records for the species. These records were also complemented by literature search to verify the list by locality. The information was analyzed with a geographic information system. The data matrix contained absence presence in each of the polygons of cloud forest studied, and was analyzed with NONA ver 2.0 (Goloboff, 1993) with the program Winclada ver 1.00.08 (Nixon, 2002). A heuristic search was performed using the following parameters: 50,000 trees by analysis, with 1000 replicates. Twenty nine equally parsimonious trees resulted from the analysis, a strict consensus was performed resulting in a tree of 610 steps, a consistency index (CI) of 0.35 and a retention index (RI) of 0.32. The fragments studied suffered a vicariance splitting, producing alopatric speciation in the herpetofauna of the cloud forest, and resulting in high endemism in this biota. The results were compared with those obtained by Luna-Vega *et al.* (1999) showing a significant difference among the vicariance patters for vascular plants and herpetofauna.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña es un término acuñado por Rzedowski (1978). Es un tipo de vegetación difícil de caracterizar, aunque se encuentra siempre en áreas húmedas y templadas situadas entre los 600 y 3000 m de elevación (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1988). Este bosque exhiben una notable diversidad de árboles, los cuales varían grandemente en altura, arquitectura foliar, fenología (Luna, *et al.*, 1994) y una marcada predominancia de epífitas vasculares y lianas (Webster, 1995), debido probablemente a la presencia usual de niebla abundante. Su distribución sigue un patrón fragmentado similar al de un archipiélago (figura 1), en el cual cada una de las islas tiene una composición florística particular (Luna *et al.*, 1999).

El bosque mesófilo de montaña incluye un conjunto de bosques muy heterogéneos fisonómicamente, que comprende desde bosques bajos hasta altos, con hojas mesófilas, a veces micrófilas y con árboles generalmente perennifolios. Se caracteriza por poseer una diversidad biológica alta, además de ser santuarios de especies amenazadas y de albergar un alto porcentaje de taxones endémicos. Actualmente su distribución ocupa menos del 1% del territorio nacional y se considera en peligro de desaparición (Luna *et al.*, 2001).

Varios autores (Puig, 1976; Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1989) han sugerido que los Bosques Mesófilos de Montaña están compuestos básicamente por tres tipos de elementos: (1) Templado, representado particularmente por los árboles del dosel, de origen Neártico; (2) Tropical, representado principalmente por hierbas, epífitas y arbustos de afinidades Neotropicales; y (3)

endémicos que son relativamente poco importantes si se consideran a nivel genérico, pero muy significativos a nivel de especie. También han sido postuladas relaciones del bosque mesófilo de montaña con las floras del viejo mundo, llámese el Este de Asia (Sharp, 1953, 1966; Sharp e Iwatsuki, 1965) y el África tropical (Matuda, 1953). Sin embargo, todas estas consideraciones biogeográficas han sido propuestas generalmente dentro de un marco dispersalista, donde México ha sido tratado como el receptor de diferentes elementos florísticos, siendo transicional entre las regiones Neártica y Neotropical (Luna *et al.*, 1999).

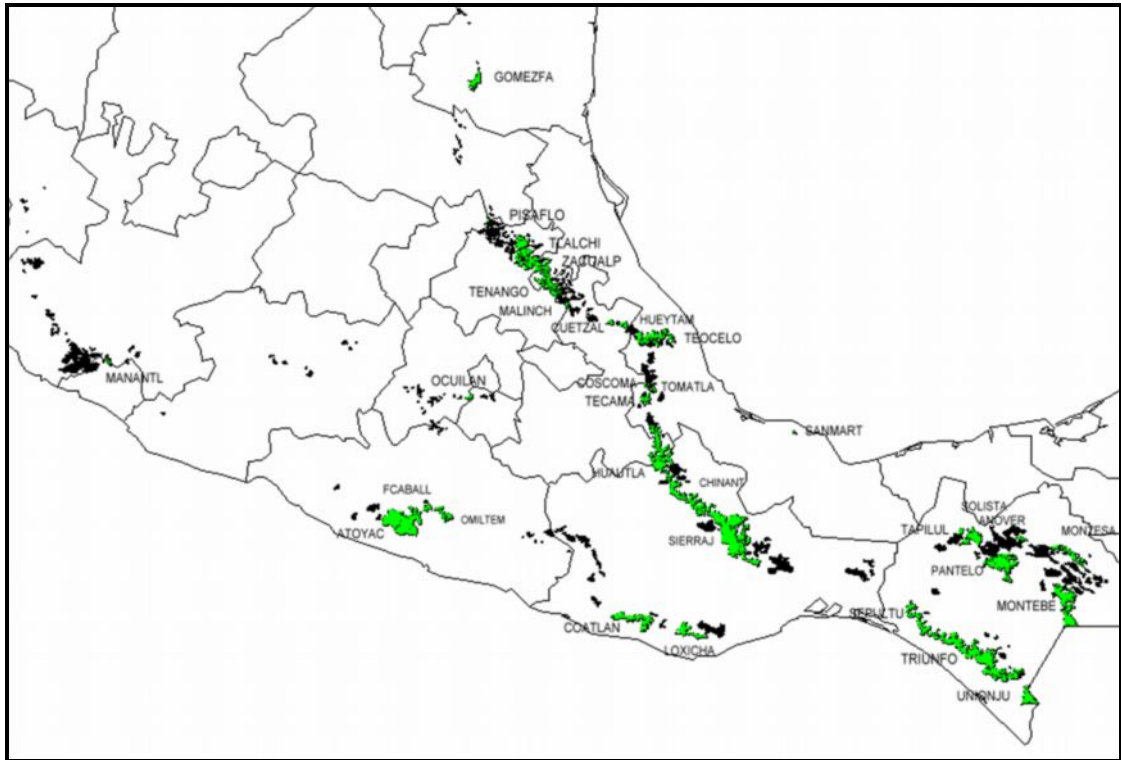


Figura 1. Mapa de la distribución actual de los bosques mesófilos de montaña en México (INEGI, 2000) realizado con el software Arc View versión 3.2 (ESRI, 1999). En color están los polígonos utilizados en este trabajo. Para el significado de las abreviaturas ver cuadro 1.

Este ecosistema ocupa el segundo lugar en riqueza de especies de vertebrados terrestres endémicos a Mesoamérica que ocurren en México. De las 298 especies registradas hasta 1994 que habitan en este tipo de bosque, 15 de ellas estaban en las listas oficiales de especies en peligro de extinción, 136 de ellas son endémicas, 38 de distribución restringida y 67 exclusivas de este tipo de vegetación (Flores y Gerez, 1994).

Los ambientes físicos extremos, biológicamente ricos, complejos y disyuntos por barreras efectivas son los más propensos a generar especiación, sobre todo en áreas intertropicales. Dentro de éstos, los ambientes xéricos y los templados-húmedos son de gran interés para México (Luna *et al.*, 2001). Tal es el caso de los bosques mesófilos de montaña de México, cuya distribución fragmentada y aislada sugiere que son susceptibles a estos procesos.

Igual que la flora las causas principales de la diversidad faunística de los bosques mesófilos mexicanos radican, en los procesos de aislamiento y consecuente especiación alopátrida. La compleja diversidad beta de la fauna de este bosque y la inherente variabilidad de cada uno de los fragmentos no ha permitido aún generar un listado faunístico completo, siendo los vertebrados terrestres los mejor estudiados. Se estima que alrededor de 450 especies son comunes a estos hábitats; y que el 45% de las especies se comparte con los ecosistemas vecinos o biotopos, principalmente con bosques de coníferas y selvas medianas (Luna *et al.*, 2001).

Peterson (1991) señala que los vertebrados terrestres no voladores son típicamente neotropicales, mientras que los vertebrados terrestres voladores, principalmente las aves, tienen una distribución predominantemente templada, por lo que mientras la diversidad florística se incrementa de sur a norte, la faunística aumenta de norte a sur, lo cual se refleja en la gran diversidad existente en ambientes como los bosques mesófilos de montaña; esta riqueza es mayor que la contenida en cualquier otro tipo de vegetación del país, aunque la superficie que ocupa es menor. En general, la fauna de los bosques mesófilos de montaña está formada por taxones propios de zonas templadas, neotrópicas, y endémicas (Hernández-Baños *et al.*, 1995).

La herpetofauna mexicana es una de las más diversas del mundo; actualmente el número de especies que existen en el país es de 361 especies de anfibios y 804 de reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). Entre los anfibios y reptiles es posible encontrar géneros o grupos de especies que son habitantes frecuentes y a menudo obligados a este tipo de bosques; como por ejemplo las especies de los géneros *Abronia*, *Anolis*, *Bolitoglossa*, *Craugaster*, *Geophis*, *Hyla*, *Mesaspis*, *Ophryacus*, *Porthidium*, *Pseudoerycea*, *Rhadinaea* y *Rhadinophanes*, entre otros. Hace diez años se mencionaba la presencia de 52 anfibios y 45 reptiles endémicos, 17 y 13 de distribución restringida, 28 y 21 exclusivas de este tipo de vegetación respectivamente (Flores y Gerez, 1994). Así, el porcentaje de taxones endémicos de comunidades mesófilas es muy alto; por ejemplo, en Omiltemi, Guerrero, el 50% y el 34% de anfibios y reptiles respectivamente, son endémicos de este tipo de vegetación (Flores y Muñoz, 1993).

En respuesta a la explicación dispersalista del origen de los bosques mesófilos de montaña de México (y de los bosques nublados de montaña americanos en general), Luna *et al.* (2001) proponen una alternativa vicariancista que parte del supuesto de que la distribución del bosque mesófilo era más extensa en el pasado, pero actualmente se ha restringido debido a eventos tectónicos, volcánicos y climáticos, entre otros, además de la fuerte influencia que el hombre ha tenido en este tipo de ambientes, lo cual ha dado como resultado la fragmentación y consecuente distribución archipelágica de este tipo de vegetación en México (Luna *et al.*, 2001).

La existencia en México del bosque mesófilo de montaña en parches aislados hace que éste sea ideal para probar modelos de vicarianza mediante métodos de biogeografía (Morrone y Crisci, 1995). Sin embargo, para el caso de los grupos faunísticos existen pocos trabajos, sobre todo en este tipo de vegetación por lo que el análisis de simplicidad de endemismos (PAE por sus siglas en inglés) es un método viable que puede aplicarse para postular hipótesis preliminares de relaciones biogeográficas (Luna y Alcántara, 2003). Con este método se intenta postular una hipótesis general de relación entre los diferentes fragmentos de bosque mesófilo de montaña de México, con base a sus taxones de anfibios y reptiles.

El análisis de simplicidad de endemismos (Rosen, 1988) es una herramienta de la biogeografía que permite descubrir los patrones naturales de distribución de los organismos. La proliferación de metodologías que compiten entre sí en la biogeografía histórica han generado nueve enfoques; entre los cuales está el PAE, el cual es el único que no asume la posibilidad de extinción, y su vez no hace supuestos sobre procesos. Este método intenta reconstruir la historia de las áreas

sin usar cladogramas como herramienta básica para su metodología produciendo directamente un cladograma general de área, a partir de la composición de los taxones que contiene. Puede ser aplicado a nivel de especie o por encima de éste, usando la similitud entre biotas basado en localidades, en áreas de endemismo o cuadrículas (análogos a taxones) mediante la solución más simple (criterio de simplicidad o *parsimonia*). La presencia de taxones compartidos es tratada como equivalente a las sinapomorfías en un análisis (Crisci *et al.*, 2000; Escalante y Morrone, 2003).

Basada en la hipótesis de que en el pasado el área cubierta por bosque mesófilo de montaña fue de una extensión mayor y que por fenómenos de carácter vicariante ésta se fragmentó, por lo que la biota asociada a este tipo de vegetación se vio afectada de la misma manera, en este trabajo me propongo aplicar el PAE a los taxones de anfibios y reptiles asociados al bosque mesófilo de montaña de México, con la finalidad de encontrar las relaciones de congruencia entre los fragmentos actuales y reconocer los probables patrones de distribución biogeográfica.

ANTECEDENTES

El PAE utiliza un algoritmo de parsimonia con la finalidad de obtener un cladograma de áreas, sustentado en los taxones que habitan las áreas (Rosen, 1988), método que ha sido aplicado por varios autores:

Rosen y Smith (1988) aplicaron el PAE para determinar las relaciones entre localidades de arrecifes de coral y erizos de mar fósiles, con la finalidad de estudiar cómo éstos pueden proveer información espacial en una escala geográfica. Rosen (1988) propuso utilizar como unidades de estudio las localidades, por lo que a su método se le llamó análisis de simplicidad de endemismos basado en localidades. Este autor propuso una analogía con la sistemática filogenética a partir de la cual se interpreta a las localidades como taxones. Según este autor, el PAE basado en localidades permite obtener cladogramas de áreas de las localidades, en las cuales éstas se encuentran agrupadas por la presencia de sinapomorfías geográficas (taxones compartidos entre más de una localidad)

Craw (1988) retomó la idea de Rosen para analizar datos de la distribución de los organismos a través de la aplicación de algoritmos de simplicidad, evaluó en que grado las distribuciones geográficas de los seres vivos contienen información acerca de las relaciones de las áreas en las que habitan y utilizó como unidades de estudio áreas de endemismo definidas previamente sobre la base de datos empíricos, por lo que a su método se le llamó análisis de simplicidad de endemismos basado en áreas de endemismo.

Morrone (1994) propuso la aplicación de un algoritmo de simplicidad para delimitar áreas de endemismo, utilizando como unidades de análisis cuadrículas que serán reunidas por las presencias compartidas de taxones, este método es también conocido como análisis de simplicidad de endemismos basado en cuadrículas.

Luna-Vega *et al.* (1999) aplicaron el PAE a la presencia –ausencia de 1267 especies de plantas vasculares (gimnospermas, angiospermas y pteridofitas) de 24 fragmentos de bosques mesófilos mexicanos, con la finalidad de postular una hipótesis preliminar de sus relaciones. Los resultados indican que las provincias florísticas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y Serranías Meridionales no representan unidades naturales.

Luna-Vega *et al.* (2001) realizaron un estudio de las analogías entre el bosque nublado de la Región Neotropical a través de una aproximación por trazos, construyendo trazos generalizados basados en los resultados de un análisis de parsimonia de endemismos (PAE) identificando seis trazos generalizados, concluyendo que los bosques nublados están cercanamente relacionados y que los de la subregión caribeña exhiben relaciones complejas.

Espinosa *et al.* (2000) aplicaron el PAE con el objeto de obtener una clasificación de 19 provincias biogeográficas, para lo cual realizaron cuatro análisis para una matriz de plantas, insectos y aves. La comparación de los cladogramas obtenidos revela que algunos clados del cladograma obtenido con base en la evidencia total persisten aun cuando se considera evidencia parcial.

Escalante y Morrone (2002) usaron el PAE para analizar los patrones de distribución de los mamíferos terrestres de México, con tres unidades de análisis diferentes: cuadrantes; ecorregiones y provincias biogeográficas. A partir de registros de especímenes de colecciones, usaron matrices de diferentes categorías taxonómicas (géneros, especies y subespecies). Señalan que la ventaja de utilizar varios niveles taxonómicos es que la información asociada con las especies endémicas puede incorporarse al nivel genérico (excepto que una especie sea la única representante de un género) y que los datos de su distribución a nivel genérico puedan usarse, aún cuando se carezca de la identificación a nivel de especie.

Rojas-Soto *et al.* (2003) realizaron un análisis de los patrones de distribución de la avifauna residente de la Península de Baja California para generar una regionalización usando el PAE con datos puntuales y de distribuciones potenciales. Los registros y las localidades que usaron fueron obtenidas de la literatura y de ejemplares de colección, los datos puntuales sin procesar y los mapas de la distribución potencial fueron obtenidos usando el software Genetic Algorithms for Rule-set Prediction (GARP) y analizados con PAE; sus resultados no permitieron el reconocimiento de áreas definidas por asociaciones avifaunísticas.

OBJETIVO GENERAL

Postular una hipótesis general de relación entre los diferentes fragmentos de bosque mesófilo de montaña de México, con base en sus taxones de anfibios y reptiles.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar el análisis de simplicidad de endemismos a la fauna de anfibios y reptiles en los bosques mesófilos de montaña de México.
- Analizar las relaciones entre los parches actuales de bosque mesófilo de montaña mexicano, con base en los patrones de endemidad de anfibios y reptiles.
- Contrastar el modelo propuesto contra las hipótesis dispersalistas de origen de los bosques mesófilos de montaña y con el modelo propuesto a partir del análisis de simplicidad de endemismos de plantas vasculares.

ÁREA DE ESTUDIO

El bosque mesófilo de montaña se distribuye en forma discontinua a lo largo de las vertientes y barrancas más húmedas del territorio mexicano y en las últimas décadas ha sido objeto de tala y explotación, disminuyendo drásticamente su extensión a tal grado que en numerosas localidades casi está por desaparecer (Puig y Bracho, 1987).

Este tipo de vegetación está restringido a ciertas condiciones de alta humedad ambiental, por lo que actualmente se encuentra cubriendo el 0.07% del territorio nacional (Flores y Gerez, 1994). Altitudinalmente se presenta entre los 600 y 3 200 msnm; la latitud, la topografía y la cantidad de humedad hacen variar los límites de distribución. De manera general se le encuentra en mayores extensiones en altitudes entre los 1 100 y 2 000 msnm (Luna *et al.*, 2001).

El bosque mesófilo de montaña en México se presenta en las provincias fisiográficas que poseen cadenas montañosas: Sierra Madre Occidental (Sonora, Sinaloa, Nayarit, Durango, y Jalisco), Sierra Madre Oriental (Nuevo León, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo) y Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca (Oaxaca, Puebla y Veracruz), Faja Volcánica Transmexicana (Veracruz, México, Distrito Federal, Jalisco, Colima, Michoacán, Morelos y Tlaxcala), Sierra Madre del Sur (Michoacán, Guerrero y Oaxaca), Macizo Central de Chiapas y Sierra Madre de Chiapas (Chiapas) (Luna *et al.*, 2001).

Los climas predominantes de este tipo de vegetación son: Cf, Cw, Af, Am y Aw de la clasificación de Koeppen (1948), considerados entre los más cálidos de los templados (García 1981). La temperatura media anual varía entre los 12 y 23 °C, con una precipitación que oscila entre

los 1 000 y 5 800 mm anuales, aunque generalmente es de 2 000 mm, con lluvias en verano, las cuales decrecen durante los meses de diciembre a mayo, con periodos secos de 0 a 4 meses al año.

La nubosidad reduce la cobertura solar y provoca un decremento de la temperatura manteniendo la humedad atmosférica alta y la radiación de incidencia baja. Estos factores promueven una alta diversidad de especies, principalmente de plantas epífitas y lianas.

La topografía en la que se encuentra este tipo de vegetación es abrupta, irregular, generalmente con laderas rectas, cortas y de pendientes pronunciadas, presentes generalmente en cañadas protegidas de la insolación y de los vientos fuertes. Las unidades geomorfológicas van desde lomeríos y sierras hasta piedemontes; entre estos últimos predominan los de origen volcánico (Luna *et al.*, 2001).

Los suelos más comunes son de origen cárstico, granítico y basáltico. Entre los dominantes destacan los de tipo Podzol, Regosol y Andosol. La cantidad de materia orgánica acumulada en el horizonte superior generalmente es abundante, formada por una capa gruesa que no favorece el drenaje y las condiciones de mineralización se ven limitadas a los procesos de saturación y anaerobismo. Son suelos generalmente ácidos, poco fértiles, muy frágiles y propensos a fuertes problemas de erosión si se transforma la cobertura vegetal (Luna *et al.*, 2001).

La mayoría de los bosques mesófilos de montaña se localizan en las partes medias y altas de diversas cuencas hidrográficas, que a su vez son unidades de captación, filtración y reserva de agua de lluvia. Se desarrollan en áreas con capacidad para recibir y conservar gran cantidad de

humedad, que reciben por las constantes neblinas y chubascos típicos de zonas de altitud media con alta pluviosidad, en áreas con una tasa de evapotranspiración baja, debido al efecto topográfico de las cañadas (Luna *et al.*, 2001).

MÉTODOS

Obtención de datos

Utilizando el software Arc View versión 3.2 (ESRI, 1999), se identificaron en el inventario nacional forestal (INEGI, 2002) mas de 500 polígonos de bosque mesófilo de montaña en México. A cada uno de éstos polígonos se asignó una clave única formada por dos letras para identificarlos individualmente. Posteriormente se les asignó un nombre usando las coordenadas para el centro geométrico de cada polígono en los mapas topográficos 1:250,000 de INEGI (2000) dando prioridad a la cabecera municipal más cercana o la extensión territorial correspondiente al polígono.

Los registros de herpetozoos dentro de cada polígono fueron obtenidos de las bases de datos de CONABIO y la generada por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), que contienen registros georreferenciados por especies (históricas y actuales), los que fueron complementados con literatura reciente. Estos datos fueron añadidos a un sistema de información geográfica junto con los polígonos de bosque mesófilo de montaña. Esta interfaz gráfica permite la consulta cruzada de datos con la que se elaboraron las listas de especies para cada unidad (polígono) de bosque mesófilo de montaña. Las listas de anfibios y reptiles se examinaron, ordenaron y depuraron para corregir nombres científicos siguiendo las actualizaciones nomenclaturales de Amphibian Species of the World 5.3, an Online Reference, Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) y Liner, 2007, eliminando las sinonimias o redundancias.

Procesamiento de datos

La matriz de datos de presencia-ausencia de las especies en cada polígono de bosque mesófilo de montaña fue elaborada con el programa Excel v.9.0.2812 (Microsoft 1999). Esta matriz incluye tanto las localidades con un alto número de especies como las que sólo presentaron un registro. Debido a que en el PAE la baja diversidad, el poco esfuerzo de muestreo y las áreas impactadas no son consideradas por la poca información que proporcionan (Crisci *et al.* 2000), por lo se excluyeron del análisis las localidades con menos de 10 especies registradas. Bajo éste criterio se elaboró una segunda matriz de presencia-ausencia, donde las columnas correspondieron a las unidades de estudio (taxones) y las filas a las especies (caracteres). En la matriz se codificaron las presencias en “1” y las ausencias como “0” (Escalante y Morrone 2003). Los taxones comunes a todas las localidades o presentes en una sola de ellas fueron eliminados del análisis ya que resultan no informativos (Crisci, *et al.*, 2000). Para enraizar el árbol se añadió un polígono hipotético que funcionó como grupo externo, el cual se codificó con “0” (Escalante y Morrone, 2003).

La captura de datos se hizo en el programa Excel v.9.0.2812 (Microsoft 1999) y para la transposición de los datos se usó el programa JMP Versión 5.1 (SAS Institute Inc, 2003) desde donde fue transferida a un archivo de texto, el cual fue guardado en formato Nexus, haciéndola disponible para su procesamiento con el programa WinClada ver. 1.00.08 (Nixon, 2002).

Como medida indirecta de la importancia de la composición de especies del bosque mesófilo de montaña, se realizó una base datos con las especies de anfibios y reptiles registradas. La base de datos contiene los datos de: especie, endemismo de acuerdo a Flores-Villela (1993); si está

incluida dentro de alguna categoría de riesgo NOM-059 SEMARNAT-2001, CITES, UICN y en qué otro tipo de vegetación se les ha registrado (Flores-Villela y Gerez 1994).

Análisis de Parsimonia de Endemismos

El Análisis de Parsimonia de Endemismos es un método utilizado para agrupar áreas o localidades (análogas a taxones) utilizando los taxones que comparten (análogos a caracteres), de acuerdo con la solución más simple. Los cladogramas resultantes de este análisis representan conjuntos de áreas anidadas (Morrone y Crisci, 1995).

Con la finalidad de encontrar los patrones de agrupación de la herpetofauna del bosque mesófilo de montaña, la matriz resultante se corrió utilizando el programa NONA ver 2.0 (Goloboff 1993) con el programa WinClada ver. 1.00.08 (Nixon, 2002). Se utilizó el método de búsqueda heurística con los siguientes parámetros, 50 000 árboles por análisis, 1000 replicas y 20 árboles por repetición.

Se dibujó en un mapa los grupos delimitados en el cladograma, delineando los límites de cada área. El cladograma resultante fue dibujado sobre el mapa de bosques mesófilos en México, para comparar si soporta o refuta la hipótesis postulada por Luna *et al.* (1999; Anexo II), en la que proponen un modelo de eventos vicariantes, para explicar la divergencia secuencial de cinco clados de bosques mesófilos.

RESULTADOS

Se reconocieron 514 polígonos de bosque mesófilo de montaña dentro del territorio nacional, de los cuales 95 contienen un total de 2 441 registros (registro = especie georeferida en la base de datos). Dichos fragmentos albergan un total de 407 especies de las cuales 156 son anfibios agrupados en 11 familias y 36 géneros y 251 reptiles (ver Anexo III y IV). Se eligieron 32 polígonos equivalentes a taxones y 218 especies que corresponde a los caracteres (ver cuadro 1), de los cuales 14 coinciden con alguna de las 24 unidades utilizadas por Luna *et al.* (1999) y Luna y Alcántara (2003) (ver Anexo I).

Aplicando el análisis de Parsimonia de Endemismos

Este análisis se aplicó a partir de una matriz de presencia – ausencia de 218 especies por 32 polígonos de bosque mesófilo de montaña, incluyendo un grupo externo codificado en ceros con la finalidad de enraizar el cladograma. Por medio de una búsqueda heurística se obtuvieron 29 árboles igualmente parsimoniosos, con los que se construyó un cladograma de consenso estricto (figura 2), con una longitud (L) de 610 pasos, un índice de consistencia (Ci) de 0.35, un índice de retención (Ri) de 0.32. Las especies que diagnostican los nodos en el cladograma se enlistan en el Cuadro 2.

Con base en el cladograma obtenido se pueden apreciar que el nodo basal da origen a nueve ramas internas, la primera que agrupa a dos fragmentos como se ve en la figura 2: Gómez Farías (GOMEZFA), Tamaulipas y Picaflores (PISAFLO), Querétaro. La segunda al mesófilo Ocuilán (OCUILAN), fragmento compartido entre los estados de Morelos y México, así como la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (MANANTL) ubicada en los estados de Jalisco y Colima. El tercero

agrupa a los fragmentos de San Jerónimo Coatlán (COATLAN) y la Candelaria Loxica (LOXICHA), al parecer ambos en la parte sur de la Sierra Madre del Sur en el estado de Oaxaca. El cuarto agrupa a Huautla de Jiménez (HUATLA) con un subgrupo de dos fragmentos; Sierra de Juárez (SIERRAJ) y La Chinantla (CHINANT), todos pertenecientes al extremo más sureño de la Sierra Madre Oriental en Oaxaca. El quinto agrupa a tres fragmentos del estado de Guerrero: Puerto General Nicolás Bravo (Filo de Caballos) (FCABALL), Atoyac (ATOYAC) y Parque Ecológico Omiltemi (OMILTEM), pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. El sexto con dos subgrupos principales: uno que agrupa a Heroica Coscomatepec de Bravo (COSCOMA) y Tomatlán (TOMATLA), Veracruz y el segundo que agrupa a Cuetzalán del Progreso (CUETZAL), Puebla; con el subgrupo de Sierra Anover (ANOVER), Chiapas y Volcán de San Martín (SANMART), Veracruz. En el séptimo grupo se observa una politomía entre los fragmentos; Huaytamalco (HUYTAM), Puebla. Teocelo (TEOCELO), Veracruz, Zacualpan (ZACUALP) y Tlalchinol (TLALCHI), ubicados entre los estados Hidalgo y Veracruz y un subgrupo entre La Malinche (MALINCH), Puebla y Tenango de Doria (TENANGO), Hidalgo-Puebla.

El subgrupo ocho con cuatro fragmentos; Tapilula (TAPILUL), Chiapas, Tecama (TECAMA), Veracruz, Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules (MONTESA) y Parque Nacional Lagunas de Monte Bello (MONTEBE), estas dos últimas en el estado de Chiapas, los cuales se relacionan biogeográficamente con el subgrupo nueve integrado a su vez por cuatro subconjuntos que agrupa a cinco fragmentos pertenecientes al estado de Chiapas; Pantehó (PANTELO), Pueblo Nuevo Solistahuacán (SOLISTA), Reserva de la Biosfera la Sepultura (SEPULTU), Unión Juárez (UNIOJU), colindando con Guatemala y la Reserva de la Biosfera El Triunfo (TRIUNFO) los cuales tienen su origen en el nodo 14.

En cuanto a la riqueza de especies el bosque mesófilo de montaña alberga 407 especies registradas con 156 de anfibios y 251 de reptiles (38.6 % y 61.6 % respectivamente) (Anexo III Y IV); de las cuales 190 son endémicas a México que corresponde al 46.7 % del total de registros del BMM; 207 de éstas se registran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2001 (40 amenazadas; 2 protegidas; 165 sujetas a protección especial); 208 se enlistan en la UICN (154 en peligro; 27 vulnerables; 15 críticamente en peligro; 7 casi amenazadas) y solo 3 se enlistan en el CITES.

Cuadro1. Fragmentos utilizados en el análisis.

Estado	Localidad	Clave
Tamaulipas	1. Gómez Farías*	GOMEZFA
Querétaro	2. Pisaflores (cab. Mpal.)*	PISAFLO
Morelos-Edo. México	3. Ocuilán*	OCUILAN
Jalisco-Colima	4. Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*	MANANTL
Veracruz	5. Heróica Coscomatepec de Bravo (cab.Mpal)	COSCOMA
	6. Tomatlán (cab. Mpal.)	TOMATLA
	7. Tecama (cab.Mpal.)	TECAMA
	8. Volcán San Martín*	SANMART
	9. Teocelo (cab. Mpal.)*	TEOCELO
Hidalgo-Veracruz	10. Tlalchinol, + (Huayacocotla + Helechales)*	TLALCHI
	11. Zacualpan (cab.Mpal.)	ZACUALP
Hidalgo-Puebla	12. Tenango de Doria (cab. Mpal)*	TENANGO
	13. La Malinche	MALINCH
Puebla	14. Cuetzalan del Progreso (cab. Mpal.)	CUETZAL
	15. Hueytamalco (cab. Mpal.)	HUEYTAM
Guerrero	16. Puerto General Nicolás Bravo (Filo de Caballos)	FCABALL
	17. Municipio de Atoyac	ATOYAC
	18. Parque Ecológico Omiltemi*	OMILTEM
Oaxaca	19. Sierra de Juárez	SIERRAJ
	20. San Jerónimo Coatlán (cab. Mpal.)*	COATLAN
	21. Candelaria Loxicha (cab.Mpal.)	LOXICHA
	22. La Chinantla (Sierra de Juárez)*	CHINANT
	23. Huautla de Jiménez*	HUAUTLA
Chiapas	24. Tapilula (cab. Mpal.)	TAPILUL
	25. Sierra Anover, Chilón (cab. Mpal.)	ANOVER
	26. Pueblo Nuevo Solistahuacán (cab. Mpal.)	SOLISTA
	27. Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules	MONTESA
	28. Pantelhó (cab. MPLA.)	PANTELO
	29. Parque Nacional Lagunas de Montebello*	MONTEBE
	30. Reserva de la Biosfera La Sepultura	SEPULTU
	31. Reserva de la Biosfera El Triunfo + Reserva. de Nubliselva el Paxtal*	TRIUNFO
Chiapas-Guatemala	32. Unión Juárez (cab. Mpal.)	UNIONJU

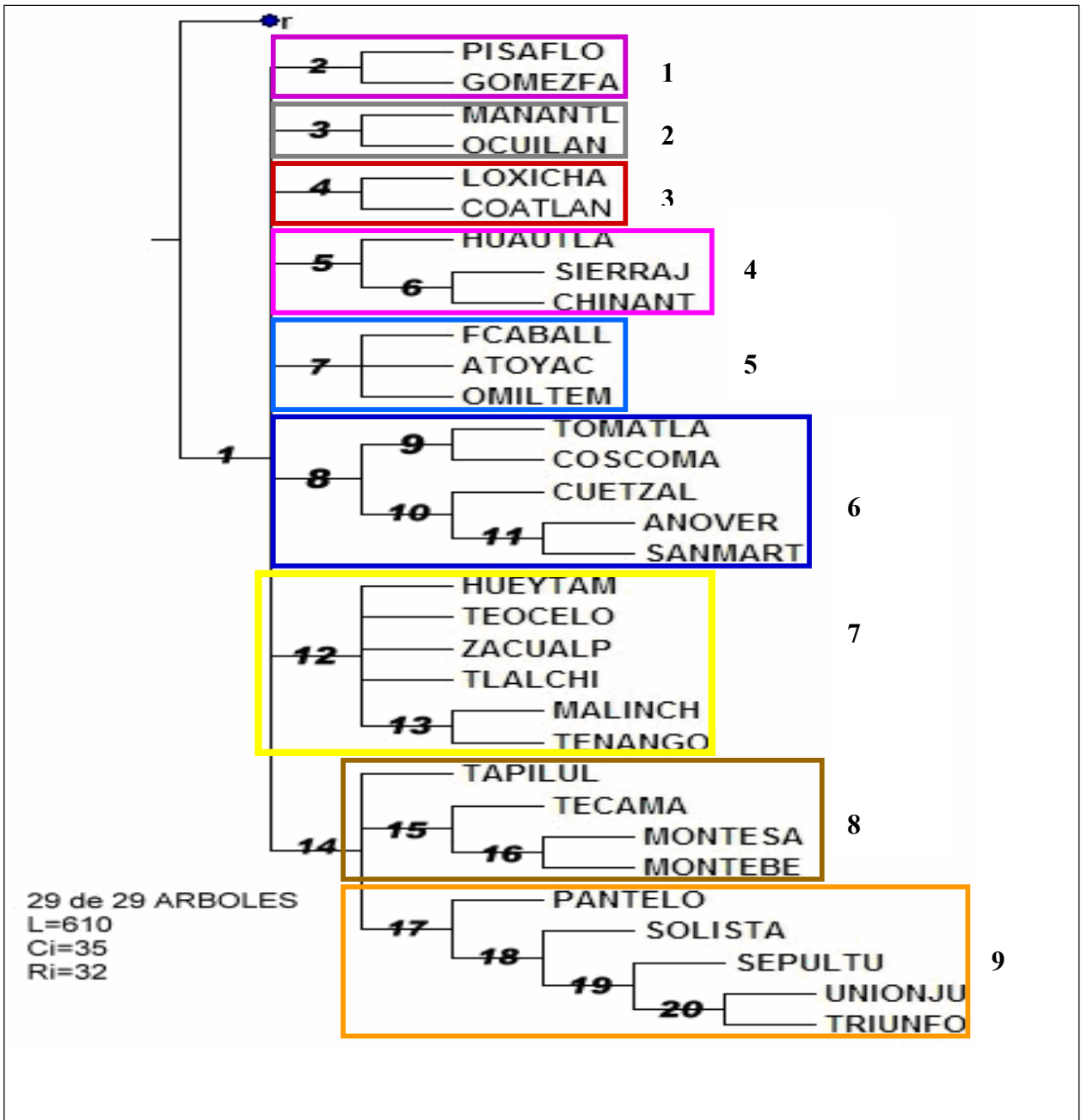


Figura 2. Cladograma de consenso estricto para 32 unidades de bosque mesófilo de montaña mexicano con un grupo externo hipotético para enraizar el árbol.

Cuadro 2 Detalle de las especies que definen los nodos en el cladograma, los números corresponden a los del cladograma de la figura 2.

NODO	GENERO/ESPECIE
1	---
2	----
3	<i>Crotalus triseriatus</i>
4	<i>Bolitoglossa macrini, Geophis sallaei</i>
5	<i>Abronia taeniata, Mesaspis viridiflava, Stenorrhina degenhardti</i>
6	----
7	<i>Abronia deppei, Sceloporus adleri, Eumeces ochoterena</i>
8	----
9	<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>
10	----
11	<i>Geophis carinosus</i>
12	<i>Plestiodon lynxe</i>
13	----
14	----
15	----
16	<i>Sibon dimidiata</i>
17	<i>Mesaspis moreleti, Sceloporus acanthinus, Sceloporus taeniochneis, Thamnophis fulvus</i>
18	<i>Plectrohyla matudai, Ptychohyla euthysanota</i>
19	<i>Plectrohyla sagorum, Bolitoglossa franklini</i>
20	<i>Incilius bocourti, Duellmanohyla schmidtorum, Craugastor greggi, Craugastor matudai, Eleutherodactylus rubrimaculatus, Bolitoglossa flaviventris, Ctenosaura similis, Sceloporus smaragdinus, Anolis dollfusianus, Oxibelis fulgidus, Rhadinaea lachrymans, Bothriechis bicolor, Kinosternon scorpiodes</i>

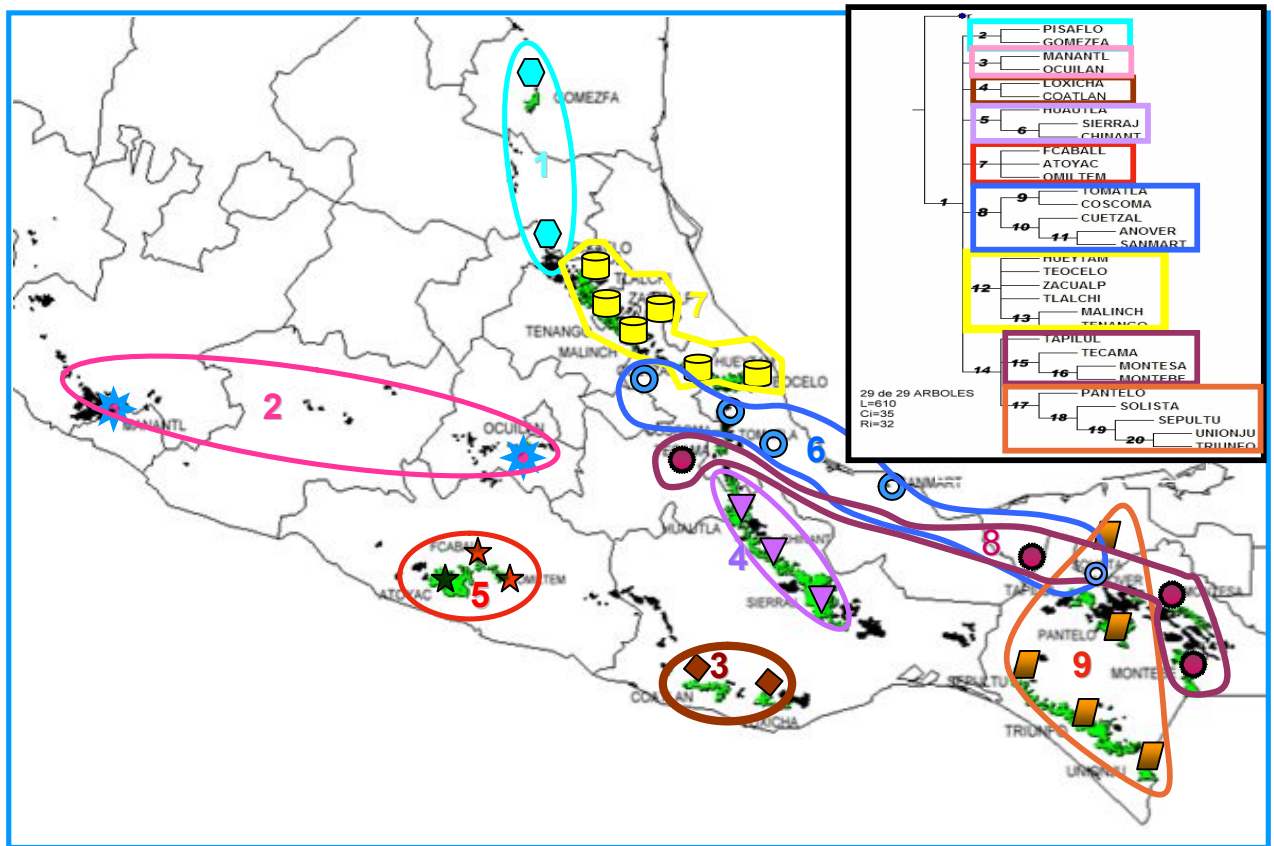


Figura 3. Las localidades dentro de un clado están señaladas con un aro de color. Los aros de diferente tonalidad dentro de un mismo clado dibujado representan ramas separadas dentro de un clado las relaciones entre los diferentes clados no están resueltas, razón por la que no fueron esquematizadas.

DISCUSIÓN

En este trabajo se encontraron nueve grupos que podrían ser considerados como áreas de endemismo de bosque mesófilo para la herpetofauna de México. De éstos todos están constituidos por al menos dos localidades, generalmente cercanas dentro del mismo sistema montañoso. Las excepciones a esta afirmación son: grupo 2 (Manantlán y Ocuilán) ambas en la Franja Volcánica Transmexicana (FVT), pero una en el extremo oeste y la otra en el centro. Aunque algunos autores han reconocido que la FVT no es un área homogénea biogeográficamente (Moore, 1945; Morafka, 1977; Fa, 1989; Flores-Villela, 1991; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2007; Navarro-Sigüenza et al. 2007; Escalante *et al.* 2007); en este trabajo se agrupan estas dos localidades posiblemente debido a la ausencia de más información sobre la herpetofauna en los bosques mesófilos de montaña a lo largo de la FVT.

El grupo 6 tiene cinco localidades, que pertenecen al extremo este del Eje Volcánico Transversal (Tomatlán, Coscomatepec, Veracruz); Cuetzalan al sur de la Sierra Madre Oriental; Volcán de Santa Martín, Veracruz; y Sierra de Anover, Chilón, Chiapas, en el centro de las Montañas del Norte de Chiapas. La distribución de estas localidades es bastante lejana entre ellas, sin embargo Campbell (1984) notó las afinidades de Los Tuxtlas con las tierras altas al este del Istmo de Tehuantepec (Sierra de Anover, en este caso) y con otras tierras altas al suroeste del mismo Istmo; esta relación no aparece en estos resultados. Llama la atención que algunas localidades del extremo este de la FVT aparezcan en este clado, lo cual remarca la heterogeneidad de esta última región.

El grupo 8, que tiene tres localidades, dos situadas en las Montañas del Norte de Chiapas (Montes Azules y Monte Bello) y Tecama, Veracruz, que es parte del extremo este del Eje Volcánico Transversal. Finalmente el grupo nueve, que tiene cinco localidades, todas sobre la Sierra Madre de Chiapas, excepto Pantelhó, que está en el centro de las Montañas del Norte de Chiapas. Queda una sola localidad aislada en la base del nodo 14 (Fig. 2) que es Tapilula, Chiapas sobre las Montañas

del Norte de Chiapas, en la porción oeste. Aunque está en la base del nodo 14, sus relaciones bien podrían estar con el grupo ocho o nueve, por lo que no se discutirá más esta localidad.

Con relación al grupo 8, existe una relación cercana entre Montes Azules y Monte Bello, ambas localidades están en las Montañas del Norte de Chiapas, Johnson (1989) reconoció la herpetofauna de esta zona como un conjunto de distribución discontinua, sin embargo lo agrupa como el grupo discontinuo de tierras altas (Disjunct Hifhland Assemblages). La separación de Montes Azules de Monte Bello, Chiapas; parece ser explicada por la presencia del río Tzaconeja, tributario del Usumacinta que parece funcionar como una barrera geográfica entre estos dos polígonos. La relación de estas dos localidades con Tecama, Veracruz, es extraña y difícil de explicar pues son localidades muy alejadas que básicamente comparten varios géneros.

El grupo 9, engloba localidades que están sobre la Sierra Madre de Chiapas con la excepción de Pantelhó que está en las Montañas del Norte de Chiapas. Por lo menos la Sierra Madre de Chiapas ha sido reconocida como un área de endemismo con dos subregiones, el norte de la Sierra Madre y el Sur de la Sierra Madre (Johnson, 1989). Este último es coherente con los resultados del presente estudio, pues dentro del grupo 9 el nodo 19 agrupa a tres localidades de norte a sur; La Sepultura, El Triunfo y Unión de Juárez. Sin embargo en la base de este nodo y como grupo hermano de las tres áreas mencionadas se encuentra Pantelhó, que está ubicada en las Montañas del Norte de Chiapas, para lo cual no encontramos una explicación coherente, pues el mismo Johnson (1989) comparando la herpetofauna de estas y otras regiones de Chiapas en un análisis fenético encuentra que no tiene relación la Sierra Madre de Chiapas y las Montañas del Norte de Chiapas, pues ambas se encuentra en su fenograma (Fig. 17) separadas en dos diferentes ramas.

Todos los demás grupos del cladograma de la Figura 2 parecen tener sentido geográfico y pertenecen a localidades relativamente cercanas dentro del mismo sistema montañoso.

El grupo 7 que parte del nodo 12, tiene una politomía que agrupa a Tlalchinol, Zacualpan, Hidalgo-Veracruz, Hueytamalco, Puebla, Teocelo, Veracruz. Estas localidades están sobre la Sierra Madre Oriental y son relativamente cercanas y corresponden a lo que Espinosa et al. (2004) llamaron el Carso Huasteco y coinciden también con la zona de endemismo Sur para la herpetofauna de la Sierra Madre Oriental de Canseco-Márquez y Mendoza-Quijano (2004), con la subregión avifaunística del sur propuesta por Navarro et al. (2004) y la región de endemismo para mamíferos de León-Paniagua et al. (2004). Además comprende el nodo 13 que agrupa a Tenango de Doria, Hidalgo con la Malinche, Puebla-Tlaxcala. La primera está dentro de las mencionadas anteriormente y la Malinche en Puebla y Tlaxcala, es una localidad muy cercana geográficamente con las anteriores, aunque se puede considerar que pertenece a la Franja Volcánica Transmexicana. El nodo 8 agrupa a dos subclados; uno que parte del nodo 9 que comprende a Tomatlán y Coscomatlán, Veracruz y el nodo 10 Agrupa a tres áreas Cuetzalan, Puebla, área hermana de los polígonos que se originan del nodo 11; Anover, de la sierra del mismo nombre en Chiapas y el Volcán de San Martín en Veracruz.

El grupo 5 que incluye a los fragmentos: Puerto General Nicolás Bravo (Filo de Caballos), Atoyac y Omiltemi, desde el punto de vista geográfico los tres fragmentos de mesófilo pertenecen a la Provincia Biótica Sierra Madre del Sur, el Polígono Atoyac que se encuentra ubicado en la vertiente de Pacífico, Filo de caballo y Omiltemi están ubicados en la vertiente interna de la Cuenca del Balsas, independientemente que desde el punto de vista geológico tienen un mismo origen las condiciones de diversidad climática para el polígono Atoyac son diferentes respecto de los polígonos Omiltemi y Filo de caballos, por que el primero se ubica en una zona de mayor influencia de las corrientes de vientos húmedos del Pacífico; mientras que los dos últimos presentan condiciones

climáticas de menor humedad debido a que se ubican en la Cuenca del Balsas donde existe una menor humedad (Poner cita de esto que dices). Llama la atención que no parece existir una relación clara entre este grupo y el grupo tres que está ubicado en el mismo sistema montañoso, pero en el estado de Oaxaca.

El grupo 4 que engloba localidades de la Sierra Madre de Oaxaca, tiene coherencia geográfica y además es una región con alto grado de endemismo y riqueza específica (Wake y Lynch, 1976; Casas-Andreu et al. 1996; González-Pérez et al. 2004).

El grupo 3 que une a las localidades de Loxicha y Coatlán, en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca, es coherente geográficamente; sin embargo, cabe notar que al no haber más localidades de bosque mesófilo estudiadas para la Sierra Madre del Sur no se puede decir más sobre las relaciones del grupo tres y el grupo cinco. Aunque es bien conocido que esta región es muy rica en endemismos de anfibios y reptiles (Flores-Villela, 1993a y b).

En la primera agrupación: Gómez Farías, Tamaulipas y Pisaflora [Norte de Querétaro], pertenecientes a la Sierra Madre Oriental (en azul claro en la figura 3) parecen estar aislados del resto de los polígonos en la misma sierra por el río Pánuco, el cual funciona como una barrera geográfica. Esta región es similar a las zonas de riqueza faunística identificadas para el centro de la Sierra Madre Oriental por Canseco-Márquez y Mendoza-Quijano (2004, para herpetofauna), Navarro et al. (2004, para aves) y León-Paniagua et al. (2004, para mamíferos). Corresponde en lo general con la región de la Gran Sierra Plegada de Espinosa et al. (2004).

Comparando estos resultados con los citados por Luna et al. (1999), se puede decir que prácticamente no coinciden, solamente algunos clados, como los pertenecientes a la Sierra Madre Oriental con los polígonos de Gómez Farías (Tamaulipas) Norte de Querétaro (Pisaflora en este trabajo), que son parte del grupo B de Luna et al. (1999) y del grupo 1 de este trabajo. Más al sur de la provincia de la Sierra Madre Oriental y la parte de la provincia de las Serranías Meridionales: en

los polígonos de Tenango de Doria (Hidalgo) y Tlanchinol (Hidalgo), que son parte del grupo E de Luna *et al.* (1999) y del grupo 7 en este trabajo. Por lo demás prácticamente no hay coincidencias entre el agrupamiento de las otras localidades con el trabajo de Luna *et al.* (1999). Además varios de los polígonos usados por Luna *et al.* (1999) no son los mismos que se usaron en esta investigación, este se debe a que los inventarios de los diferentes taxones no se hacen en todas y cada una de las regiones. Además en este trabajo se utilizaron 32 áreas de bosque mesófilo y 24 por los autores mencionados. En el presente trabajo se obtuvo poca resolución en la base del cladograma de la Fig. 2 (consenso de 29 árboles). De los nueve grupos formados tienen bastante cohesión geográfica seis, norte de la Sierra Madre Occidental, grupo 1; sur del mismo sistema montañoso, grupo 7; Faja Volcánica Transmexicana, grupo 2; Sierra Madre del sur de Guerrero, grupo 5; Sierra Madre del sur de Oaxaca, grupo 3; Sierra Norte de Oaxaca, grupo 4. Por otro lado, los grupos 6, 8 y 9 de este trabajo se parecen en distribución al grupo A de Luna *et al.* (1999), parece que al considerar otras áreas del sureste de México se subdivide este grupo que resultó ser el mas grande (en cuanto a número de áreas y cobertura geográfica) en el análisis con plantas vasculares, aunque los grupos 6 y 8 siguen teniendo una amplia área de Este a Oeste.

Es posible que al incrementarse el número de polígonos muestreados y el número de taxones, las áreas de este trabajo y las propuestas por Luna *et al.* (1999), se vieran subdivididas en áreas más pequeñas y mas cercanas geográficamente.

CONCLUSIONES

En relación con los resultados se puede concluir que:

El cladograma nos muestra a los bosques mesófilos mexicanos como un grupo heterogéneo, sin embargo se pueden apreciar cuatro grupos monofileticos señalados con los nodos; tres y cuatro para Oaxaca, nodo seis para Guerrero y nodo 16 para Chiapas, siendo los únicos que quedan sostenidos por homologías.

Los resultados que se presentan también muestran una deficiencia en el esfuerzo de recolecta en muchos de los fragmentos de los bosques mesófilos mexicanos, por lo que el mayor esfuerzo se ve claramente en los fragmentos correspondientes a los estados de Oaxaca, Chiapas y los de la Sierra Madre Oriental.

La hipótesis de que la distribución del bosque mesófilo de montaña en épocas pasadas era más amplia queda sustentada al aplicar el método de parsimonia de endemismos (PAE) a la fauna de anfibios y reptiles, ya que los resultados muestran en algunos clados parecen estar separados en áreas por fenómenos de carácter vicariante.

Los fragmentos que se han aislado han sufrido una evolución vicariante por especiación alopátrida, lo que ha propiciado un marcado endemismo de especies habitantes de este tipo de vegetación. Poner algunos ejemplos de géneros que tienen especies en la mayoría de tus parches.

De acuerdo a los resultados de Luna Vega et al. 1999 en el que postularon que las cinco unidades mayores de bosque mesófilo de montaña probablemente divergieron en forma secuencial

a partir de un bosque continuo como consecuencia de distintos eventos geológicos y climáticos que afectaron estas áreas, estos resultados coinciden en parte con los registrados en este trabajo.

Comparando estos resultados con los registrados por Luna et al. 1999 se puede decir que coinciden parcialmente, algunos clados como los pertenecientes a la Sierra Madre Oriental con los polígonos de Gómez Farías (Tamaulipas) Norte de Querétaro (Pisaflor en este trabajo).

Las cuencas hidrográficas en la mayoría de los casos parecen actuar como barreras geográficas entre los diferentes fragmentos del bosque mesófilo de montaña de México, un ejemplo de esto es; la agrupación de *La Sepultura*, *El Triunfo* y *Unión Juárez* que está bien soportada por dos y 13 sinapomorfías respectivamente que sugieren una secuencia de separación de norte a sur en la que el río Grijalva fue la la barrera principal que separó al grupo.

REFERENCIAS

- Campbell, J. A. 1984. A new species of *Abronia* (Sauria: Anguinae) with comments on the herpetogeography of the highlands of southern Mexico. *Herpetologica*. 40(4):373-381.
- Canseco-Márquez, L., F. Mendoza-Quijano, y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2004. Análisis de la distribución de la herpetofauna. Pp: 417-437. En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa. (Eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. CONABIO-UNAM, México: 527 pp.
- Casas-Andreu, G., F. R. Mendez de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y reptiles de Oaxaca, lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) (69):1-35.
- Crisci, J.V., L. Katinas y P. Posadas. 2000. Introducción a la Teoría de la Biogeografía Histórica. Sociedad Argentina de Botánica. Museo de la Plata. Buenos Aires. Pp. 76-90
- Escalante E. T. y J.J. Morrone. 2003. Para que sirve el Análisis de Parsimonia de Endemismos. En una Perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. J.J. Morrone y J. Llorente B. (Editores) Facultad de Ciencias UNAM. México. Pp. 167-172
- Escalante, T., G. Rodríguez, N. Gámez, L. León-Paniagua, O. Barrera y V. Sánchez-Cordero. 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. Pp: 485-502. En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, UNAM, México:514 pp.
- Espinosa, D., C. Aguilar y S. Ocegueda. 2004. Identidad biogeográfica de la Sierra Madre Oriental y posibles subdivisiones bióticas. Pp:487-500. En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, CONABIO-UNAM, México: 527 pp.
- Espinosa-Organista, D. J.; J. Morrone; C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas, pp. 61-94. En: Llorente, J. González y N. Papavero (eds.)

- Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- ESRI. 1999. Arc View 3.2 GIS. Environmental Systems Research Institute. Inc. New York. EUA.
- Fa, J. E. 1989. Conservation-motivated analysis of mamalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. National Geogrpahic Reserach Reports 5(3):296-316.
- Flores-Villela, O. 1991. Analisis de la distribución de la herpetofauna de México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México: 269 pp.
- Flores Villela, O. 1993a. Herpetofauna of México: Distribution and Endemism Cap. 7:253-280. *in*. Ramamoorthy, T.P., R, Bye, A. Lot and J.Fa. (eds). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Oxford Univ. Press. New York.
- Flores-Villela, O. 1993b. Herpetofauna Mexicana. Carnegie Museum of Natural History. Special Publication. 73 p.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez, 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 20 (2):115-144.
- Flores-Villela, O. y L.Canseco-Márquez. 2007. Riqueza de la herpetofauna. pp:407-420 En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México:514 pp.
- Flores Villela, O. y P. Gerez, .1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. UNAM. México. Pp. 47-49
- Flores-Villela, O. y A. Muñoz. 1993. Anfibios y Reptiles. En Luna, I. y J. Llorente (eds.) Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. México, CONABIO-UNAM. 411-442.

- Goloboff, P.L. 1993. Nona version 2.0. Publicado por el autor.
- González Pérez, G., M- Briones-Salas y A. M. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico del estado. Pp:449-466. En: A. J. García-Mendoza, M. de J. Ordóñez y M. Briones-Salas. Biodiversidad de Oaxaca. UNAM-WWF, México: 605 pp.
- Hernández-Baños, B.A., A.T. Peterson, A.G. Navarro-Sigüenza y P. Esclalante-Pliego. 1995. Bird Faunas of the Humid Montane Forests of Mesoamerica: Biogeographic Patterns and Priorities for Conservation. *Bird Conservation International*. 5: 251-277.
- INEGI, 2000. Cartas Digitales. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI, 2002. Inventario Nacional Forestal. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Johnson, J. D. 1989. A biogeographic analysis of the herpetofauna of Northwestern Nuclear Central America. *Contributions in Biology and Geology, Milwaukee Public Museum* (76):1-66.
- León-Paniagua, L., E. García Trejo, J. Arroyo-Cabrales y S. Castañeda-Rico. 2004. Patrones Biogeográficos de la mastofauna. Pp: 469-486. En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental, CONABIO-UNAM, México: 527 pp.
- Luna, I. y O. Alcántara. 2003. Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE) para Establecer un Modelo de Vicarianza Preliminar del Bosque Mesófilo de Montaña. J. Llorente B. y J.J. Morrone (editores). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Facultad de Ciencias UNAM. Pp. 273-277
- Luna, V. I. O. Alcántara., D. Espinosa O. 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, I. L. Almeida 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: 63-87.
- Luna, I.L. Almeida; L. Villers y L. Lorenzo. 1988. Reconocimiento Florístico y Consideraciones Fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de Teocelo, Veracruz. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 48: 35-63
- Luna, I.; S. Ocegueda Y O. Alcántara. 1994. Florística y Notas Biogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña del Municipio de Tlalchinol, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica, UNAM, México, 65 (1): 31-62
- Luna, I. Velásquez, A. y Velásquez, E. 2001. México. En Bosques Nublados del Neotrópico. M. Kappelle y A.D. Brown (editores). Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica. Pp. 183-229.
- Matuda, E. 1953. Plantas Asiáticas en México. Memorias del Congreso Científico Mexicano. 6, 230-248.
- Microsoft Corporation. 1999. MS Excel version 2000. Troy NY.
- Moore, R. T. 1945. The Transverse Volcanic Biotic province of central Mexico and its relationships to adjacent provinces. Transactions San Diego Society of Natural History, 10(12):217-236.
- Morafka, D. J. 1977. A biogeographic analysis of the Chihuahuan desert through its herpetofauna. Biogeographica, Dr. W. Junk B. V. Publ. The Hague 9:1-313.
- Morrone, J.J. 1994. On the identification of Areas of Endemism. Systematic Biology. 43 (2): 438-441.
- Morrone, J.J. y J. V. Crisci. 1995. Historical Biogeography: Introduction to Methods. Annual Review of Ecology and Systematics. 26: 373-401.

- Navarro S., A. G., H. A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O. R. Rojas-Soto y L. A. Sánchez-González. 2004. Patrones biogeográficos fr la avifauna. Pp: 439-467. . En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental, CONABIO-UNAM, México: 527 pp.
- Navarro-Sigüenza., A. G., A. Lira-Noriega, A. T. Peterson, A. Oliveras de Ita y A. Grodillo-Martínez. 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. Pp: 461-483. En I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México: 514 pp.
- Nixon, K. 2002. WinClada versión 1.00.08.
- Ochoa Ochoa, L. M. y O. Flores Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México: 211 pp.
- NOM-059-SEMARNAT-2001. Norma Oficial mexicana. 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, Miércoles 6 de Marzo del 2002.
- Peterson, A.T. 1991. The Cloud Forest of Mexico: conservation Status and Priorities. Propuesta de un Proyecto de Investigación. Natural History Museum. University of Kansas, Lawrence. Manuscrito no publicado.
- Puig, H. 1976. *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Mision Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. México.
- Rosen, B. R. 1988. From Fossils to Earth History: Applied Historical Biogeography. 237-481. Myers, A. A. y P.S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography*, Chapman and Hall, Londres.

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

SAS Institute Inc. 2003. JMP version 5.1B USA.

Sharp, A.J. 1953. Notes on the Flora of Mexico: World Distribution of the Woody Dicotyledonous Families and the Origin of the Modern Vegetation. *Journal of Ecology*. 41: 374-380.

Sharp, A.J. y Z. Iwatsuki. 1965. A Preliminary Statement Concerning Mosses Common to Japan and Mexico. *Annual Missouri Botanical Garden*. 52: 452-456.

Swofford, D. L. 1999. *PAUP** v. 4.0a. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Wake, D. B. y J. F. Lynch. 1976. The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin* 25:1-65.

Webster, G.L. 1995. The Panorama of the Neotropical Cloud Forests. En S.P.Churchil, H. Balslev; E. Forero Y J.M. Luteyn (Eds) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Cloud Forests*, The New York Botanical Garden, Bronx, 53-77,

Internet

[http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/Amphibian Species of the World 5.3](http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/Amphibian_Species_of_the_World_5.3), an Online Reference

<http://www.conabio.gob.mx>

ANEXO I.

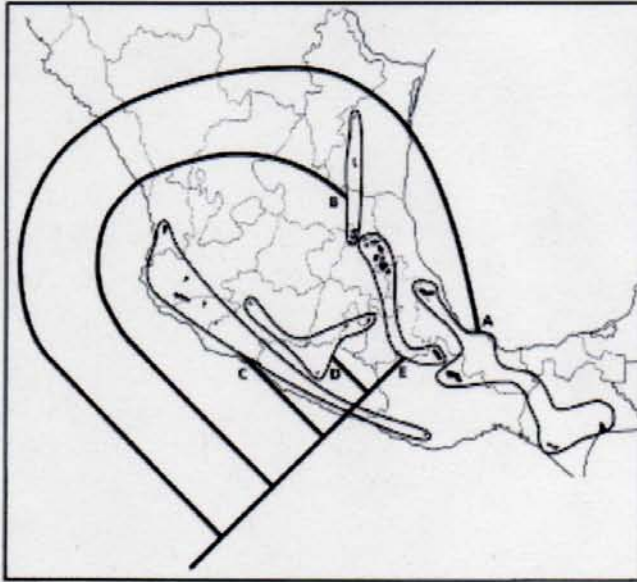
Mapa de los fragmentos de bosque mesófilo utilizados por Luna, *et al.* 1999; Luna y Alcántara, 2003. Las localidades que presentan un asterisco coinciden con las utilizadas en este trabajo. Nota: Norte de Queretaro es llamado Pisaflores en este análisis.



-
- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1.- Tenango de Doria, Hidalgo* | 13.- Sierra de San Carlos, Tamaulipas |
| 2.- Helechales, Veracruz* | 14.- Nueva Galicia, Jalisco, Colima y Michoacán |
| 3.- Tlanchinol, Hidalgo* | 15.- San Jerónimo Coatlán, Oaxaca* |
| 4.- Huayacocotla, Veracruz | 16.- Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima* |
| 5.- Norte de Queretaro* | 17.- Serranía de San Juan, Nayarit |
| 6.- Teocelo, Veracruz* | 18.- Ocuilán, Morelos y México* |
| 7.- Huautla de Jiménez, Oaxaca* | 19.- Iztacihuatl, Distrito Federal y México |
| 8.- Gómez Farías, Tamaulipas* | 20.- Omiltemi, Guerrero* |
| 9.- El Triunfo, Chiapas* | 21.- Molocotlán, Hidalgo |
| 10.- Volcán San Martín, Veracruz* | 22.- Eloxochitlán, Hidalgo |
| 11.- Monte Bello, Chiapas* | 23.- Tlahuelompa, Hidalgo |
| 12.- La Chinantla, Oaxaca* | 24.- Tancitaro, Michoacán |
-

ANEXO II.

Los cinco clados principales encontrados por Luna *et al.* (1999). La Sierra Madre Oriental esta dividida en dos clados (B y E), siendo la barrera que los separa los cañones de la Cuenca del río Panuco. Por otro lado la Provincia de las Serranias Meridionales esta distribuida en cuatro clados diferentes (A, C-E), mostrando que sus diferentes componentes están más cercanamente relacionados a la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur.



Anexo III.

Lista de especies de Anfibios del BMM de México y estado de protección, Sd= sin datos de endemismo; E= Endémica de México; N= No endémica; A= Amenazada; P=Protegida; Pr= Sujeta a Protección Especial (NOM-059-SEMARNAT-2001); CR=Criticamente en riesgo; EN=En peligro; VU= Vulnerable; (UICN); I= Apéndice 1; II=Apéndice 2 (CITES)

CLASE AMPHIBIA
ORDEN CAUDATA
FAMILIA PLETHODONTIDAE

1. *Bolitoglossa engelhardti* N Pr EN
 2. *Bolitoglossa flavimembris* N Pr EN
 3. *Bolitoglossa flaviventris* N - NT
 4. *Bolitoglossa franklini* N Pr EN
 5. *Bolitoglossa hartwegi* N - NT
 6. *Bolitoglossa hermosa* E Pr DD
 7. *Bolitoglossa lincolni* N - NT
 8. *Bolitoglossa macrinii* E Pr VU
 9. *Bolitoglossa mexicana* N Pr
 10. *Bolitoglossa occidentalis* N Pr
 11. *Bolitoglossa platyductyla* E Pr NT
 12. *Bolitoglossa rostrata* N Pr VU
 13. *Bolitoglossa rufescens* N Pr
 14. *Chiropoterotriton arboreus* E Pr DD
 15. *Chiropoterotriton chiropoterus* E Pr DD
 16. *Chiropoterotriton chondrostega* E Pr EN
 17. *Chiropoterotriton dimidiatus* E Pr EN
 18. *Chiropoterotriton magnipes* E Pr CR
 19. *Chiropoterotriton multidentatus* E Pr
 20. *Chiropoterotriton terrestris* ?
 21. *Cryptotriton adelos* ?
 22. *Dendrotriton megarhinus* E Pr VU
 23. *Dendrotriton xoloccalcae* E Pr VU
 24. *Nyctanolis pemix* N Pr EN
 25. *Parvimolge townsendi* E A EN
 26. *Pseudoeurycea altamontana* E Pr EN
 27. *Pseudoeurycea anitae* E A DD
 28. *Pseudoeurycea bellii* E A VU
 29. *Pseudoeurycea brunnata* N Pr EN
 30. *Pseudoeurycea cephalica* E A NT
 31. *Pseudoeurycea juarezi* E A EN
 32. *Pseudoeurycea leprosa* E A VU
 33. *Pseudoeurycea lineola* ? Pr EN
 34. *Pseudoeurycea nigromaculata* E Pr CR
 35. *Pseudoeurycea parva* ? - CR
 36. *Pseudoeurycea rex* N Pr
 37. *Pseudoeurycea scandens* E Pr VU
 38. *Pseudoeurycea tlahuiciloh* ? - DD
 39. *Pseudoeurycea werleri* E - EN
 40. *Thorius macdougalli* E Pr EN
 41. *Thorius omiltemi* ? - EN
 42. *Thorius pennatululus* E Pr
 43. *Thorius pulmonaris* E Pr
- ORDEN GYMNOPHONA**
44. *Dermophis mexicanus* N Pr
 45. *Dermophis oaxacae* E Pr DD
- ORDEN ANURA**
- FAMILIA CRAUGASTORIDAE**
46. *Craugastor alfredi* N - VU
 47. *Craugastor angusti* E Pr VU
 48. *Craugastor berkenbuschi* E Pr NT
 49. *Craugastor decoratus* E Pr VU
 50. *Craugastor greggi* N Pr CR
 51. *Craugastor laticeps* N - NT
 52. *Craugastor lineatus* N Pr CR
 53. *Craugastor loki* ?
 54. *Craugastor matudai* N Pr VU
 55. *Craugastor megalotympanum* E Pr CR
 56. *Craugastor mexicanus* E
 57. *Craugastor pygmaeus* N - VU
 58. *Craugastor rhodopsis* N - VU
 59. *Craugastor rugulosus* N
 60. *Craugastor rupinius* ? -
 61. *Craugastor sartori* E Pr EN
 62. *Craugastor spatulatus* E Pr EN
 63. *Craugastor stuarti* N Pr EN
 64. *Craugastor vocalis* E
- FAMILIA ELEUTHERADACTILIDAE**
65. *Eleutherodactylus cystignathoides* N
 66. *Eleutherodactylus dennisi* E Pr EN
 67. *Eleutherodactylus dilatatus* E - EN
 68. *Eleutherodactylus leprus* N - VU
 69. *Eleutherodactylus longipes* E - VU
 70. *Eleutherodactylus nitidus* E
 71. *Eleutherodactylus omiltemanus* E Pr EN
 72. *Eleutherodactylus pipilans* N
 73. *Eleutherodactylus rubrimaculatus* N - VU
 74. *Eleutherodactylus verrucipes* E Pr VU
- FAMILIA BUFONIDAE**
75. *Rhinella marina* N
 76. *Incilius bocourti* N
 77. *Incilius canalifera* N
 78. *Incilius cavifrons* N Pr EN
 79. *Incilius cristata* E Pr CR
 80. *Incilius macrocristata* ? VU
 81. *Incilius occidentalis* E
 82. *Incilius tacanensis* N - EN
 83. *Incilius tutelaria* ? EN
 84. *Incilius valliceps* N
- FAMILIA CENTROLENIDAE**
85. *Hyalinobatrachium fleischmanni* N
- FAMILIA HYLIDAE**
86. *Agalychnis callidryas* N -
 87. *Agalychnis moreleti* N - CR
 88. *Anotheca spinosa* N - NT
 89. *Charadrahyla chaneque* E A EN
 90. *Charadrahyla taeniopus* E A
 91. *Charadrahyla trux* E A
 92. *Dendropsophus robertmertensi* E
 93. *Duellmanohyla chamulae* ? Pr EN

94. *Duellmanohyla ignicolor* E Pr EN
 95. *Duellmanohyla schmidtorum* E Pr VU
 96. *Ecnomiohyla echinata* E Pr CR
 97. *Ecnomiohyla miotympanum* E - NT
 98. *Ecnomiohyla valancifer* E Pr
 99. *Exerodonta melanomma* E - VU
 100. *Exerodonta sumichrasti* E
 101. *Hyla arenicolor* N
 102. *Hyla euphorbiacea* N - NT
 103. *Hyla eximia* N A
 104. *Hyla plicata* E
 105. *Hyla walkeri* N - VU
 106. *Megastomatohyla mixomaculata* E AEN
 107. *Megastomatohyla nubicola* E A EN
 108. *Pachymedusa dacnicolor* E
 109. *Plectrohyla acanthodes* E Pr EN
 110. *Plectrohyla arborescandens* E Pr EN
 111. *Plectrohyla avia* E Pr EN
 112. *Plectrohyla bistrincta* E Pr
 113. *Plectrohyla calthula* ? Pr EN
 114. *Plectrohyla charadriicola* E - EN
 115. *Plectrohyla cyclada* ? - VU
 116. *Plectrohyla guatemalensis* E - CR
 117. *Plectrohyla hartwegi* N Pr CR
 118. *Plectrohyla hazelae* E - CR
 119. *Plectrohyla ixil* N - DD
 120. *Plectrohyla lacertosa* E Pr EN
 121. *Plectrohyla matudai* N - VU
 122. *Plectrohyla mykter* E A EN
 123. *Plectrohyla pachyderma* E Pr CR
 124. *Plectrohyla pentheter* E - CR
 125. *Plectrohyla robertsorum* N A EN
 126. *Plectrohyla sabrina* E A
 127. *Plectrohyla sagorum* N - EN
 128. *Plectrohyla thorectes* E Pr
 129. *Ptychohyla euthysanota* N A NT
 130. *Ptychohyla leonhardschultzei* E Pr VU
 131. *Scinax staufferi* ?
 132. *Smilisca baudinii* N
 133. *Smilisca cyanosticta* N - NT
 134. *Tlalocohylayla godmani* E Pr V
 135. *Tlalocohyla loquax* N Pr
 136. *Tlalocohyla smithii* E
 137. *Trachycephalus venulosus* N
 138. *Triprion petasatus* N Pr
FAMILIA LEPTODACTYLIDAE
 139. *Leptodactylus fragilis* N
 140. *Leptodactylus melanonotus* N
FAMILIA MICROHYLIDAE
 141. *Gastrophryne olivacea* N Pr
 142. *Gastrophryne usta* N Pr
 143. *Hypopachus barberi* N - VU
 144. *Hypopachus variolosus* N
FAMILIA RANIDAE
 145. *Lithobates berlandieri* N Pr
 146. *Lithobates brownorum* N Pr
 147. *Lithobates forreri* N Pr
 148. *Lithobates maculatus* N
 149. *Lithobates montezumae* E Pr
 150. *Lithobates omiltemanus* E P CR
 151. *Lithobates pustulosus* E Pr
 152. *Lithobates sierramadrensis* E Pr VU
 153. *Lithobates spectabilis* E
 154. *Lithobates vaillanti* N
 155. *Lithobates zweifeli* E
FAMILIA SCAPHIOPODIDAE
 156. *Spea hammondii* N - NT

Anexo IV.

Lista de especies de reptiles de 32 fragmentos del BMM de México y estado de protección. ?= no se tienen datos de endemismo; E= Endémica de México; N= No endémica; A= Amenazada; P= Protegida; Pr= Sujeta a protección Especial (NOM-059-ECOL-2001); CR= Críticamente en riesgo; EN= En peligro; VU=Vulnerable (UICN); I= Apéndice 1; II= Apéndice 2 (CITES)

CLASE REPTILIA

SUBORDEN SAURIA

FAMILIA ANGUIDAE

- 157. *Abronia deppei* E Pr
- 158. *Abronia fuscolabialis* E Pr
- 159. *Abronia graminea* E Pr
- 160. *Abronia martindelcampoi* ?
- 161. *Abronia matudai* N Pr
- 162. *Abronia oaxacae* E Pr
- 163. *Abronia ochoterrenai* E Pr
- 164. *Abronia smithi* ?
- 165. *Abronia taeniata* E Pr
- 166. *Barisia herrerae* ?
- 167. *Barisia imbricata* E Pr
- 168. *Barisia rudicollis* E Pr
- 169. *Diploglossus enneagrammus* E Pr
- 170. *Diploglossus legnotus* ?
- 171. *Gerrhonotus infernalis* ?
- 172. *Gerrhonotus liocephalus* N Pr
- 173. *Gerrhonotus ophiurus* ?
- 174. *Mesaspis gadovii* E Pr
- 175. *Mesaspis juarezi* E Pr
- 176. *Mesaspis moreleti* N Pr
- 177. *Mesaspis viridiflava* E Pr

FAMILIA CORYTOPHANIDAE

- 178. *Basiliscus vittatus* N
- 179. *Corytophanes hernandezii* N Pr
- 180. *Laemanctus longipes* N Pr
- 181. *Laemanctus serratus* N Pr

FAMILIA EUBLEFARIDAE

- 182. *Coleonyx elegans* N A

FAMILIA GEKKONIDAE

- 183. *Gonatodes albogularis* N Pr
- 184. *Hemidactylus frenatus* N
- 185. *Hemidactylus turcicus* N

FAMILIA PHYLLODACTYLIDAE

- 186. *Phyllodactylus lanei* E
- 187. *Phyllodactylus muralis* E Pr

FAMILIA IGUANIDAE

- 188. *Ctenosaura pectinata* E A
- 189. *Ctenosaura similis* N A
- 190. *Iguana iguana* N Pr II

FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE

- 191. *Cophosaurus texanus* N A
- 192. *Phrynosoma orbiculare* E A
- 193. *Sceloporus acanthinus* N
- 194. *Sceloporus adleri* E Pr
- 195. *Sceloporus aeneus* E
- 196. *Sceloporus bicanthalis* E
- 197. *Sceloporus bulleri* E

- 198. *Sceloporus carinatus* N
 - 199. *Sceloporus cryptus* E Pr
 - 200. *Sceloporus formosus* E
 - 201. *Sceloporus grammicus* N Pr
 - 202. *Sceloporus internasalis* E
 - 203. *Sceloporus jalapae* E
 - 204. *Sceloporus jarrovi* N
 - 205. *Sceloporus megalapidurus* E Pr
 - 206. *Sceloporus melanorhinus* N
 - 207. *Sceloporus mucronatus* E
 - 208. *Sceloporus parvus* E
 - 209. *Sceloporus poinsetti* N
 - 210. *Sceloporus salvini* E Pr
 - 211. *Sceloporus scalaris* N
 - 212. *Sceloporus serrifer* N Pr
 - 213. *Sceloporus siniferus* N
 - 214. *Sceloporus smaragdinus* N
 - 215. *Sceloporus spinosus* E
 - 216. *Sceloporus squamosus* N
 - 217. *Sceloporus subpictus* E Pr
 - 218. *Sceloporus taeniocnemis* N
 - 219. *Sceloporus torquatus* E
 - 220. *Sceloporus utiformis* E
 - 221. *Sceloporus variabilis* N
- ##### FAMILIA POLYCHROTIDAE
- 222. *Anolis anisolepis* E Pr
 - 223. *Anolis biporcatus* N Pr
 - 224. *Anolis breedlovei* E
 - 225. *Anolis capito* N
 - 226. *Anolis crassulus* N
 - 227. *Anolis cuprinus* E Pr
 - 228. *Anolis dollfusianus* N
 - 229. *Anolis duellmani* E Pr
 - 230. *Anolis dunni* E Pr
 - 231. *Anolis hobartsmithi* ?
 - 232. *Anolis laeiventris* N
 - 233. *Anolis lemuringus* N
 - 234. *Anolis liogaster* E Pr
 - 235. *Anolis matudai* E Pr
 - 236. *Anolis milleri* E Pr
 - 237. *Anolis naufragus* E Pr
 - 238. *Anolis nebuloides* E
 - 239. *Anolis nebulosus* E
 - 240. *Anolis omiltemanus* E Pr
 - 241. *Anolis petersi* N -
 - 242. *Anolis pygmaeus* E Pr
 - 243. *Anolis quercorum* E
 - 244. *Anolis rodriguezi* N
 - 245. *Anolis schiedei* E Pr
 - 246. *Anolis sericeus* N
 - 247. *Anolis tropidonotus* N

FAMILIA SCINCIDAE

248. *Mabuya unimarginata* N
249. *Pleistodon brevirostris* E
250. *Pleistodon copei* E Pr
251. *Pleistodon lynxe* E Pr
252. *Pleistodon ochoterena* E Pr
253. *Pleistodon parvulus* E
254. *Pleistodon tetragrammus* N
255. *Scincella gemmingeri* E Pr
256. *Scincella silvicola* E Pr
257. *Scincella assatus* N
258. *Scincella cherriei* N

FAMILIA TEIIDAE

259. *Ameiva undulata* N
260. *Aspidoscelis costata* E
261. *Aspidoscelis deppii* N
262. *Aspidoscelis gularis* N
263. *Aspidoscelis guttata* E
264. *Aspidoscelis sacki* E-
265. *Gymnophthalmus speciosus* N Pr
266. *Lepidophyma flavimaculatum* N Pr
267. *Lepidophyma gaigeae* E Pr
268. *Lepidophyma pajapanensis* E Pr
269. *Lepidophyma smithi* N Pr
270. *Lepidophyma sylvaticum* E
271. *Lepidophyma tuxtlae* E Pr

FAMILIA XENOSAURIDAE

272. *Xenosaurus grandis* N Pr
273. *Xenosaurus platyceps* E Pr

SERPENTES**FAMILIA BOIDAE**

274. *Boa constrictor* N A I Y II

FAMILIA COLUBRIDAE

275. *Adelphicos latifasciatum* E Pr
276. *Adelphicos nigrilatum* E Pr
277. *Adelphicos quadrivirgatum* N
278. *Amastridium veliferum* N
279. *Chersodromus liebermani*?
280. *Coniophanes bipunctatus* N
281. *Coniophanes fissidens* N
282. *Coniophanes imperialis* N
283. *Coniophanes quinquevittatus* N
284. *Conopsis vittatus* E
285. *Conopsis biserialis* E A
286. *Conopsis conica* ?
287. *Conopsis lineata* ?
288. *Conopsis megalodon* ?
289. *Conopsis nasus* ?
290. *Cryophis hallbergi* E
291. *Dendrophidion vinitor* N
292. *Dryadophis melanolomus* N
293. *Drymarchon melanurus* N
294. *Drymobius chloroticus* N
295. *Drymobius margaritiferus* N
296. *Ficimia olivacea* E
297. *Ficimia publia* N
298. *Ficimia streckeri* N
299. *Geophis anocularis* E Pr
300. *Geophis bicolor* E Pr
301. *Geophis blanchardi* E Pr

302. *Geophis carinosus* N
303. *Geophis dubius* E Pr
304. *Geophis duellmani* E Pr
305. *Geophis immaculatus* N
306. *Geophis laticinctus* E Pr
307. *Geophis latifrontalis* E Pr
308. *Geophis multitorques* E Pr
309. *Geophis nasalis* N Pr
310. *Geophis nigrocinctus* E Pr
311. *Geophis omiltemanus* E Pr
312. *Geophis sallei* E Pr
313. *Geophis semidoliatus* E
314. *Gyalopion canum* N
315. *Imantodes cenchoa* N Pr
316. *Imantodes gemmistratus* N Pr
317. *Lampropeltis triangulum* N A
318. *Leptodeira annulata* N Pr
319. *Leptodeira frenata* N
320. *Leptodeira maculata* E Pr
321. *Leptodeira nigrofasciata* N
322. *Leptodeira septentrionalis* N
323. *Leptophis diplotropis* E A
324. *Leptophis mexicanus* N A
325. *Leptophis modestus* N Pr
326. *Manolepis putnami* E
327. *Coluber mentovarius* N A
328. *Nerodia rhombifera* N
329. *Ninia diademata* N
330. *Ninia sebae* N
331. *Oxybelis aeneus* N
332. *Oxybelis fulgidus* N
333. *Pituophis depei* E A
334. *Pituophis lineaticollis* N
335. *Pliocercus elapoides* N
336. *Pseudelaphe flavirufa* ?
337. *Pseustes poecilonotus* N
338. *Rhadinaea bogertorum* E Pr
339. *Rhadinaea decorata* N
340. *Rhadinaea fulvivittis* E
341. *Rhadinaea gaigeae* E
342. *Rhadinaea godmani* N
343. *Rhadinaea kanalchutchan* ?
344. *Rhadinaea lachrymans* N
345. *Rhadinaea laureata* E
346. *Rhadinaea macdougalli* E Pr
347. *Rhadinaea marcellae* E Pr
348. *Rhadinaea omiltemana* E Pr
349. *Rhadinaea taeniata* E
350. *Scaphiodontophis annulatus* N
351. *Senticolis triaspis* N
352. *Sibon dimidiata* N
353. *Sibon nebulata* N
354. *Spilotes pullatus* N
355. *Stenorrhina degenhardtii* N
356. *Stenorrhina freminvillei* N
357. *Storeria dekayi* N
358. *Storeria hidalgoensis* N
359. *Storeria storerioides* E
360. *Symphimus leucostomus* E
361. *Thamnophis chrysocephalus* E A
362. *Thamnophis cyrtopsis* N A
363. *Thamnophis eques* N A

364. *Thamnophis fulvus* N
365. *Thamnophis godmani* E A
366. *Thamnophis marcianus* N A
367. *Thamnophis melanogaster* E
368. *Thamnophis mendax* E A
369. *Thamnophis proximus* N A
370. *Thamnophis rufipunctatus* ?
371. *Thamnophis scalaris* E A
372. *Thamnophis sumichrasti* E A
373. *Tantilla deppei* E A
374. *Tantilla rubra* N
375. *Tantilla schistosa* N
376. *Tantilla tayrae* E Pr
377. *Trimorphodon biscutatus* N Pr
378. *Trimorphodon tau* E
379. *Tropidodipsas fischeri* ?
380. *Tropidodipsas sartorii* ?
381. *Xenodon rabdocephalus* N
FAMILIA VIPERIDAE
382. *Atropoides nummifer* N A
383. *Bothriechis aurifer* N
384. *Bothriechis bicolor* N
385. *Bothrops asper* N
386. *Cerrophidion barbouri* E Pr
387. *Cerrophidion godmani* N
388. *Crotalus durissus* N Pr

389. *Crotalus intermedius* E A
390. *Crotalus lepidus* N Pr
391. *Crotalus ravus* E Pr
392. *Crotalus transversus* E P
393. *Crotalus triseriatus* E
394. *Ophryacus undulatus* E Pr
FAMILIA ELAPIDAE
395. *Micrurus browni* N Pr
396. *Micrurus diastema* N Pr
397. *Micrurus elegans* N Pr
398. *Micrurus fulvius* N Pr
399. *Micrurus laticollaris* E Pr
400. *Micrurus limbatus* E Pr
401. *Micrurus nigrocinctus* N Pr
FAMILIA LEPTOTYPHLOPIDAE
402. *Leptotyphlops dulcis* N
403. *Leptotyphlops goudoti* N
FAMILIA UNGALIOPHIIDAE
404. *Exiliboa placata* E Pr II
TESTUDINES
FAMILIA EMYDIDAE
405. *Trachemys scripta* N Pr
FAMILIA KINOSTERNIDAE
406. *Kinosternon leucostomum* N Pr
407. *Kinosternon scorpioides* N Pr

Anexo V. Lista de especies de anfibios y reptiles y matriz de presencia ausencia en los diferentes polígonos de bosque mesófilo de montaña de México (INEGI, 2002). Fuente de información base de datos CONABIO y Ochoa Ochoa (2002). **A.** Gómez Farías, Tamaulipas; **B.** Pisaflores (cab. Mpal.) (Norte de Queretaro); **C.** Tlalchinol, Hidalgo + (Huayacocotla + Helechales), Veracruz; **D.** Zacualpan (cab.Mpal.), Hidalgo-Veracruz; **E.** Tenango de Doria (cab. Mpal), Hidalgo-Puebla; **F.** La Malinche, Puebla; **G.**Cuetzalan del Progreso (cab. Mpal.), Puebla; **H.** Hueytamalco (cab. Mpal.), Puebla; **I.** Teocelo (cab. Mpal.), Veracruz; **J.** Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco,Colima; **K.** Heroica Coscomatepec de Bravo (cab.Mpal), Veracruz; **L.** Tomatlán (cab. Mpal.), Veracruz; **M.** Tecama (cab.Mpal.), Veracruz; **N.** Ocuilán, Morelos y México; **O.** Huautla de Jiménez, Oaxaca; **P.** Volcán San Martín, Veracruz; **Q.** La Chinanatla (Sierra de Juárez), Oaxaca; **R.** Puerto General Nicolás Bravo (Filo de Caballos), Guerrero; **S.** Municipio de Atoyac, Guerrero; **T.** Parque Ecológico Omiltemí, Guerrero; **U.** Sierra de Juárez, Oaxaca; **V.** Tapilula (cab. Mpal.), Chiapas; **W.** Sierra Anover, Chilón (cab. Mpal.), Chiapas; **X.** Pueblo Nuevo Solistahuacán (cab. Mpal.), Chiapas; **Y.** Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules, Chiapas; **Z.** Panteló (cab. Mpal.), Chiapas; **A´.** Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas; **B´.** Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas; **C´.** San Jerónimo Coatlán (cab. Mpal.), Oaxaca; **D´.** Candelaria Loxicha (cab.Mpal.), Oaxaca; **E´.** Reserva de la Biosfera El Triunfo + Reserva de Nubliselva el Paxtal, Chiapas; **F´.** Unión Juárez (cab. Mpal.) Chiapas-Guatemala; **1.** Presencia; **0.** Ausencia; **r.** Grupo externo.

TAXON

	r	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A´	B´	C´	D´	E´					
INCILIUS BOCOURTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
INCILIUS CANALIFERUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
INCILIUS CAVIFRONS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0				
INCILIUS CRISTATUS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
RHRYNELLA MARINA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0				
INCILIUS OCCIDENTALIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
INCILIUS VALLICEPS	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0			
HYALINOBATRACHIUM FLEISCHMANNI	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
AGALYCHNIS MORELETI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1			
ANOTHECA SPINOSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
DUELLMANOHYLA SCHMIDTORUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
HYLA ARENICOLOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PLECTROHYLA BISTINCTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHARADRAHYLA CHANEQUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0		
PLECTROHYLA CHARADRICOLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLECTROHYLA CYCLADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
HYLA EUPHORBIACEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	
HYLA EXIMIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXERODONTA MELANOMMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
ECNOMIOHYLA MIOTYMPANUM	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
MEGASTOMATOHYLA MIXOMACULATA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYLA PPLICATA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLECTROHYLA ROBERTSORUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXERODONTA SUMICHRASTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
CHARADRAHYLA TAENIOPUS	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PACHYMEDUSA DACNICOLOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
PLECTROHYLA ACANTHODES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

