



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS (PAE) DEL
BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE HIDALGO CON BASE
EN LA DISTRIBUCIÓN DE HERPETOZOOS**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
PRESENTA:

MANELICH TAVIRA ESCÁRCEGA

DIRECTOR: DRA. IRENE GOYENECHEA MAYER GOYENECHEA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH

PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología **Manelich Tavira Escárcega**, quien presenta el trabajo recepcional de tesis titulado “**Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) del bosque mesófilo de montaña de Hidalgo con base en la distribución de herpetozoos**”, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE:

M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón

PRIMER
VOCAL:

Dr. Víctor Manuel Bravo Cuevas

SEGUNDO
VOCAL:

M. en C. Manuel González Ledesma

TERCER
VOCAL:

Dr. Juan Márquez Luna

SECRETARIO: Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea

PRIMER
SUPLENTE:

Dr. Aurelio Ramírez Bautista

SEGUNDO
SUPLENTE:

Dr. Arturo Sánchez González

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta cooperación.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”
Mineral de la Reforma, Hidalgo a 03 de Julio de 2016

Biol. Ulises Iturbe Acosta

Coordinador de la Licenciatura en Biología



AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES, **LETICIA ESCÁRCEGA** Y **MANUEL TAVIRA**, POR APOYARME TODO ESTE TIEMPO Y POR AGUANTARME EN TODAS MIS INDISCIPLINAS.

A MIS SINODALES: **DR. JUÁN MÁRQUEZ**, **DR. AURELIO RAMÍREZ**, **DR. MANUEL GONZÁLEZ**, **DR. ARTURO SÁNCHEZ**, **M. EN C. JESÚS CASTILLO**, **DR. VICTOR BRAVO**, POR SUS COMENTARIOS QUE ENRIQUECIERON MI TRABAJO, Y PARTICULARMENTE A MI DIRECTORA **DRA. IRENE GOYENECHEA** POR AGUANTARME TODOS ESTOS AÑOS DESDE LA PRIMERA VEZ QUE ME APARECÍ POR SU LABORATORIO PIDIENDO TRABAJAR CON ELLA, HACE YA CASI OCHO AÑOS, HASTA AHORA QUE FINALIZO UN CICLO ACADÉMICO.

A MI FAMILIA, POR SU APOYO INCONDICIONAL, **MANUEL**, **MAGALY**, **MILTON**, **MALCOM**, **MELINA**, **NALLELI**, **SARAI**, **TERE** Y **NELSON**, RECUERDEN QUE SI SOMOS MUCHOS NO IMPORTA, PORQUE SEREMOS MAS.

A MIS AMIGOS, POSIBLEMENTE NO RECUERDE A TODOS AQUELLOS QUE ME HAN BRINDADO SU AMISTAD, RECUERDEN QUE HE SIDO ERRANTE DESDE MI NIÑEZ, PERO SI OMITO ALGÚN NOMBRE DISCULPEN EL DESCUIDO: **URIEL**, **FAUSTO**, **ROSSANA**, **ADAN**, **DANIEL**, **IRIS**, **LEO**, **ALBERTO** Y EN ESPECIAL A **YAIR**, **HELI**, **JULIO**, **VICTOR**.

DICEN QUE A LO LARGO DE LA VIDA LOS VERDADEROS AMIGOS SE CUENTAN CON LA PALMA DE LA MANO, YO CREO QUE MUCHAS VECES CINCO DEDOS SON POCOS PARA CONSIDERAR A TODOS AQUELLOS QUE NOS ESTIMAN O NOS DAN SU AMISTAD.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME HAN QUERIDO, MÁS ALLA DE LA AMISTAD, **CAROLINA**, **DULCE** Y EN ESTE MOMENTO **LAURA**. PERDONEN SI A VECES SOY DEMASIADO CAVERNÍCOLA, ES EL EFECTO QUE TUVIERON O TIENEN SOBRE MI.

Índice	i
Índice de Figuras y Cuadros	ii
Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Desarrollo Conceptual del Método	4
Caracterización del Bosque Mesófilo de Montaña	11
BMM en Hidalgo	15
Herpetozoos en Hidalgo	16
Justificación	19
Objetivos	21
Método	22
Área de Estudio	22
Análisis de datos	27
Resultados	29
Herpetozoos registrados en BMM	29
Cladogramas y Relaciones entre los Parches	38
Discusión	47
Herpetozoos registrados en BMM	47
Cladogramas y Relaciones entre los Parches	47
Conclusión	51
Literatura Citada	52
Anexo	63

Índice de Figuras y Cuadros

Figuras

- Figura 1. Ubicación de los parches de bosque mesófilo de montaña en Hidalgo usados en este estudio. 24
- Figura 2. Número de registros dentro de Hidalgo para cada familia de herpetozoos dentro de bosque mesófilo de montaña. 33
- Figura 3. Número de especies de herpetozoos registradas para cada parche de bosque mesófilo de montaña usado en este estudio. 37
- Figura 4. Número de especies informativas para este estudio registradas en cada parche de bosque mesófilo de montaña. 37
- Figura 5. Cladograma resultante del análisis, número de pasos= 162; índice de consistencia= 0.45; índice de retención= 0.47 40
- Figura 6. Cladograma resultante del análisis, número de pasos= 162; índice de consistencia= 0.45; índice de retención= 0.47 41
- Figura 7. Cladograma de consenso obtenido partiendo de los dos cladogramas igualmente parsimoniosos, número de pasos= 164; índice de consistencia= 0.44; índice de retención= 0.46 42
- Figura 8. Mapa de áreas anidadas basado en un cladograma resultante del análisis, mostrando las relaciones de los parches. 44
- Figura 9. Mapa de áreas anidadas basado en un cladograma resultante del análisis, mostrando las relaciones de los parches. 45
- Figura 10. Mapa de áreas anidadas creado con base en el cladograma de consenso estricto, mostrando las relaciones de los parches. 46

Cuadros

- Cuadro 1. Lista de registros de herpetozoos por familia para BMM en Hidalgo, y fuentes de donde se obtuvo el registro. 29
- Cuadro 2. Lista de especies de herpetozoos registradas en BMM de Hidalgo que se usaron en este estudio. 34
- Cuadro 3. Matriz de datos usada en este estudio 62

RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es el ecosistema más biodiverso por unidad de área dentro de México, representa el uno por ciento de la superficie total nacional y está amenazado por deforestación y cambio de paisaje. Hidalgo es el tercer estado con mayor superficie de BMM y se encuentra bien muestreado herpetológicamente. Tomando en cuenta la alta dependencia de los herpetozoos a su ambiente, éstos son considerados ideales para estudios de índole biogeográfica. El objetivo de este trabajo es encontrar las relaciones biogeográficas entre los diferentes relictos de BMM en Hidalgo usando herpetozoos dentro de un Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE). La información referente a los registros geográficos de los herpetozoos de Hidalgo se obtuvo de colecciones científicas y de literatura científica. Se realizó el PAE utilizando 73 especies de herpetozoos en los parches de BMM hidalguenses: Tlanchinol, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Molango, Calnali, San Bartolo, Zacualtipán, Eloxochitlán, Tianguistengo, Agua Blanca, Yahualica, Tehuetlán y Zoquizoquipan.

Se obtuvieron dos cladogramas igualmente parsimoniosos a partir de los cuales se generó un cladograma de consenso estricto. El cladograma de consenso se empleó para realizar un mapa de áreas anidadas y proponer una secuencia de separación. El BMM en Hidalgo se encuentra separado en tres áreas que debieron separarse a un mismo tiempo, Tianguistengo y Agua Blanca son una de ellas; Eloxochitlán, Zoquizoquipán y Zacualtipán constituyen otra área; San Bartolo, Calnali, Molango, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol y Tenango de Doria conforman la última área. Se puede inferir un solo evento de fragmentación que dividió a los parches de BMM en el estado de Hidalgo en tres grandes grupos.

INTRODUCCIÓN

La biogeografía es una rama de la ciencia que abarca de diferentes disciplinas; evolución, geología, ecología, estadística, por mencionar algunas (Zunino y Zullini, 2003). En palabras sencillas se puede decir que el principal objetivo de la biogeografía es descubrir el motivo por el cual los organismos están distribuidos de la forma en que lo están actualmente (Ebach *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2005).

De manera general la biogeografía se divide en ecológica e histórica, siendo la principal diferencia entre ambas la escala temporal en que se desarrollan sus estudios. La biogeografía ecológica solo se encarga de procesos recientes o actuales, principalmente de distribuciones individuales y a escala local aunado a esto supone que los principales factores de la distribución operan en el corto plazo y son de naturaleza netamente ecológica. Por su parte la biogeografía histórica estudia los procesos globales a gran escala, agrupa biotas dentro de sus investigaciones y entiende que los procesos que han formado los patrones actuales son debidos a procesos geológicos a largo plazo (Espinosa *et al.*, 2005).

La función de encontrar y analizar los patrones geológicos y de distribución que presentan los seres vivos corresponde a la biogeografía histórica (Espinosa *et al.*, 2005). Cuando una biota se fragmenta por el surgimiento de una barrera geográfica los taxones evolucionan y se expanden hasta donde las barreras naturales se lo permitan. Una vez que una biota ha evolucionado a partir de otra ancestral y se ha expandido, es posible que se forme una nueva barrera geográfica que la fragmente repitiendo el proceso y formando patrones (Morrone y Crisci, 1995).

Ese es el caso del BMM, un ecosistema que actualmente se distribuye de manera similar a un archipiélago. Es un ecosistema relictual que posee una alta biodiversidad, de

hecho se considera el más biodiverso tomando en cuenta su porcentaje de superficie (Rzedowski, 1996).

El BMM del estado de Hidalgo se encuentra bien estudiado biogeográficamente utilizando grupos florísticos (Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Mayorga *et al.*, 1998; Luna *et al.*, 2000; Acosta, 2004), también ha sido incluido en estudios biogeográficos a nivel nacional (Liebherr, 1991; Luna *et al.*, 1999; Luna y Alcántara, 2001, 2002; Ochoa, 2003; Acosta, 2004; Mejia, 2008).

De las 173 especies de reptiles y anfibios registradas para el estado (Ochoa, 2003), 129 se han registrado en BMM lo que representa el 75% del total estatal de herpetozoos. Por decirlo de otra forma en un ecosistema restringido a solo algunos parches dispersos es posible encontrar tres de cada cinco especies de herpetozoos registradas para el estado. Si se considera la poca vagilidad de los mismos, la distribución restringida de la mayoría, su alta dependencia al entorno y su sensibilidad a los factores ambientales, se encuentran los factores idóneos para utilizarlos en estudios biogeográficos como el PAE. Aquí se realizó un PAE para observar las relaciones de los parches de BMM en Hidalgo con base en la herpetofauna registrada, partiendo del resultado se sugiere la secuencia de fragmentación de los mismos.

ANTECEDENTES

DESARROLLO CONCEPTUAL DEL MÉTODO

Se han desarrollado diversos métodos para descubrir los patrones producto de la vicarianza, cada uno de ellos asociado a diferentes corrientes de pensamiento. Según Crisci (2001) hace siete años existían cerca de 26 métodos dentro de la biogeografía histórica que de una u otra forma tenían preceptos vicariancistas. Uno de ellos es el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) propuesto por Rosen (1988). El PAE surge como una alternativa a las técnicas fenéticas en biogeografía, este método clasifica áreas con base en los taxones compartidos, los cuales son análogos a caracteres, de acuerdo a la solución más parsimoniosa (Morrone y Crisci, 1995; Posadas, 1996; Ron, 2000; Cavieres *et al.*, 2001; Aguilar *et al.*, 2003; Ebach *et al.*, 2003; Ochoa, 2003).

Rosen (1988) propone PAE para correlacionar diferentes biotas fósiles alejadas o separadas espacialmente pero cercanas temporalmente. Es una solución al problema de relacionar estratos y horizontes geológicos de interés paleontológico cuando no existe suficiente información geológica.

La base teórica sobre la que descansa el PAE radica en asumir que los sitios que comparten taxa se encuentran más relacionados que aquellos que no lo hacen. Sin embargo, si se considera únicamente esta afirmación tal vez sería más apropiado el uso de técnicas fenéticas. Cracraft (1991) ofrece una interpretación más elaborada del PAE al sugerir que los taxa compartidos son la evidencia de la relación histórica entre las áreas y son consecuencia de no reacción al proceso de especiación vicariante. Según Cracraft (1991), si la expansión biótica es un proceso histórico obligado es de esperar que la distribución de taxa naturales muestre congruencia jerárquica cuando se analiza cladísticamente. En un escenario donde los

cambios geográficos han generado patrones desorganizados en la distribución de las especies, las relaciones filogenéticas reflejan la historia y la secuencia de la vicarianza.

La información de las especies es tomada directamente de los registros geográficos de las mismas y se usa para crear una matriz de presencia y ausencia. Al considerar a las áreas como especies y a las especies como caracteres se pueden utilizar algoritmos cladísticos para relacionar a las áreas de manera similar a como se relacionan las especies dentro de un análisis filogenético. Existen diferentes criterios para delimitar las áreas a utilizar, se pueden usar cuadrantes delimitados por el autor, áreas delimitadas naturalmente como islas o parches de ecosistemas, inclusive se puede utilizar la regionalización política de un país o estado. Una vez definidas las áreas que se utilizarán se denominan unidades geográficas operativas (UGO's), aunque no todos los autores coinciden con esto ya que algunos consideran que las UGO's son delimitaciones utilitarias para el estudio y no siempre áreas delimitadas naturalmente (Espinosa *et al.*, 2005).

Aunque el método se sigue utilizando, la interpretación original no es la que impera actualmente, se suele utilizar este método en biotas actuales con distribuciones disyuntas para encontrar el porqué presentan dicho patrón o para encontrar áreas de endemismo con fines de conservación (Morrone y Crisci, 1992; Luna *et al.*, 2000; Álvarez, 2001; Cavieres *et al.*, 2002; García *et al.*, 2002; García-Trejo y Navarro, 2004; Rovito *et al.*, 2004).

Cardoso Da Silva y Conway Oren (1996) usaron los datos de distribución de 51 especies de primates no homínidos para realizar un PAE entre 14 regiones interfluviales en la zona de influencia del Amazonas, los autores sugieren que todos los análisis de PAE deben ser posteriormente cotejados con resultados obtenidos de métodos cladísticos, sugiriendo que el PAE no es un método cladístico.

Posadas (1996) usó PAE en el archipiélago de Tierra del Fuego con especies de plantas vasculares y encontró coincidencia entre sus resultados y las propuestas anteriores basadas en criterios descriptivos, sugiere el uso de sus resultados para una determinación *a priori* de áreas de conservación; sin embargo, no menciona el uso de ningún otro método para cotejar o corregir posibles errores del PAE.

En 1999 Luna y colaboradores publicaron un estudio donde relacionaron los diferentes parches de BMM en México con un PAE de las especies de plantas vasculares presentes en dicho ecosistema. Como resultado del estudio antes mencionado se agrupan los parches de BMM presentes en Hidalgo con un parche en el norte de Oaxaca, con la excepción del parche Pisaflores al norte del estado en los límites con San Luís Potosí, mismo que se agrupa con parches del norte del país. En ese mismo año Morrone y colaboradores (1999) publicaron una clasificación preliminar de las provincias biogeográficas mexicanas producto de un PAE realizado con taxones de plantas, insectos y aves.

Ron (2000) utilizó PAE para relacionar bosques lluviosos del área de influencia del Amazonas utilizando especies de anfibios y comparando los resultados con análisis cladísticos previos de primates y lagartijas, se consideró que no hubo diferencia entre los resultados obtenidos con el PAE y los patrones previos de la distribución de primates y lagartijas, lo que le otorga más certidumbre al proponer la regionalización de los bosques lluviosos. Cavieres y colaboradores (2001) usaron este método para determinar áreas prioritarias para la conservación en la región de Coquimbo en Chile, para este estudio se utilizaron los datos de flora, se dividió la región en cuadrantes y finalmente se compararon los resultados con las áreas protegidas presentes en la región, en este trabajo se menciona el uso de PAE como una herramienta importante para la designación de áreas de conservación.

En ese mismo año se publicó un trabajo de Luna y colaboradores (2001) en el que relacionan parches neotropicales de BMM con base en un PAE de flora y posteriormente, de acuerdo al cladograma obtenido realizaron trazos mediante el método panbiogeográfico.

Ippi y Flores (2001) realizaron un PAE con tortugas neotropicales abarcando todo el continente americano desde el sur del Río Bravo, dividiendo el mapa en cuadrantes de 10°, eliminando los cuadrantes donde no se presentaban especies. Se usó el PAE solamente como una herramienta para determinar áreas de endemismo y no se profundiza sobre su importancia en biogeografía histórica. Morrone y Márquez (2001) realizaron un PAE de escarabajos para determinar las relaciones de las provincias biogeográficas de México, posteriormente se muestran los resultados como un análisis de trazos, estos están basados en el PAE y los clados se utilizaron para crear los trazos generalizados.

En un estudio realizado en la región Ibero-balear en España García Barros y colaboradores (2002) aplicaron un método derivado del PAE denominado Análisis de parsimonia de endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE por sus siglas en inglés) para agrupar cuadrantes con información de taxones de plantas y animales endémicos, el método consiste en un PAE normal pero se eliminan las especies que definen a los clados de manera progresiva para observar de que manera se comportan los cladogramas de áreas. Cavieres y colaboradores (2002) realizaron un PAE en la región de Antofagasta en Chile especificando el uso del mismo simplemente como una herramienta en la designación de zonas de endemismo y aunque lo reconocen como un método de biogeografía histórica no lo utilizan como tal.

Ochoa (2003) utiliza PAE-PCE junto a un solapamiento de áreas de distribución de las especies con mapas generados por la autora para definir los centros de endemismo de

reptiles y anfibios de México. Dada la magnitud del área de estudio la autora definió cuadrantes de medio grado y un grado como unidades de estudio. El resultado del estudio es la obtención de 63 áreas de endemismo para la retícula de medio grado y 27 para la de un grado. Además al comparar las diferentes retículas algunas áreas de endemismo coinciden, manifestando una historia evolutiva congruente.

García Barros (2003) menciona en un estudio con mariposas en la región paleártica el uso del PAE con tres diferentes interpretaciones 1) Como método geográfico para inferir relaciones históricas de áreas (interpretación dinámica de Rosen); 2) Como método para delimitar las áreas de endemismo (interpretación no mencionada por Rosen); y 3) Como un método de asociación de áreas sin connotaciones históricas (interpretación estática de Rosen). Es notorio el hecho que las interpretaciones varían solo un poco entre ellas; sin embargo, crean una gran diferencia en el resultado final del estudio.

Rovito y colaboradores (2004) utilizaron cuadrantes de medio grado como unidades operativas en un PAE de *Senecio* en Chile, con el fin de ubicar las zonas de endemismo de ese género y así poder contrastar los resultados con las áreas de conservación designadas por el gobierno chileno. En México, García-Trejo y Navarro (2004) realizaron un PAE y un estudio ecológico (análisis de curvas de atenuación) para determinar los patrones de endemismo de la avifauna mexicana en la costa oeste, ellos dividieron la zona oeste en 24 transectos que fueron utilizados como unidades operativas y al final de dicho estudio se proponen tres áreas de endemismo de aves; un dato importante es que en este trabajo se menciona al PAE como un método filogenético.

Pizarro-Araya y Jerez (2004) realizaron un PAE de tenebriónidos del género *Gyriosomus* en Chile. Ellos dividieron el área de estudio en cuadrículas de medio grado de

longitud por un cuarto de grado de latitud, nuevamente la utilización del PAE fue solo como herramienta para encontrar las áreas de endemismo.

Escalante y colaboradores (2005) trabajando con mamíferos mexicanos en el componente de montaña mexicano utilizaron un PAE tomando los datos desde mapas generados por especialistas, una vez obtenido el cladograma más parsimonioso usaron PAE-PCE. Los autores consideran que tanto el PAE como la panbiogeografía forman parte de métodos de homología biogeográfica primaria y es necesario realizar estudios de biogeografía cladística para obtener la homología secundaria; también sugieren optimizar resultados del PAE utilizando modelos de nicho ecológico para proyectar la distribución geográfica antes de introducir los datos a la matriz.

Della Giustina y Barros (2005) usan especies de *Palpibrascus* (Muscidae) de Sudamérica en un estudio integral usando panbiogeografía, PAE y análisis de componentes para ubicar las áreas de endemismo. En este estudio los autores no diferencian entre los resultados de los diferentes métodos y los usan complementándose entre ellos.

El PAE ha sido criticado por algunos autores (Brooks y van Veller, 2003) al ser considerado fenético y numericista. La principal crítica versa sobre la forma de relacionar basándose principalmente en los taxones compartidos, sin considerar otros factores que podrían haber influido. Brooks y van Veller (2003) consideran que el PAE solo obtiene resultados válidos en escenarios donde después de un fenómeno vicariante no hay especiación, ni extinción de especies. Los mismos autores consideran que si únicamente la vicarianza opera en la construcción del patrón de distribución el PAE lo puede encontrar fácilmente. El problema existe cuando un proceso diferente interactúa en la formación del patrón, es entonces que consideran que falla al buscarlo.

Al ser considerado como un método parsimonioso *a priori* elimina información al momento de construir la matriz de datos. El PAE no toma en cuenta distribuciones redundantes ni especies que se ubiquen en una sola localidad ya que se les considera no informativas al momento de relacionar las localidades (Brooks y van Veller, 2003).

Existen autores (Ron, 2000) que consideran que el PAE no es fenético, ya que construye los cladogramas de manera análoga a la sistemática filogenética mediante jerarquías entre las unidades analizadas, y relacionándolas en función de los caracteres (especies) compartidos.

A pesar de las críticas al PAE, es posible encontrar científicos que lo siguen utilizando a pesar de considerarlo fenético (Cardoso Da Silva y Conway Oren, 1995;) otro grupo defiende la validez del PAE dentro de los métodos cladísticos (Ron, 2000; Cavieres *et al.*, 2001;) e incluso algunos lo consideran filogenético (García Trejo y Navarro, 2004).

El PAE permite obtener homologías biogeográficas en aquellos casos donde no existen cladogramas producidos por análisis previos (Luna *et al.*, 2001) y en el caso de haberlos, produce resultados fácilmente comparables con dichos cladogramas.

Los estudios mencionados previamente muestran que a la propuesta original de Rosen (1988) se le ha añadido al PAE una nueva función como herramienta en la designación de áreas para conservación (Morrone y Crisci, 1992; Luna *et al.*, 2000; Álvarez, 2001; Cavieres *et al.*, 2002; García-Barros *et al.*, 2002; García-Trejo y Navarro, 2004; Rovito *et al.*, 2004), basándose en la capacidad del método para designar áreas de endemismo lo cual es coherente con la interpretación añadida por García-Barros (2003), también se le usa para encontrar los trazos generalizados en estudios panbiogeográficos donde el número de trazos o la distribución de los mismos presenta dificultades para hacerlo manualmente (Ippi y Flores,

2001; Mejía, 2008). A pesar de las críticas al método se le sigue considerando válido para realizar estudios de biogeografía histórica, así como muchos autores lo usan complementándolo con algún otro estudio.

Una de las principales propuestas del PAE es decir que el acomodo de las biotas se debe a causas históricas comunes. El PAE permite descubrir los patrones de distribución natural de los organismos utilizados (Ron, 2000; Ochoa, 2003). Basándose en lo anterior los resultados pueden ser presentados en diferentes formas, como un cladograma de áreas (Cardoso y Conway, 1996, Ochoa, 2003), como un mapa de áreas anidadas o dibujando el cladograma directamente sobre el mapa (Luna *et al.*, 2001), esto último se utiliza principalmente cuando se aplica también un análisis de trazos o panbiogeográfico, pero no es exclusivo de ello.

Los trabajos biogeográficos realizados sobre BMM en el país no han dejado de lado al estado de Hidalgo, pues se cuentan varios con diferentes taxa y métodos. Diferentes autores han hecho estudios biogeográficos con este ecosistema en diferentes ocasiones ya sea a nivel local (Luna *et al.*, 1994, 2000; Alcántara y Luna, 1997 Mayorga *et al.*, 1998), nacional (Hernández-Baños *et al.*, 1995; Luna *et al.*, 1999; Luna y Alcántara, 2001; Luna *et al.*, 2001; Alcántara *et al.*, 2002; Acosta 2004; Luna *et al.*, 2004) o internacional (Luna y Alcántara, 2002).

CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

El término es relativamente reciente (Rzedowski 1996), se ha usado en las últimas décadas para nombrar de manera convencional a una serie de ecosistemas de difícil definición. Estos comparten el existir en sitios de clima húmedo y fresco, zonas escarpadas y de difícil acceso, presentarse a manera de franjas estrechas a diferentes intervalos

altitudinales, entre otras características, la más importante de ellas es presentar niebla a la altura de la cobertura vegetal ya sea anual o estacionalmente (Rzedowski, 1996; Aldrich *et al.*, 1997; Alcántara y Luna, 1997; Luna *et al.*, 1999; Alcántara *et al.*, 2002).

El BMM es uno de los ecosistemas más amenazados en todo el mundo, y se cree que su distribución actual es un remanente de una amplia distribución anterior (Hamilton *et al.*, 1993; Rzedowski, 1996; Aldrich *et al.*, 1997). Su calidad de relictos lo hace importante desde los puntos de vista histórico, evolutivo y de biodiversidad. Sobre el tema James Luteyn, un botánico del *New York Botanic Garden*, opina “que cerca del 90% de este bosque ha desaparecido del norte de Los Andes, mientras la atención mundial se enfoca a la selva lluviosa amazónica” (Aldrich *et al.*, 1997), esto ilustra de manera general la forma en que se maneja la atención hacia el BMM.

El BMM es un ecosistema con una gran complejidad y riqueza. Posee elementos de muy distintos orígenes y frecuentemente varía su composición florística en altura, fenología y especies dominantes; esta diversidad es lo que ha provocado confusiones sobre como denominarlo. El *World Conservation Monitoring Centre* (WCMC) reconoce como nombres válidos *Mossy forest*, *elfin forest*, *montane thicket*, *dwarf cloud forest* o *tropical montane cloud forest* en inglés; BMM, selva de neblina, bosque nebuloso o nuboselva en español, todos ellos han sido utilizados en publicaciones científicas (Hamilton *et al.*, 1993). De igual manera, Rzedowski (1996), Alcántara y Luna (1997) mencionan diferentes nombres equivalentes en español como bosque de niebla.

El WCMC con el fin de aclarar la caracterización del BMM realizó en Puerto Rico el *Tropical Montane Cloud Forests Internacional State-of-knowledge Symposium and workshop* en junio de 1993. A raíz de ese simposio se obtuvo una definición de trabajo que se

puede resumir de la siguiente forma:

“El BMM se compone de ecosistemas forestales logística y estructuralmente distintivos. Se encuentra en zonas altitudinales relativamente delgadas caracterizadas por niebla persistente, frecuente o estacional a nivel de la vegetación. La niebla influencia la interacción atmosférica reduciendo la radiación solar y el déficit de vapor, aumentando la humedad del dosel y suprimiendo la evapotranspiración. La captación de agua se incrementa significativamente por su intercepción directa de las nubes por parte del dosel (precipitación horizontal) y el bajo uso de la misma por parte de la vegetación.”

“En comparación con los bosques húmedos tropicales de latitudes más bajas, cuyo dosel muestra menor estatura de los árboles y mayor engrosamiento del tallo, el dosel del BMM muestra troncos y ramas nudosas, coronas densas y compactas y hojas pequeñas, espesas y duras (esclerófilas). El BMM se caracteriza por una alta proporción de biomasa como epífitas (briofitas, líquenes y helechos) y disminución de plantas trepadoras leñosas. Los suelos son húmedos y frecuentemente anegados, con mucha materia orgánica en forma de humus y turba (histosol). La biodiversidad de árboles, herbáceas, arbustos y epífitas suele ser relativamente alta (considerando la pequeña magnitud del área) cuando se compara con la riqueza específica en los bosques lluviosos de tierras más bajas. El endemismo es a menudo muy alto.”

“En el mundo, el BMM se puede encontrar en una amplia gama de regímenes de lluvia estacional y anual (desde 500 a 10000 mm al año). También varía la posición altitudinal de los cinturones de vegetación. En los sistemas montañosos grandes e interiores, el BMM puede encontrarse entre 2000 y 3500msnm, mientras en las montañas isleñas y costeras esta zona puede descender hasta 100m” (Aldrich *et al.*, 1997).

El BMM dentro de México presenta una distribución similar a un archipiélago, distribuyéndose en dos franjas paralelas a las costas mexicanas. Sobre la vertiente del Golfo de México desde el estado de Chiapas hasta el centro de Tamaulipas y del lado del Pacífico se localiza en los estados de Oaxaca y Guerrero. El aislamiento en el que han permanecido los diferentes parches de BMM ha favorecido la especiación de los organismos ahí presentes, originando la alta diversidad de especies y de endemismos presente en él. La cantidad de familias vegetales endémicas presentes sugiere que es un ecosistema muy antiguo en el país. Por decirlo de otra manera el 10% de las especies de plantas vasculares mexicanas se encuentran representadas en aproximadamente el 1% del territorio nacional con BMM (Rzedowski, 1996; Luna *et al.*, 2004).

La diversidad es tal que el conjunto de especies vegetales que habitan un parche o un grupo de parches de BMM varía de manera notable.

El BMM se ubica en zonas escarpadas con pendientes pronunciadas que pueden o no estar resguardadas de la insolación y los vientos, es común que la cubierta de nubes provoque alta humedad y que durante el día la incidencia de radiación solar baje reduciendo el déficit de presión de vapor de agua, la intensidad de la luz y la temperatura (Luna *et al.*, 1994). Sin embargo, es complicado definir este ecosistema sin proporcionar intervalos demasiado amplios para altitud, pendiente, altura de dosel o temperatura.

En México, el BMM se localiza entre los 600 y los 3000 msnm. La temperatura anual promedio va desde los 11.2°C (Zacualtipán, Hidalgo) hasta los 19.8°C (Pluma Hidalgo, Oaxaca) y con precipitaciones anuales promedio de 1075 mm (Eloxochitlán, Hidalgo) hasta 4000 mm (El Triunfo, Chiapas). La altura promedio del dosel es de 30 metros aunque algunos árboles pueden superar los 45 metros. Los géneros considerados diagnósticos para

este ecosistema en México son *Carpinus*, *Cleyera*, *Cyathea*, *Ilex*, *Meliosma*, *Oreopanax*, *Ostrya*, *Perrottetia*, *Podocarpus*, *Rapanea*, *Saurauia*, *Styrax*, *Symplocos*, *Ternstroemia* y *Tilia* (Rzedowski, 1996; Alcántara y Luna, 1997; Alcántara *et al.*, 2002; Luna *et al.*, 1999).

BMM EN HIDALGO

En Hidalgo la temperatura promedio en este ecosistema oscila desde los 11.2°C (Zacualtipán) hasta los 18.9°C (Tlanchinol), la precipitación anual también varía ubicándose entre los 1075 mm (Eloxochitlán) y los 2601 mm (Tlanchinol). Aunque se localizan en condiciones similares puede haber ligeras variaciones en los tipos de clima donde se encuentran, presentándose principalmente en clima templado subhúmedo (C (w²)w(i')gw'') y clima templado húmedo (C (m)w''b(i')g), según Köppen modificado por García (1981). Se localiza principalmente en laderas superiores a los 800 y menores a los 2500 msnm. La mayor presencia de BMM coincide con las áreas más expuestas a la influencia de "Nortes" (masas de aire frío que entran al país en los meses menos cálidos). Los suelos más comunes son feozem, rendzinas y litosoles (Alcántara y Luna, 1997; Alcántara *et al.*, 2002; Luna *et al.*, 1994, 1999, 2000).

En el BMM de Hidalgo el estrato arbóreo alto se encuentra dominado por *Bernardia mexicana*, *Cinnamomum effusum*, *C. pachypodum*, *Dendropanax arboreus*, *Guazuma ulmifolia*, *Liquidambar macrophylla*, *L. styraciflua*, *Quercus glabrescens*, *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Persea liebmanni* y *Trophis racemosa*, alcanzando una altura en dosel de 30 metros en promedio. En el estrato medio son importantes los helechos arbóreos *Cyathea fulva*, *Fuchsia arborescens* y *Symplocos coccinea*, además también encontramos *Annona cherimolla*, *Oreopanax echinops*, *O. capitatus* e *Inga eriocarpa* mientras que en el estrato bajo *Conostegia arborea*, *Senecio arborescens*, *Bernardia interrupta* y *Dicksonia gigantea*.

El estrato arbustivo es altamente diverso predominando las especies *Parathesis leptopa*, *Psychotria cuspidata*, *Moussonia deppeana*, *Miconia oligotricha*, *Palicourea padifolia*, *Piper* spp., *Senecio chapalensis* y *Solanum* spp. Entre las plantas trepadoras encontramos cucurbitáceas como *Cyclanthera langaei* y *Melothria pendula*, además de leguminosas y convolvuláceas, (Alcántara y Luna, 1997; Contreras Medina *et al.*, 2001).

De acuerdo a diferentes autores los principales parches de BMM en Hidalgo se encuentran cercanamente relacionados (Acosta, 2004; Alcántara y Luna, 1997; Álvarez y Morrone, 2004; Escalante *et al.*, 2002; 2005; Liebherr, 1991; Luna *et al.*, 1994; 1999; 2000; Marshall y Liebherr, 2000), y forman parte de un bosque ancestral que se fragmentó (Acosta, 2004; Luna *et al.*, 1999). De acuerdo con otros autores los parches de BMM en Hidalgo se encuentran divididos en dos grupos uno constituido por los parches del Noroeste (Pisaflores, Chapulhuacán) que se relacionan con parches norteños y el segundo por los parches ubicados al Noreste del estado (Tlanchinol, Eloxochitlán, Molocotlán, Tlahuelompa, Tenango de Doria) relacionados con la parte Oeste de Veracruz y Norte de Oaxaca (Luna *et al.*, 1999; 2000). Para Hidalgo existen estudios dentro de BMM con grupos florísticos (Alcántara y Luna, 1997; 2001; Contreras *et al.*, 2001; 2006; Luna *et al.*, 1994; 2000; Mayorga *et al.*, 1998; Ponce-Vargas *et al.*, 2006) y faunísticos (Cervantes *et al.*, 2002; Camarillo y Casas, 1998; Delgado y Márquez; Martínez, 1998; Mendoza, 1990; Mendoza *et al.*, 1990; 2006)

HERPETOZOOS EN HIDALGO

México es un país megadiverso, es el país con mayor biodiversidad de herpetozoos por unidad de área, es decir, posee mas cantidad de especies que cualquier otra área de igual tamaño. Bajo este panorama Hidalgo es uno de los estados con mayor biodiversidad de herpetozoos. Se han registrado dentro de Hidalgo 173 especies de los mismos (Ochoa, 2003);

solo en la parte norte del estado en la región del carsto huasteco perteneciente a la Sierra Madre Oriental Canseco-Márquez y colaboradores (2004) registraron 121 especies.

Con el paso del tiempo los estudios herpetológicos (Mendoza-Quijano, 1990; Mendoza-Quijano *et al.*, 1990; Flores-Villela *et al.*, 1992; Mendoza-Quijano y Smith, 1993; Camarillo y Casas Andréu, 1998, 2001; Pineda y Goyenechea, 2002; Mendoza-Quijano *et al.*, 2003, 2006; Valencia, 2003; Ochoa, 2003; Canseco-Márquez *et al.*, 2004; Hernández, 2006; Huitzil, 2007; Fernández, 2008; Mejía 2008; Ramírez, 2008; Vite, 2008) dentro de Hidalgo han generado abundante información. Es mas factible encontrar registros aislados sobre distribución de herpetozoos en Hidalgo o sobre la descripción de nuevas especies por su parte los estudios de tipo biogeográfico con herpetozoos en Hidalgo hasta hace poco eran aislados. Recientemente se han publicado una serie de estudios que incluyen inventarios municipales hidalguenses (Fernández-Badillo y Ramírez, 2002; Calva y Goyenechea, 2002; Pineda y Goyenechea, 2002; Hernández, 2006; Huitzil, 2007; Fernández, 2008;) y estudios biogeográficos con herpetozoos (Ochoa, 2003; Canseco-Márquez *et al.*, 2004; Mendoza-Quijano *et al.*, 2006; Mejía, 2008) que incluyen directa o indirectamente al estado de Hidalgo.

Los esfuerzos para inventariar la herpetofauna hidalguense hasta la fecha no han concluido y aún es pronto para decir que existe un inventario definitivo para el estado. La intensidad de colecta de herpetozoos en Hidalgo muestra un claro sesgo a los sitios más conocidos o de fácil acceso, existiendo municipios con pocos registros, debido principalmente a este problema y no a un bajo índice de biodiversidad.

Un estudio biogeográfico reciente importante donde se incluye herpetofauna hidalguense es el desarrollado por Ochoa (2003). En su trabajo la autora realiza una PAE en

todo México utilizando cuadrantes de uno y medio grado como unidades geográficas operativas, donde Hidalgo es uno de los estados incluidos.

Posteriormente Canseco-Márquez y colaboradores (2004) analizaron la distribución de la herpetofauna dentro de la Sierra Madre Oriental. Destaca Hidalgo porque dentro de la subprovincia del Carsto huasteco presenta 121 registros de herpetozoos, lo que lleva a considerarlo como el estado más biodiverso en herpetozoos dentro de la Sierra Madre Oriental, de esos 121 registros 83 fueron en BMM.

Mendoza-Quijano y colaboradores (2006) relacionaron cuatro parches de BMM hidalguenses con base en 69 especies de reptiles y anfibios. Usaron el Coeficiente de Similitud Biogeográfica, con el cual obtuvieron dendrogramas para observar el patrón de distribución de Tlanchinol, Tenango de Doria, Molango y Tepehuacán de Guerrero.

Mejía (2008) publicó un trabajo panbiogeográfico con saurios dentro de la Sierra Madre Oriental. Hidalgo aparece en dicho estudio como una de las zonas más importantes por el número y diversidad de especies de saurios presentes, de hecho se considera la parte norte del estado como la más biodiversa dentro de la Sierra Madre Oriental para saurios.

JUSTIFICACIÓN

Los anfibios y reptiles son altamente dependientes de su entorno, además de poseer poca vagilidad, distribuciones reducidas, y, en México se encuentran relativamente bien muestreados, todas esas características los hacen ideales para estudios biogeográficos como el PAE. Existe suficiente información disponible sobre los herpetozoos del estado de Hidalgo para realizar estudios biogeográficos, sin embargo esta se encuentra dispersa y ha sido poco aprovechada (Mendoza Quijano, 1990; Mendoza Quijano *et al.*, 1990; Flores Villela *et al.*, 1992; Mendoza-Quijano y Smith, 1993; Camarillo y Casas Andréu, 1998, 2001; Altamirano *et al.*, 1999; Pineda y Goyenechea, 2002; Calva y Goyenechea, 2002; Fernández-Badillo y Ramírez-Bautista, 2002; Fernández-Badillo y Goyenechea, 2005; Mendoza-Quijano *et al.*, 2003; Ochoa, 2003; Canseco-Márquez *et al.*, 2004, Hernández, 2006; Mendoza-Quijano *et al.*, 2006; Huitzil, 2007; Fernández, 2008; Mejía, 2008; Ramírez, 2008; Valencia, 2003; Vite, 2008).

Hidalgo es uno de los estados con mayor presencia de BMM en México, a pesar de que ha sido estudiado biogeográficamente con plantas vasculares (Luna *et al.*, 1999; 2000) e insectos (Delgado y Márquez, 2006) solo existe un estudio biogeográfico para herpetozoos (Mendoza-Quijano *et al.*, 2006) dentro de este ecosistema en el estado.

El método del PAE no ha sido utilizado dentro del BMM hidalguense usando herpezoos. Se sabe que los actuales parches de BMM son relictos de una distribución más amplia, pero hasta la fecha no existe un estudio cladístico con herpetozoos que describa la secuencia de separación de este ecosistema dentro del estado de Hidalgo.

Este trabajo pretende encontrar el patrón de distribución de los herpetozoos en BMM dentro del estado de Hidalgo y la relación entre los parches de BMM dentro del estado usando

Manelich Tavira Escárcega

el PAE con los registros de herpetozoos, para posteriormente encontrar la secuencia de fragmentación del ecosistema.

OBJETIVOS

Encontrar el patrón general de distribución de los herpetozoos en el Bosque Mesófilo de Montaña del estado de Hidalgo mediante la aplicación de un Análisis de Parsimonia de Endemismos.

OBJETIVOS PARTICULARES

Obtener la lista de especies de herpetozoos registrados que se distribuyen en BMM de Hidalgo.

Realizar un PAE para obtener el patrón de distribución de los herpetozoos en el BMM de Hidalgo.

Obtener la relación entre los parches de BMM en Hidalgo con base en el patrón de distribución de los herpetozoos.

Definir la secuencia de fragmentación del BMM hidalguense.

MÉTODO

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Hidalgo se localiza entre los 19° 36' y 21° 24' de latitud Norte y los 97° 58' y 99° 54' de longitud Oeste, limita al norte con San Luís Potosí, al noreste con Veracruz, al sureste con Puebla, al sur con Tlaxcala y el Estado de México y al Oeste con Querétaro.

De acuerdo a diferentes autores en Hidalgo confluyen diferentes zonas o regiones geográficas (Liebherr, 1991; Hernández *et al.*, 1995; Morrone *et al.*, 1999; Luna *et al.*, 1999; Marshall y Liebherr, 2000; Luna y Alcántara, 2001; Álvarez, 2001; Escalante *et al.*, 2003; Acosta 2004; Canseco-Márquez *et al.*, 2004; Mejía, 2008). Las diferencias que existen entre los trabajos para delimitar las zonas biogeográficas dentro del estado son debidas a los criterios usados por los autores. Dentro de Hidalgo se encuentra el extremo sur de la Sierra Madre Oriental, el extremo este del Eje Volcánico Transversal y la parte oeste de la Llanura Costera del Golfo de México tiene relación con la zona norte del estado de Oaxaca (Luna *et al.*, 2004).

Con 21641 ha, es el tercero con mayor presencia de BMM en México sólo detrás de Chiapas y Oaxaca (Alcántara y Luna, 1997; Luna *et al.*, 2000), asimismo ocupa el lugar doce en diversidad de reptiles y anfibios con 173 especies (Ochoa, 2003).

Hidalgo posee una gran diversidad de ecosistemas, siendo el BMM uno de los más importantes por la cantidad de especies que presenta y que lo ubica como el más diverso por unidad de área dentro del estado.

Para delimitar las unidades geográficas operativas se usaron inicialmente las localidades de Luna y colaboradores (1999) en un estudio realizado con plantas vasculares a nivel nacional. Conforme se fue recopilando la información de los herpetozoos del estado se

encontró que las localidades con información disponible no eran las utilizadas por Luna, en consecuencia fué imposible usarlas. Finalmente se decidió usar los parches de BMM con registros de herpetozoos disponibles.

Los parches de BMM en Hidalgo se encuentran bien localizados, la configuración fisiográfica del estado proporciona límites definidos a los mismos, sin embargo debido a los diferentes criterios para clasificar este ecosistema es que varía la distribución según el autor. Todos los parches utilizados se consideran unidades naturalmente delimitadas. Para este trabajo se prefirió utilizar unidades naturales y no cuadrantes por el hecho de que la configuración geográfica de las localidades es similar a un archipiélago y las vuelve idóneas para estudios vicariancistas.

Los parches de BMM utilizados fueron: Tlanchinol, Tenango de Doria, Tepehuacán, Molango, Calnali, San Bartolo, Zacualtipán, Eloxochitlán, Tianguistengo, Agua Blanca, Yahualica, Tehuetlán y Zoquizoquipan.

A continuación se describen los parches de BMM usados en este trabajo (Figura 1).

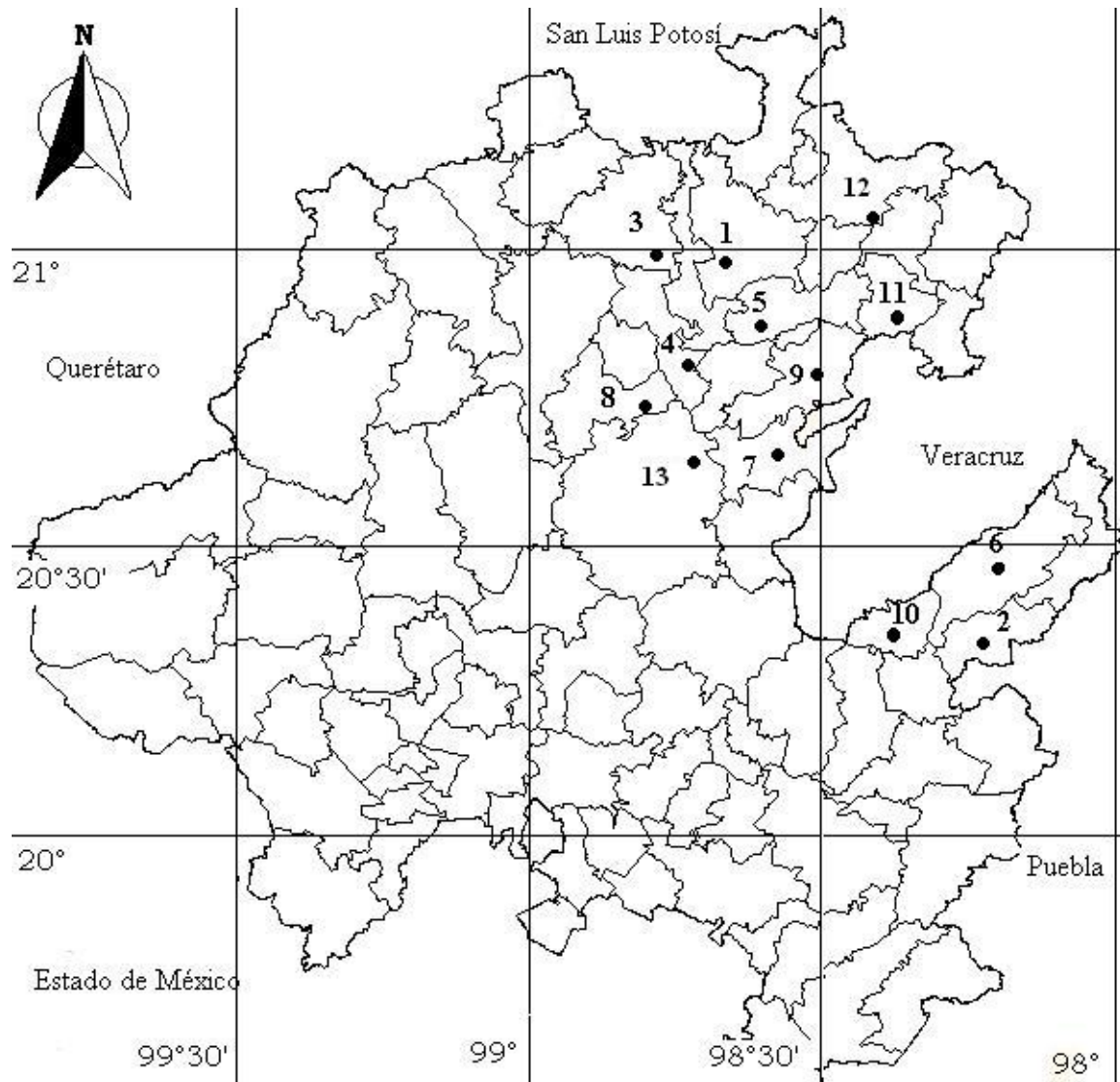


Figura 1. Ubicación de los parches de BMM usados en este estudio: 1 Tlanchinol; 2 Tenango de Doria; 3 Tepehuacán; 4 Molango; 5 Calnali; 6 San Bartolo; 7 Zacualtipán; 8 Eloxochitlán; 9 Tlanguistengo; 10 Agua Blanca; 11 Yahualica; 12 Tehuatlán; 13 Zoquizoquipan.

Tlanchinol se encuentra entre los 20°57' y 21°01' de latitud Norte y los 98°32' y 98°40' de longitud Oeste, el clima presente es ((A)C(fm)w''b(i')g) de acuerdo con Köppen modificado por García (1981), con temperatura media anual de 18.9°C y precipitación media anual de 2601 mm, la altitud varía entre los 900 y los 1800 msnm (Luna *et al.*, 1994).

Tenango de Doria se encuentra entre los 20°19' y 20°21' de latitud Norte y los 98°12' y 98°18' de longitud Oeste, El parche posee clima templado húmedo (C (m)w''b(i')g) de acuerdo a Köppen modificado por García (1981), con una temperatura media anual de 16.7°C y precipitación anual de 1868.6 mm y se desarrolla entre los 1200 msnm y los 2150 msnm (Alcántara y Luna, 1997).

Tepehuacán de Guerrero está ubicado entre los 20°48' de latitud Norte y los 98°47' de longitud Oeste, El parche tiene promedios anuales de 19.5°C en temperatura y 2500 mm de precipitación pluvial, se localiza entre los 800 y 1400 msnm (Mendoza Quijano *et al.*, 2006).

Molango se localiza entre los 20°41' y 20°58' de latitud Norte y los 98°35' y 98°52' de longitud Oeste, presenta clima templado subhúmedo (C(w²)w(i')gw'') según Köppen modificado por García (1981) la temperatura del parche oscila entre los 12°C y 18°C y con mas de 1500 mm de precipitación anual y se localiza entre los 1405 y 2200 msnm (Mendoza Quijano *et al.*, 2006).

Calnali se ubica entre los 20° 53' y 20°51' de latitud Norte y los 98°33' y 98°31' de longitud Oeste, presenta clima del tipo semicálido húmedo (A)C(fm) según Köppen modificado por Garcia (1981) con temperatura promedio anual de 18°C a 22°C se localiza entre los 400 msnm y los 1400 msnm (Conabio, 2005)

San Bartolo Tutotepec se encuentra entre los 20°23' y 20°25' de latitud Norte y los

98°11' y 98°15' de longitud Oeste, posee clima templado húmedo C(m)w''b(i')g) de acuerdo a Köppen modificado por García 1981, con temperatura anual de 12°C a 18°C, en los meses más fríos se han registrado temperaturas de hasta -3°C, y 22°C en el mes más cálido, el intervalo altitudinal va de los 800 msnm a los 2200 msnm (Conabio, 2005).

Zacualtipán está ubicado entre los 20°36' y 20°48' de latitud Norte y los 98°34' y 98°38' de longitud Oeste, las características del parche son las siguientes, clima semifrío húmedo (Ccm(f)(e)gw'') según Köppen modificado por García (1981), con temperatura anual promedio de 11.2°C y precipitación anual de 1948.9 mm (Alcántara y Luna, 2001).

Eloxochitlán está ubicado entre los 20°43' y 20°46' de latitud Norte y los 98°45' y 98°47' de longitud Oeste, el clima preponderante en la zona es templado subhúmedo (C(w²)w(i')gw'') según Köppen modificado por García (1981), con una oscilación anual aproximada de la temperatura entre 5° y 7°C y una media anual de 16.5°C, con precipitación de 1075 mm anuales (Alcántara y Luna, 2001).

Tiangustengo se encuentra entre los 20°43' y los 20°42' de latitud Norte y los 98°35' y los 98°34' de longitud Oeste, presenta clima (A)C(m)f, según Köppen modificado por García (1981), semicalido con temperatura promedio anual de 18°C. (Conabio, 2005)

Agua Blanca se encuentra entre los 20°23' y 20°22' de latitud Norte y 98°24' y 98°25' de longitud Oeste, presenta clima templado húmedo C(m)w''b(i')g) de acuerdo a Köppen modificado por García (1981), con temperatura media anual de 12°C a 18°C, la altitud varia de 1200 msnm a más de 2000 msnm (Conabio, 2005).

Yahualica se localiza entre los 20°59' y los 20°57' de latitud Norte y los 98°20' y los 98°18' de longitud Oeste, presenta temperatura cálido húmeda entre 18°C y 22°C Am(f) según Köppen modificado por Garcia (1981) y se localiza entre los 200 msnm y los 600

msnm (Conabio, 2005).

Tehuatlán se encuentra entre los 21°02' y 21°01' de latitud Norte y los 98°31' y los 98°32' de longitud Oeste, presenta clima del tipo (A)C(m)(f) según Köppen modificado por García (1981), Semicálido húmedo, con temperatura anual promedio de 18°C se ubica entre los 400 msnm y los 1200 msnm (Conabio, 2005).

Zoquizoquipan se localiza entre los 20°39' y los 20°38' de latitud Norte y los 98°42' y los 98°41' de longitud Oeste, presenta clima Templado subhúmedo (C(w²)w(i')gw'') según Köppen modificado por García (1981) con temperatura media anual entre los 12°C y 18°C, aunque puede alcanzar los 21°C en los meses más cálidos y -3°C en los más fríos, se encuentra entre los 1400 msnm y los 1800 msnm (Conabio, 2005).

ANÁLISIS DE DATOS

Se encontraron 555 registros de 129 especies de reptiles y anfibios para los parches de BMM en Hidalgo. La información referente a los registros de herpetofauna en BMM de Hidalgo se obtuvo de las bases de datos de las siguientes colecciones científicas: Colección Herpetológica del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) y Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) del Instituto de Biología ambas pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México; Colección Nacional de Herpetozoarios de la Escuela Nacional de Biología del Instituto Politécnico Nacional, Colección del *Field Museum of Natural History* de Chicago, la Colección de anfibios y la Colección de reptiles del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-UAEH) de la Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y la colección herpetológica del Instituto Tecnológico Agropecuario de Huejutla (ITAH). También se obtuvo información de trabajos previamente publicados (Mendoza Quijano, 1990; Flores Villela *et al.*, 1992;

Mendoza-Quijano y Smith, 1993; Camarillo y Casas-Andréu, 1998, 2001; Cánseco Márquez *et al.*, 2004; Mendoza Quijano *et al.*, 1990, 2003, 2006;).

Los nombres de las especies fueron actualizados (Canseco y Flores Villela, 2004; Frost *et al.*, 2006; Smith 2005) y se discriminaron aquellas con registros únicos o que solo ocurrían en un parche de BMM un total de 55. El número final de especies consideradas informativas para relacionar parches se redujo a 73, presentes en 13 localidades.

Se creó una matriz de presencia y ausencia, en la cual se colocaron en las filas las Unidades Geográficas Operativas (parches de BMM hidalguenses) y en las columnas las especies. Se depuró la matriz eliminando las especies y parches no informativos, dejando aquellas que poseían al menos dos registros. Para enraizar el cladograma se añadió una localidad hipotética codificada con ceros (ver anexo).

La matriz se analizó en el programa Winclada (Nixon, 1999) usando una búsqueda heurística con 1000 repeticiones bajo los parámetros TBR y TBR+.

Se realizó un cladograma de consenso, usando la opción de consenso estricto. Con el cladograma de consenso se creó un mapa de áreas anidadas, dibujándolo directamente sobre el mapa de parches utilizados

RESULTADOS**HERPETOZOOS REGISTRADOS EN BMM**

La lista total de especies registradas en los parches utilizados y la fuente de donde se obtuvo el registro se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1 Lista de especies de herpetozoos registradas dentro de BMM en Hidalgo, por familia. A= Colecciones de reptiles y anfibios del Centro de Investigaciones Biológicas de la Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; B=Museo de Zoología “Alfonso Herrera” de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; C=Colección Nacional de Herpetozoarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional; D=Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; E=*Field Museum of Natural History of Chicago*; F=Colección del Instituto Tecnológico Agropecuario de Hidalgo, Campus Huejutla; G=Canseco *et al.*, 2004; H=Camarillo y Casas , 1998; I=Flores-Villela *et al.*, 1992; J=Mendoza-Quijano *et al.*, 2003; K=Mendoza-Quijano *et al.*, 2006.

Familia	Especie	Fuente
Bufonidae	<i>Chaunus marinus</i>	B,D,E,F,K
Bufonidae	<i>Cranopsis nebulifer</i>	A,B,E,F,G,K
Bufonidae	<i>C. occidentalis</i>	B
Bufonidae	<i>C. valliceps</i>	B
Bufonidae	<i>Ollotis sp.</i>	E,F,K
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	B,E,F,K
Hylidae	<i>H. bistincta</i>	B
Hylidae	<i>H. charadricola</i>	A,B,C,D,F,G,K
Hylidae	<i>H. dendroscarta</i>	B
Hylidae	<i>H. eximia</i>	B,E,F,G,K
Hylidae	<i>H. melanoma</i>	B
Hylidae	<i>H. miotympanum</i>	A,B,F,G,K
Hylidae	<i>H. robertorum</i>	A,B,D
Hylidae	<i>H. taeniopus</i>	B,F,G,H,K
Hylidae	<i>Ptychohyla eutesanota</i>	C
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	B,E,F,G,K
Brachycephalidae	<i>Craugastor berkenbuschi</i>	G
Brachycephalidae	<i>C. cystignatoides</i>	A
Brachycephalidae	<i>C. decoratus</i>	B,E,F,G,,K
Brachycephalidae	<i>C. mexicanus</i>	A,B,D,E,F,G,K
Brachycephalidae	<i>C. pygmaeus</i>	A,E,F,K
Brachycephalidae	<i>C. rhodopis</i>	A,B,C,E,F,G,K
Brachycephalidae	<i>Syrrhophus gutilatus</i>	E,F,K
Brachycephalidae	<i>S. longipes</i>	E,F,K

Brachycephalidae	<i>S. verrucipes</i>	F,G,K
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	E,F,G,K
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	G
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	A,B,D,F,K
Ranidae	<i>L. pipiens</i>	B
Ranidae	<i>L. spectabilis</i>	A,B,C,E,F,G,K
Ranidae	<i>Zweifelia pustulosa</i>	B,G
Pletodontidae	<i>Bolitoglossa platidactyla</i>	B,G
Pletodontidae	<i>Chiropterotriton arboreus</i>	E,F,K
Pletodontidae	<i>C. chondrostega</i>	E,F,K
Pletodontidae	<i>C. dimidiatus</i>	B,G
Pletodontidae	<i>C. multidentatus</i>	B,G
Pletodontidae	<i>C. terrestris</i>	B,E,F,K
Pletodontidae	<i>C. sp.nov</i>	B,G,H
Pletodontidae	<i>C. sp.nov</i>	A,B,E,F,K
Pletodontidae	<i>Pseudoerycea belli</i>	E,F,K
Pletodontidae	<i>P. cephalica</i>	K
Pletodontidae	<i>P. nigromaculata</i>	B,F,G,K
Pletodontidae	<i>P. sp. Nov</i>	A,B,D,E,F,G,K
Pletodontidae	<i>P. sp. Nov</i>	C
Anguidae	<i>Abronia taeniata</i>	A,B,E,F,G,K
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	B
Anguidae	<i>Gerrhonotus infernalis</i>	B,D,E,F,G,K
Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandezii</i>	B,E,F,G,K
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	B
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	C
Phrynosomatidae	<i>S. bicanthalis</i>	B
Phrynosomatidae	<i>S. cyanogenys</i>	F,G,K
Phrynosomatidae	<i>S. grammicus</i>	A,B,F,K
Phrynosomatidae	<i>S. minori</i>	B
Phrynosomatidae	<i>S. mucronatus</i>	B,H
Phrynosomatidae	<i>S. scalaris</i>	B
Phrynosomatidae	<i>S. serrifer</i>	G
Phrynosomatidae	<i>S. spinosus</i>	B
Phrynosomatidae	<i>S. torquatus</i>	B
Phrynosomatidae	<i>S. variabilis</i>	A,B,C,D,E,F,G,K
Phrynosomatidae	<i>S. parvus</i>	B
Polychrotidae	<i>Norops laeiventris</i>	E,F,K
Polychrotidae	<i>N. naufragus</i>	A,B,F,G,K
Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	B,D,E,F,G,K
Scincidae	<i>P. tetragramus</i>	B,G
Scincidae	<i>Scincella gemmingeri</i>	B,F,G,K
Scincidae	<i>S. silvicola</i>	B,E,F,G,K
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	B,F,G,K
Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	B

Teiidae	<i>A. sacki</i>	B
Xantusidae	<i>Lepidophyma flavomaculatum</i>	B
Xantusidae	<i>L. sylvaticum</i>	B,E,F,G,K
Xenosauridae	<i>Xenosaurus grandis</i>	C,D
Xenosauridae	<i>X. sp.</i>	F,K
Boidae	<i>Boa constrictor imperator</i>	B,E,F,K
Colubridae	<i>Adelphicos quadrivirgatus</i>	B,J
Colubridae	<i>Coniophanes fissidens</i>	E,F,G,K
Colubridae	<i>C. Imperialis</i>	A,B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Conopsis lineata</i>	B
Colubridae	<i>Dryadophis punctatus</i>	B
Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	B,E,F,K
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	B
Colubridae	<i>Elaphe faviorufa</i>	B
Colubridae	<i>Ficimia variegata</i>	B
Colubridae	<i>Geophis blancharti</i>	F,K
Colubridae	<i>G. latifrontalis</i>	A,B
Colubridae	<i>G. mutitorques</i>	G
Colubridae	<i>G. semidoliatus</i>	A,B,E,F,G,K
Colubridae	<i>G. sp. Nov</i>	A,B
Colubridae	<i>Imantodes gemmistratus</i>	F,K
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	A,B,D,F,G,K
Colubridae	<i>Leptodeira annulata</i>	B,G
Colubridae	<i>L. maculata</i>	B
Colubridae	<i>L. septentrionalis</i>	A,B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	B
Colubridae	<i>Masticophis taeniatus</i>	B
Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	E,F,K
Colubridae	<i>Nerodia melanogaster</i>	B
Colubridae	<i>Nerodia rhombifer</i>	B
Colubridae	<i>Ninia Diademata</i>	B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Oxibelis aeneus</i>	E,F,K
Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	B,G
Colubridae	<i>Pliocercus bicolor</i>	B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Rhadinaea gaigeae</i>	B,G
Colubridae	<i>R. marcellae</i>	B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Salvadora bairdii</i>	B
Colubridae	<i>Tropidodipsas sartori</i>	B,E,F,K
Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	B,G
Colubridae	<i>Storeira hidalgoensis</i>	B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Storeria dekayi</i>	F,K
Colubridae	<i>Tantilla rubra</i>	E,F,K
Colubridae	<i>T. shawi</i>	G
Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	A,B,E,F,K
Colubridae	<i>T. eques</i>	B

Colubridae	<i>T. proximus</i>	B
Colubridae	<i>T. scalaris</i>	B
Colubridae	<i>T. sumichrasti</i>	B,E,F,G,K
Colubridae	<i>Trymorhodon tau tau</i>	B,G
Elapidae	<i>M. Fulvius</i>	G
Elapidae	<i>Micrurus bernardi</i>	G
Elapidae	<i>Micrurus tener</i>	E,F,K
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops dulcis myopicus</i>	B
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops maximus</i>	B
Viperidae	<i>Atropoides nummifer</i>	B,E,F,K
Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	E
Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	B
Viperidae	<i>C. triseriatus</i>	B
Viperidae	<i>Ophryacus undulatus</i>	A,E,F,G,I,K
Emydidae	<i>Terrapene mexicana</i>	B

Los datos del Museo de Zoología “Alfonso Herrera” muestran solo la ocurrencia de la especie en el parche, no el número de ejemplares recolectados, lo mismo ocurre con los datos de Canseco Márquez y colaboradores (2004), así como Mendoza-Quijano y colaboradores (2006).

La familia con mayor número de registros es Colubridae con 138, cabe destacar que también posee la mayor diversidad de especies. Sin embargo, las especies con mayor número de registros son *Craugastor rhodopis*, *Hyla charadricola* y *Sceloporus variabilis*, con 48, 32 y 30 registros respectivamente. La comparación entre las familias muestra que mientras algunas superan el centenar de registros otras solo presentan registros únicos (figura 2).

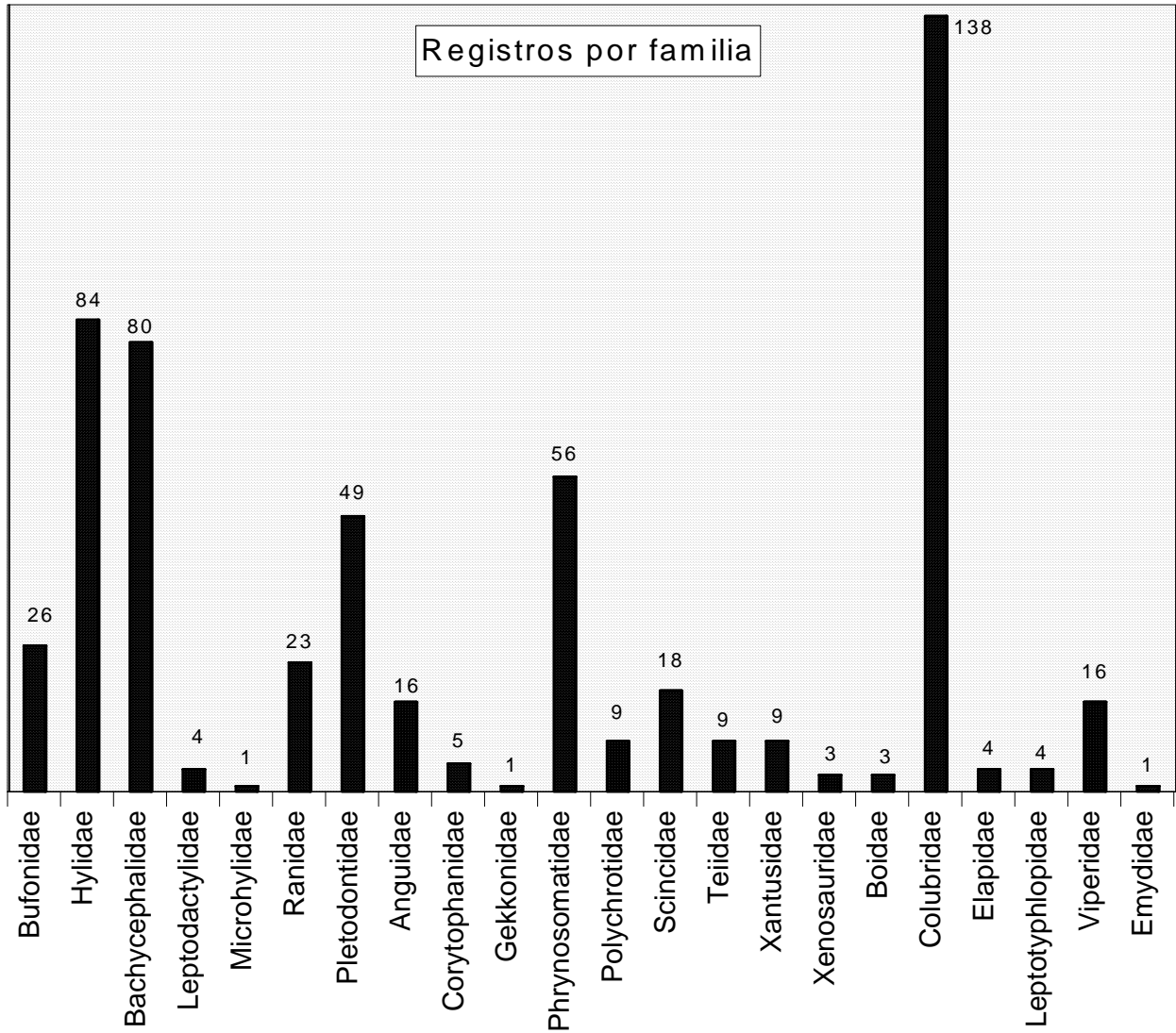


Figura 2. Conteo de registros por familia, la familia con mayor número de registros fue Colubridae, mientras que Microhylidae, Gekkonidae y Emydidae solo presentan un registro.

Los registros encontrados para cada parche difieren mucho en el número de especies, en el cuadro 2 se muestran las especies informativas encontradas dentro de cada uno.

Cuadro 2. Lista de especies registradas en el BMM de Hidalgo que se usaron en este estudio. **Tl**=Tlanchinol, **Td**=Tenango de Doria, **Tg**= Tepehuacán de Guerrero, **Mo**=Molango, **Ca**=Calnali, **Sb**=San Bartolo, **Za**=Zacualtipán, **El**=Eloxochitlán, **Ti**=Tianguistengo, **Ab**=Agua Blanca, **Ya**=Yahualica, **Te**=Tehuacán, **Zo**=Zozocoluquian

	Tl	Td	Tg	Mo	Ca	Sb	Za	El	Ti	Ab	Ya	Te	Zo
Anura													
Brachycephalidae													
<i>Craugastor decoratus</i>		X	X						X		X		
<i>C. rhodopsis</i>	X	X					X						
<i>Syrrhophus gutillatus</i>	X	X	X	X									
<i>S. verrucipes</i>		X	X										
Bufoidea													
Bufonidae													
<i>Chaunus marinus</i>			X	X									
<i>Ollotis nebulifer</i>	X	X		X	X		X				X	X	
<i>Cranopsis valliceps</i>				X	X	X							
Hylidae													
<i>Hyla arenicolor</i>	X	X		X									
<i>H. charadricola</i>	X	X	X	X	X		X						
<i>H. eximia</i>	X	X		X			X						X
<i>H. miotypanum</i>	X	X	X	X	X		X			X			
<i>H. robertorum</i>	X						X						
<i>H. taeniopus</i>	X	X	X	X			X			X			
<i>Smilisca baudinii</i>	X		X	X	X	X						X	
Ranidae													
<i>Zweifelia pustulosa</i>	X									X			
<i>Lithobates berlandieri</i>	X	X											
<i>L. spectabilis</i>	X	X	X										
Caudata													
Pletodontidae													
<i>Chiropterotriton arboreus</i>	X						X		X	X			
<i>C. chondrostega</i>	X						X		X				
<i>C. dimidiatus</i>		X					X						
<i>C. multidentatus</i>							X		X				X
<i>C. terrestris</i>		X					X		X				
<i>Pseudoerycea belli</i>			X	X									
<i>P. cephalica</i>	X	X					X						
Sauria													
Anguidae													
<i>Abronia taeniata</i>	X	X	X				X						

<i>Barisia imbricata</i>	X			X			X	X		X	
<i>Gerrhonotus ophiurus</i>			X				X				X
Corytophanidae											
<i>Corytophanes hernandezii</i>	X		X		X						
Phrynosomatidae											
<i>Sceloporus aeneus</i>	X	X								X	
<i>S. bicanthalis</i>				X			X		X		
<i>S. grammicus</i>	X	X		X					X	X	
<i>S. minor</i>	X						X				X
<i>S. mucronatus</i>							X		X	X	
<i>S. parvus</i>	X						X				X
<i>S. scalaris</i>	X						X	X		X	
<i>S. spinosus</i>	X						X	X			X
<i>S. variabilis</i>	X	X	X	X	X	X	X				X
Polychrotidae											
<i>Norops laeiventris</i>		X					X				
<i>N. naufragus</i>	X	X	X								
Scincidae											
<i>Plestiodon lynxe</i>	X	X					X		X	X	X
<i>Scincella gemmingeri</i>	X	X									
<i>S. silvicola</i>	X		X							X	
Teiidae											
<i>Ameiva undulata</i>	X	X	X		X						
<i>Aspidoscelis gularis</i>							X				X
Xantusidae											
<i>Lepidophyma sylvaticum</i>	X			X			X				
Serpentes											
Boidae											
<i>Boa constrictor</i>	X		X								
Colubridae											
<i>Coniophanes fissidens</i>	X	X							X		
<i>Drymarchon melanurus</i>		X	X								
<i>Drymobius margaritiferus</i>	X				X	X					
<i>Ficimia variegata</i>							X				X
<i>Geophis blancharti</i>	X	X									
<i>G. mutitorques</i>	X	X	X				X				
<i>G. semidoliatus</i>	X	X									
<i>Lampropeltis triangulum</i>	X	X	X	X						X	X
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	X	X	X	X	X		X				X
<i>Leptophis mexicanus</i>	X		X								
<i>Masticophis taeniatus</i>							X	X			X
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	X	X	X								

<i>Nerodia rhombifer</i>	X									X	X		
<i>Ninia diademata</i>	X		X		X	X						X	
<i>Pituophis deppei</i>							X	X				X	
<i>Rhadinaea gaigeae</i>	X						X				X		
<i>Tropidodipsas sartori</i>	X	X	X										
<i>Spilotes pullatus</i>	X										X		
<i>Storeira dekayi</i>	X		X										
<i>S. hidalgoensis</i>	X				X		X						
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>				X			X					X	
<i>T. proximus</i>	X	X											
<i>T. sumichrasti</i>	X			X			X		X				
Leptotyphlopidae													
<i>Leptotyphlops maximus</i>	X										X		
Viperidae													
<i>Atropoides nummifer</i>	X		X										
<i>Bothrops asper</i>	X		X										
<i>Crotalus scutulatus</i>	X						X						
Totales	55	34	29	20	12	7	35	5	9	12	5	6	16

El parche con mayor cantidad de registros informativos fue Tlanchinol (55), seguido de Zacualtipán (35), Tenango de Doria (34), Tepehuacán de Guerrero (29), Molango (20), Zoquizoquipan (16), Agua Blanca y Calnali (12), Tianguistengo (9), San Bartolo (7), Tehuetlán (6), y finalmente Eloxochitlán y Yahualica (5) (Ver Figura 2). Los valores para cada grupo de reptiles y anfibios se muestran en la figura 3.

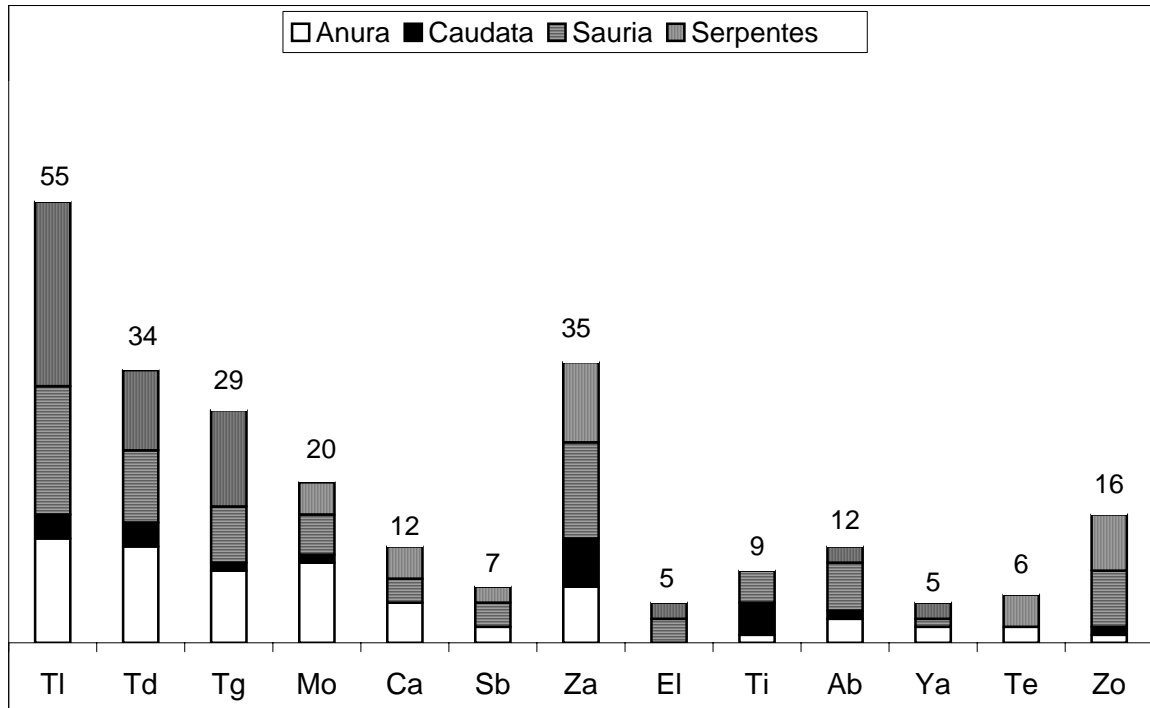


Figura 3. Número de especies registradas por parche usadas en este estudio: **TI** Tlanchinol; **Td** Tenango de Doria; **Tg** Tepehuacán de Guerrero; **Mo** Molango; **Ca** Calnali; **Sb** San Bartolo; **Za** Zacualtipan; **El** Eloxochitlán; **Ti** Tianguistengo; **Ab** Agua Blanca; **Ya** Yahualica; **Te** Tehuetlán; **Zo** Zoquizoquipan.

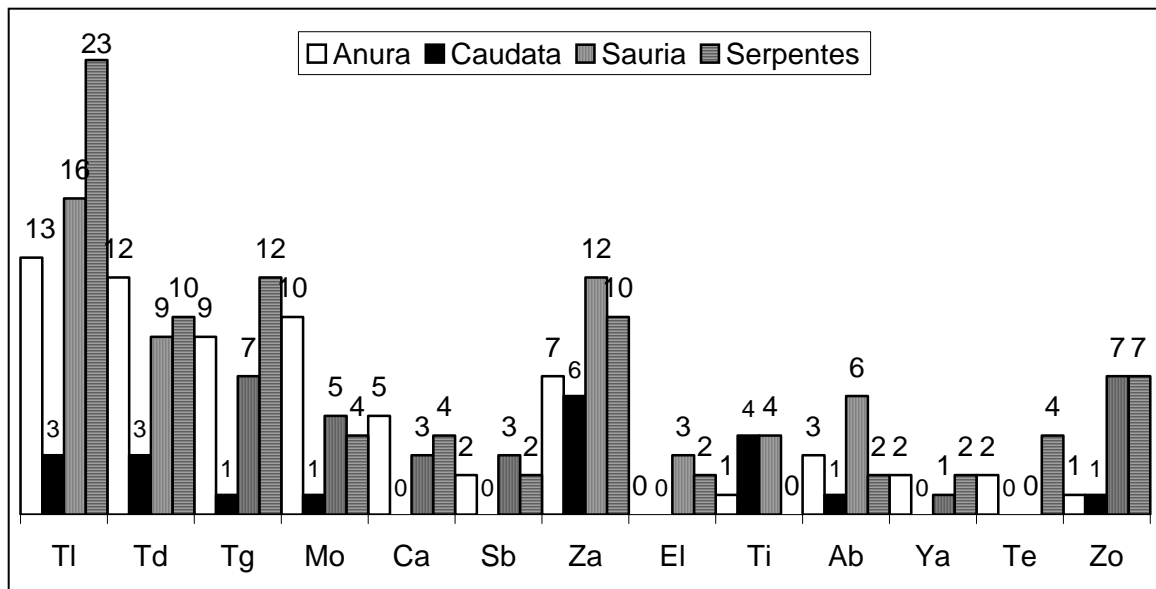


Figura 4. Número de especies por grupo registradas usadas en cada parche de BMM usado.

CLADOGRAMAS Y RELACIONES ENTRE LOS PARCHES

Se obtuvieron 2 cladogramas igualmente parsimoniosos con los siguientes valores Número de pasos: 162; Índice de consistencia: 0.45, Índice de retención: 0.47 (figuras 5 y 6).

En ninguno de los dos cladogramas existen politomías, ambos se observan totalmente resueltos. En ambos cladogramas Tlanchinol aparece como área hermana de Tenango de Doria, el clado se soporta por 10 especies (2, **16**, 24, 29, 40, **41**, 47, **51**, **53**, **68**). Ambos parches son en los dos cladogramas el grupo hermano de Tepehuacán de Guerrero soportado por 7 especies (7, **17**, 25, **39**, 52, **58**, **63**). Otro parche que tampoco cambia en los dos cladogramas es Molango que en los dos se observa como grupo hermano del clado (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria)) esta rama se soporta en los dos cladogramas por 3 especies (**3**, 13, 54). Calnali tampoco cambia su posición en los dos cladogramas como siendo grupo hermano de (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria))), lo que si cambia es que en uno se soporta por tres (9, 11, 55) y en otro por cuatro (6, 9, 11, 55) especies. San Bartolo es el grupo hermano del clado (Calnali (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria)))) en ambos cladogramas aparece con tres especies, pero difieren de forma tal que solo dos de ellas (**7**, 60) aparecen soportando la rama en ambos.

Zoquizoquipan y Zacualtipán aparecen como áreas hermanas en ambos cladogramas, el clado se soporta por 10 y 11 especies (10, 21, 27, 33, 34, 40, **44**, **50**, 55, 67). Ambos parches forman el grupo hermano de Eloxochitlán y el clado se soporta en ambos cladogramas por 3 especies (36, **57**, **61**).

Otro clado que no cambia en ambos cladogramas es el que une a Tianguistengo y Agua Blanca con 4 especies (18, 31, 33, 40).

Las diferencias entre los dos cladogramas se centran en los parches Tehuetlán y

Yahualica. En el primer cladograma se observa que forman un grupo soportado por dos especies (6, 59). En el segundo cladograma aparece Tehuetlán como área hermana del clado (San Bartolo (Calnali (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, tenango de Doria)))) soportado por una especie, y Yahualica a su vez como grupo hermano del clado (Tehuetlán (San bartolo (Calnali (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria)))) soportado también por una especie.

El cladograma de consenso (figura 7) tiene 164 pasos, índice de consistencia de 0.44 e índice de retención de 0.46. En el cladograma de consenso obtenido a partir de los dos anteriores Tehuetlán y Yauhualica colapsan y se observa una politomia basal con cinco diferentes clados: 1 Tehuetlán; 2 Yahualica; 3 (Tianguistengo, Agua Blanca); 4 (Eloxochitlán (Zacuallipán, Zoquizoquipan)); 5 (San Bartolo (Calnali (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria)))).

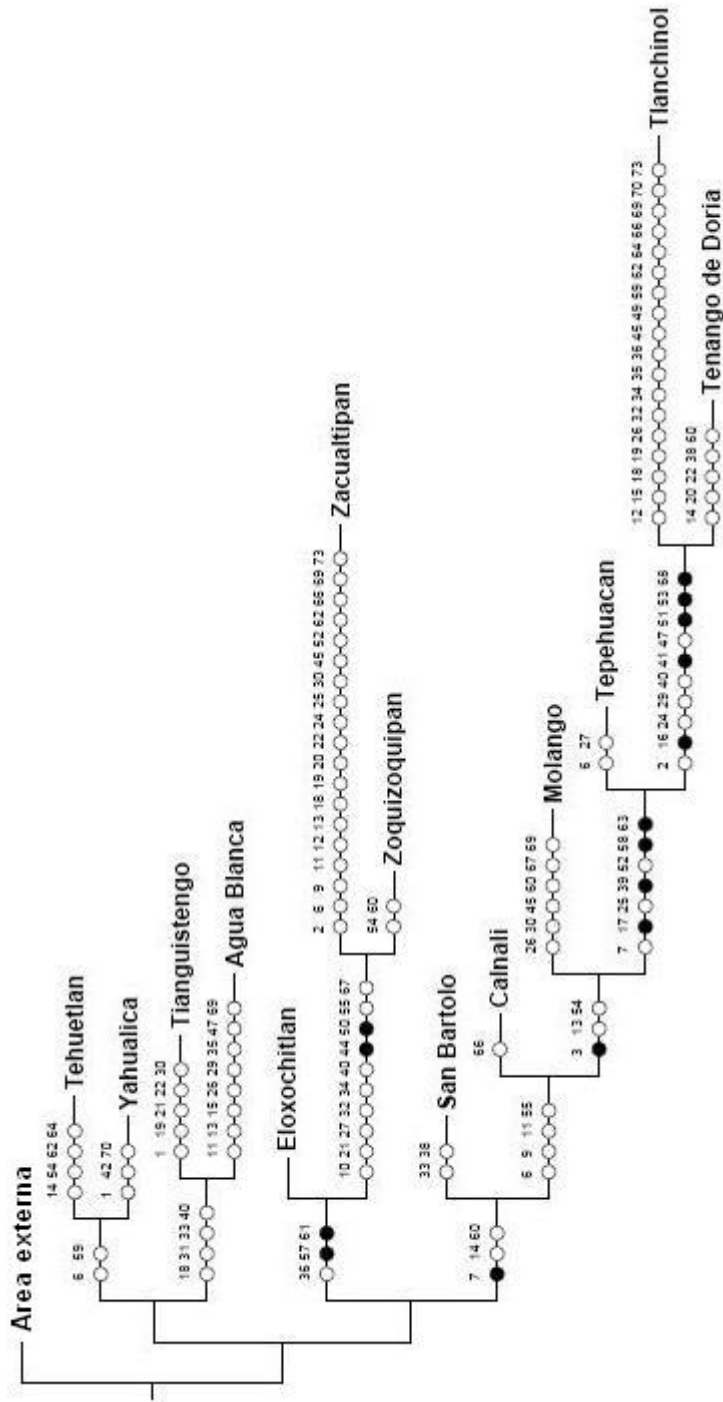


Figura 5 Cladograma resultante del análisis, número de pasos 162, índice de consistencia, 0.45, índice de retención 0.47. Los puntos negros indican las especies que funcionan como sinapomorfías y los blancos paralelismos.

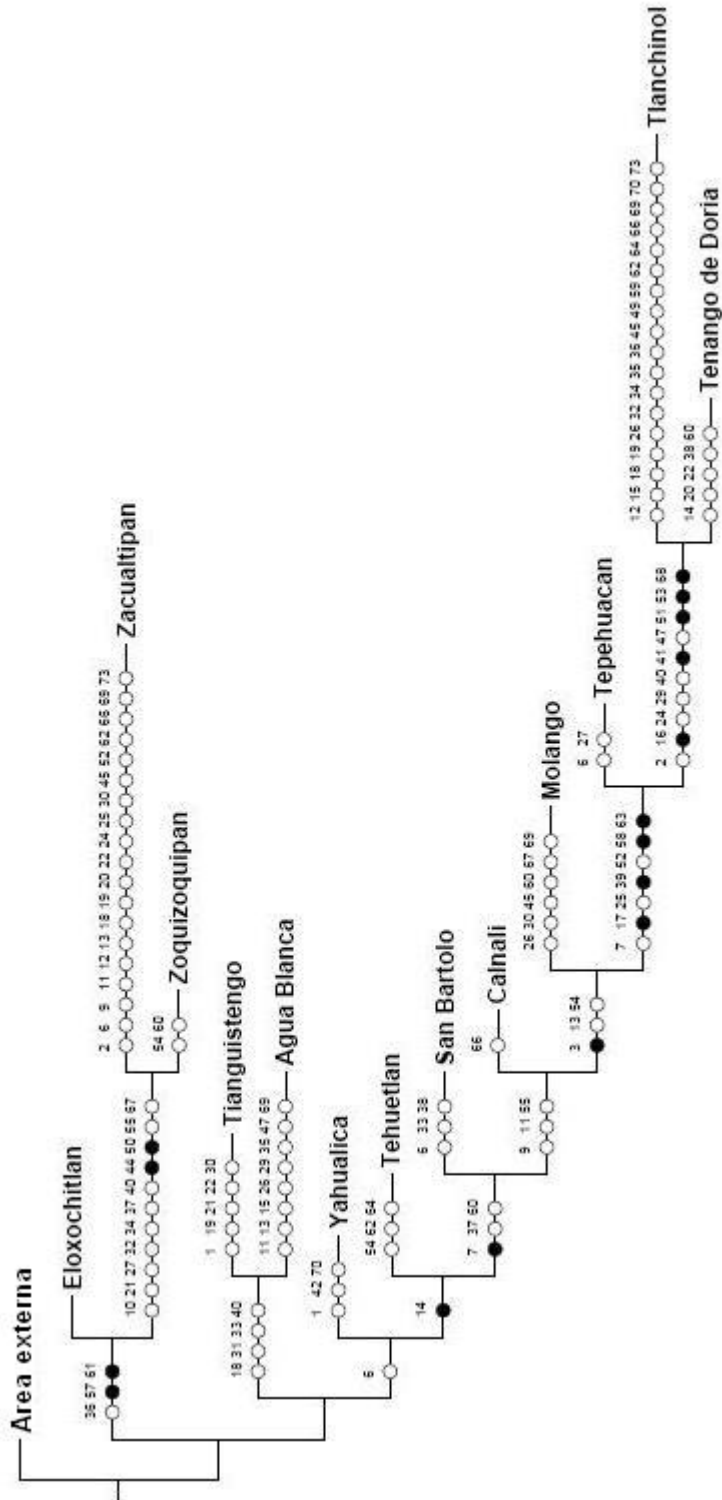


Figura 6 Cladograma resultante del análisis, número de pasos 162, índice de consistencia, 0.45, índice de retención 0.47. Los puntos negros indican las especies que funcionan como sinapomorfías y los blancos paralelismos.

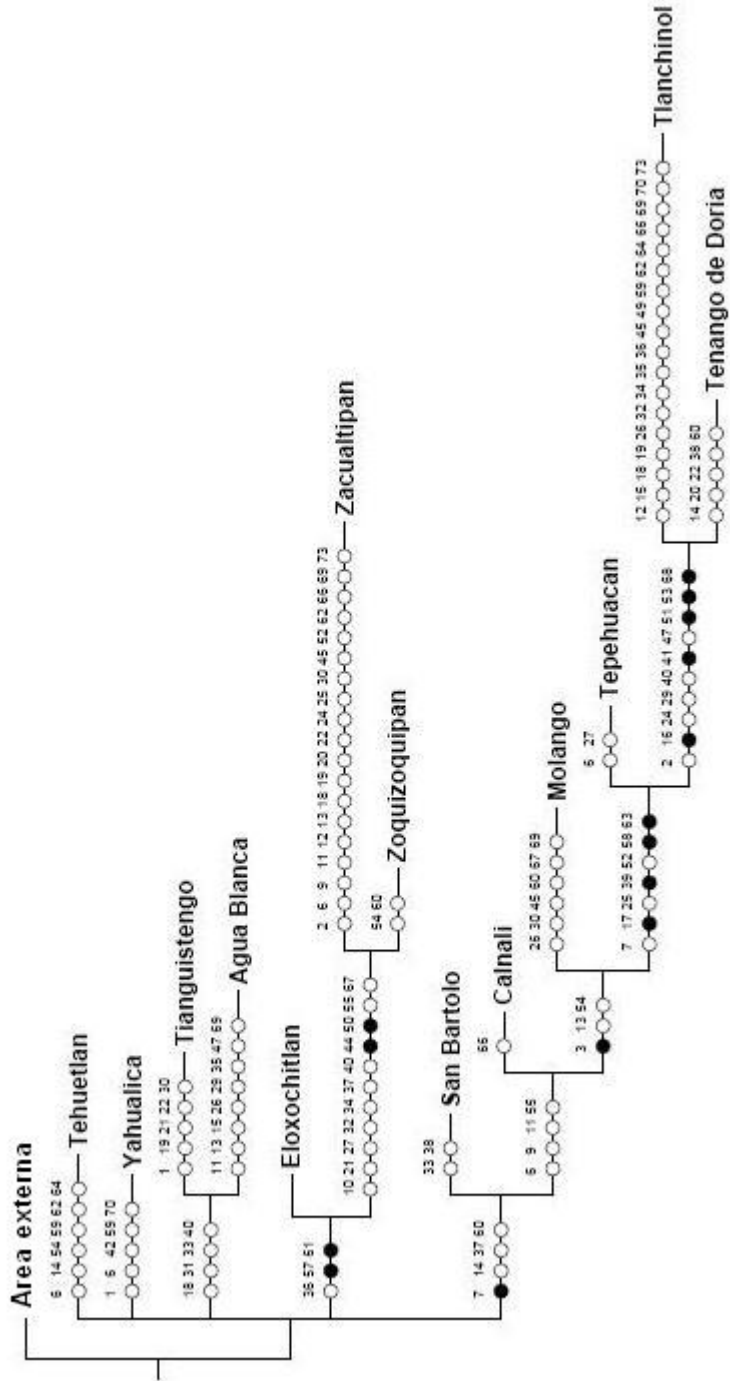


Figura 7 Cladograma de consenso estricto obtenido a partir de los dos anteriores. Número de pasos 166, índice de consistencia 0.44, índice de retención 0.47.

Usando los cladogramas obtenidos se crearon mapas de áreas anidadas donde se observan los principales grupos de parches de BMM (figuras 8, 9 y 10)

Los parches de Zacualtipán, Zoquizoquipan y Eloxochitlán forman un grupo bien definido, son los parches más cercanos a la región árida de la Barranca de Metztitlán lo cual puede influenciar sus asociaciones biológicas. Agua Blanca y Tianguistengo también forman un grupo definido. El resto de los parches se agrupan juntos.

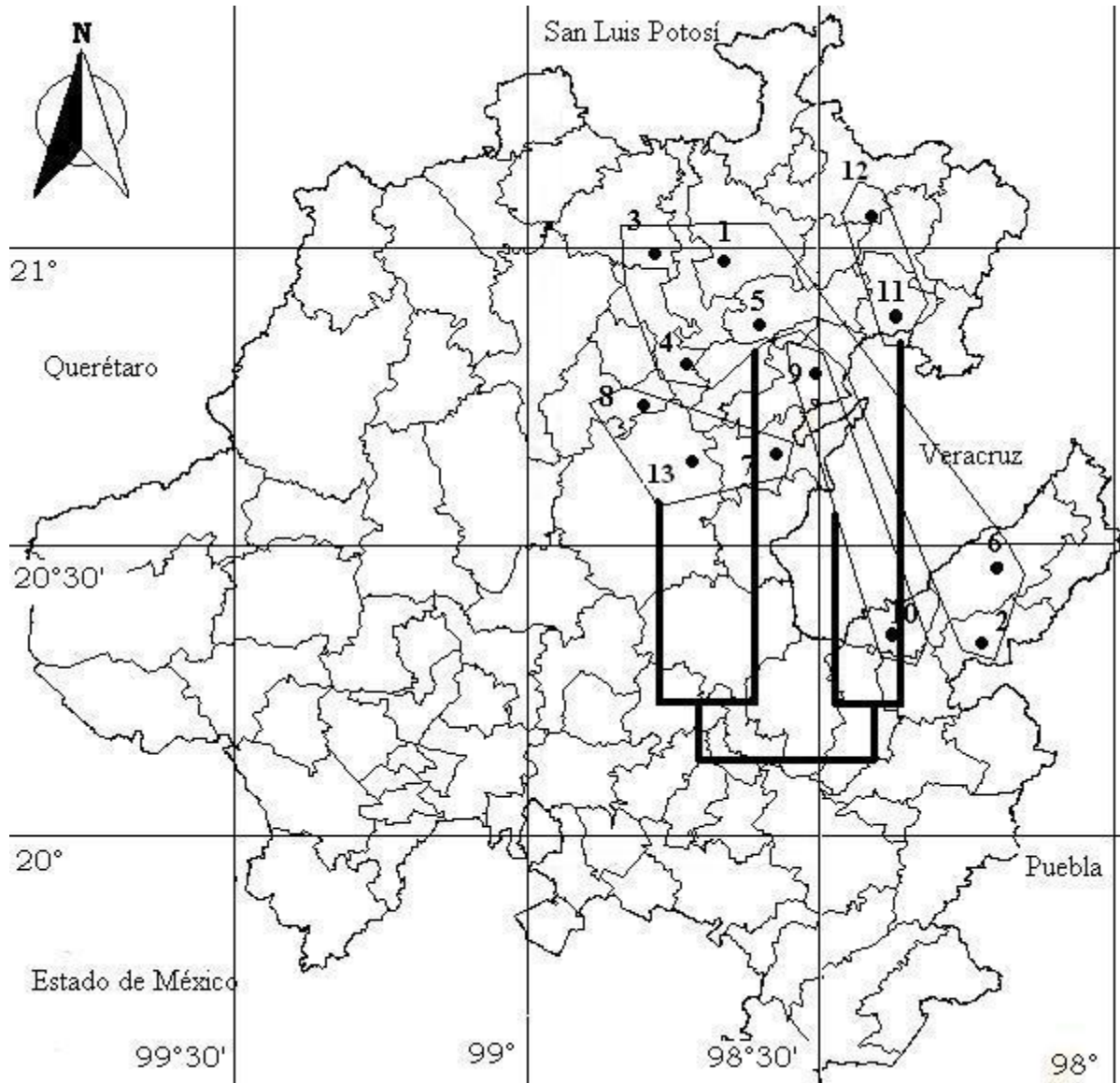


Figura 8. Agrupación de los parches mostrando el cladograma usado para observar las relaciones entre ellos, solo se emplean los principales nodos para su agrupación. Tehuetlán (12) y Yahualica (11) son el grupo hermano de Tianguistengo (9) y Agua Blanca (10). Zacualtipán (7), Eloxochitlán (8) y Zoquizoquipan (13) son el área hermana del grupo formado por Tlanchinol (1), Tenango de Doria (2), Tepehuacán de Guerrero (3), Molango (4), Calnali (5) y San Bartolo (6).

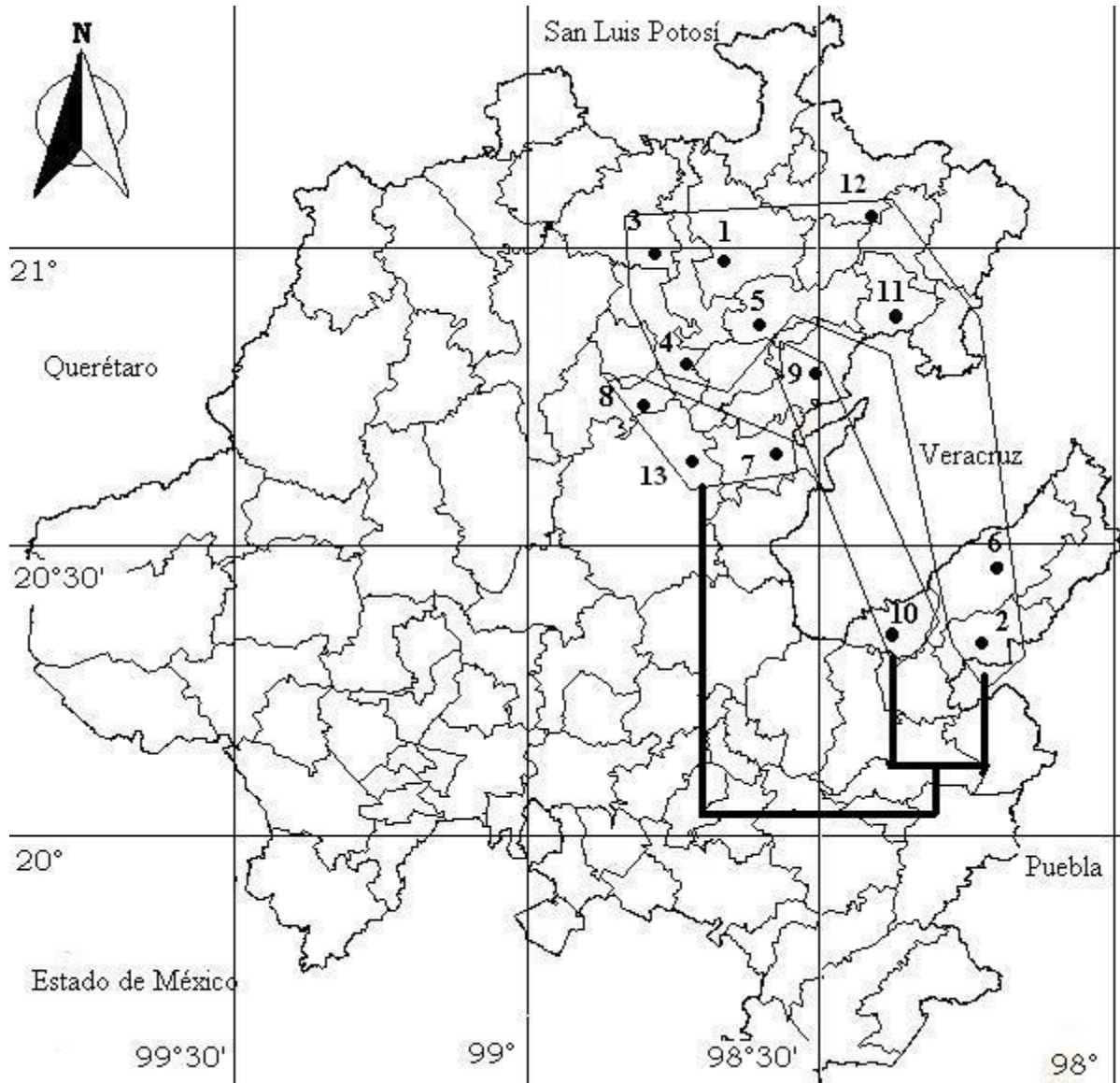


Figura 9. Parches agrupados con el cladograma usado para observar las relaciones entre ellos, solo se usaron los principales clados para agruparlos. Tianguistengo (9) y Agua Blanca (10) son el área hermana del grupo formado por Tlanchinol (1), Tenango de Doria (2), Tepehuacán de Guerrero (3), Molango (4), Calnali (5), San Bartolo (6), Yahualica (11) y Tehuetlán (12). Zacualtipán (7), Eloxochitlán (8) y Zoquizoquipan (13) son el área hermana de ambos clados.

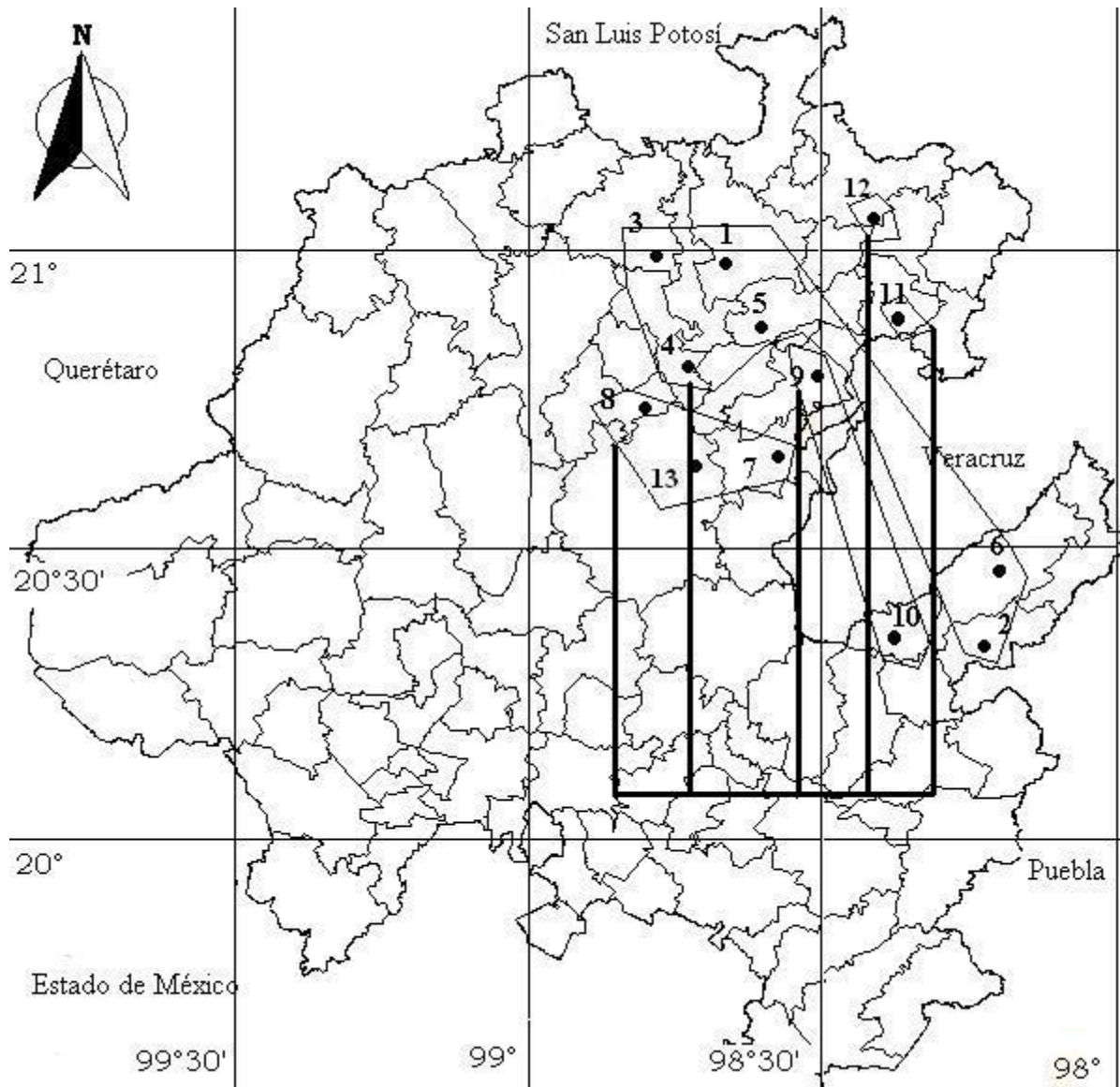


Figura 10. Cladograma de consenso sobre el mapa, para observar las agrupaciones de los parches, es claramente visible que no existe una jerarquización entre las relaciones, pero los grupos principales se sostienen con excepción de Tehuetlán (12) y Yahualica (11).

DISCUSIÓN

HERPETOZOOS REGISTRADOS EN BMM

Para este estudio se registraron 129 especies de herpetozoos dentro de BMM en Hidalgo de las cuales la mayoría se ha registrado dentro del municipio de Tlanchinol, el cual posee uno de los parches de BMM mejor conservados dentro del estado. Otros parches como Tehuetlán y Yahualica poseen poco esfuerzo de colecta por lo que se espera que con futuros muestreos incremente el número de especies.

Mendoza y colaboradores (2006) registran 69 especies de herpetozoos dentro de cuatro localidades de BMM hidalguense, Tlanchinol, Tenango de Doria, Molango y Tepehuacán de Guerrero. Canseco y colaboradores (2004) por su parte mencionan 83 especies en BMM de la Sierra Madre Oriental y 121 registradas para Hidalgo en la zona sur de la misma región, pero no mencionan los parches utilizados. Haciendo una revisión de sus datos se entiende que solo 51 especies de las 83 registradas para BMM ocurren en Hidalgo. Los registros de Mendoza y colaboradores (2006) y Canseco y colaboradores (2004) se obtuvieron en gran medida de colecta directa; para el presente estudio se recurrió a las bases de datos de colecciones científicas y de esta manera al sumar los registros totales se obtuvo un número mayor de especies.

De las especies registradas en BMM en este estudio se usaron 73 especies registradas, eliminando las no informativas, cuatro especies más que el estudio realizado por Mendoza y colaboradores (2006), y 22 especies más que las registradas por Canseco y colaboradores (2004). El presente estudio es el trabajo con mayor número de especies de herpetozoos registradas dentro de BMM en Hidalgo y el que usa el mayor número de parches con este ecosistema para Hidalgo. Lo que proporciona mayor sustento al resultado de los datos.

CLADOGRAMAS Y RELACIONES ENTRE LOS PARCHES

En trabajos previos con plantas vasculares (Luna *et al.*, 1999, 2000; Acosta, 2004) se demostró que los parches de BMM presentes en Hidalgo forman un grupo natural relacionados principalmente con los relictos de BMM del norte de Oaxaca. Esta afirmación se sustenta también por lo que registran Álvarez y Morrone (2006) quienes consideran que el Este de Hidalgo es un nodo panbiogeográfico para aves. También se encuentra sustento en los estudios realizados con escarabajos por Morrone y Márquez (2001). De acuerdo a esto los bosques mesófilos del estado de Hidalgo poseen una alta diversidad de grupos florísticos y faunísticos, además de formar parte de una región claramente delimitada.

Entonces es válido realizar estudios con la finalidad de encontrar el patrón biogeográfico del BMM al interior del estado. En Hidalgo existen al menos dos grupos de BMM, uno grande que se relaciona con el norte de Oaxaca y otro ubicado en el noroeste de Hidalgo donde se localizan los municipios de Pisaflores y La Misión que se relacionan con los parches del norte. Mendoza y colaboradores (2006) trabajando con herpetofauna de cuatro parches encuentran algo similar y por su parte Luna y colaboradores (1999; 2000) usando grupos florísticos demostraron que los parches hidalguenses tienen una mayor afinidad sureña.

En el presente estudio una de las asociaciones más fuertes es entre Tenango de Doria y Tlanchinol, aunque se encuentran relativamente alejados, se relacionan con diez especies de las cuales cinco funcionan como paralelismos y cinco como sinapomorfías, este par de parches se relaciona con Tepehuacán de Guerrero con cuatro sinapomorfías. Es algo similar a lo encontrado por Mendoza y colaboradores (2006), pero su agrupación es (Tenango de Doria (Tepehuacán, Tlanchinol)) mientras que aquí es (Tepehuacán (Tenango de Doria,

Tlanchinol)), esto se puede deber entre otras cosas a las especies utilizadas dentro de cada estudio. Lo que sí queda claro es que esos tres parches de BMM se encuentran fuertemente relacionados. En el mismo análisis (Mendoza et al., 2006) Molango es el siguiente parche en agruparse, lo que concuerda con el presente trabajo.

La asociación (San Bartolo (Calnali (Molango (Tepehuacán (Tlanchinol, Tenango de Doria)))) se repite en los dos cladogramas y es muy similar a la forma en que Luna y colaboradores (2000) asocian los parches de BMM en Hidalgo, aunque no usan los mismos parches. Sin embargo, dado que no se incluyen en el presente estudio listados de herpetozoos de parches adyacentes como Huayacocotla o Helechales, es que esta asociación de parches debe considerarse preliminar.

El grupo de Zacualtipán y Zoquizoquipan se soporta por un par de sinapomorfías y muestra como grupo hermano a Eloxochitlán con dos sinapomorfías más. En este caso la cercanía de los tres parches y su vecindad con ecosistemas más áridos como es la región de la Barranca de Metztitlán puede ser el factor lógico para agruparlos. En este punto es importante resaltar que los parches de BMM, dado su aislamiento, y antigüedad han integrado en su composición vegetal especies de los ecosistemas adyacentes (Rzedowski, 1996), es muy probable que suceda lo mismo con grupos faunísticos. De acuerdo con Luna y colaboradores (2000) Eloxochitlán es considerado el parche de BMM prioritario para su conservación, al ser considerado un nodo panbiogeográfico. En el presente estudio no se encontró sustento para dicha afirmación, aunque se reconoce que forma parte de un área de endemismo, junto con Zoquizoquipan y Zacualtipán con cuatro sinapomorfías.

Tiangustengo y Agua Blanca forman otro grupo, aunque en este caso las especies que soportan el clado funcionan como paralelismos. La ubicación de este par de parches en

los límites con Veracruz, sugiere que es necesario incluir listados de parches vecinos como Huayacocotla o Helechales para poder definir mejor las relaciones entre ellos, ya que de hecho en diferentes estudios se les agrupa con parches de Veracruz (Luna *et al.*, 1999).

Tehuatlán y Yahualica cambian su posición dentro del cladograma, cabe mencionar que son dos parches con poco esfuerzo de colecta ya que solo poseen registros para seis y cinco especies. Es necesario realizar mayor colecta de herpetozoos para eliminar la ambigüedad en su relación con el resto de los parches de BMM. Aunque otro factor importante es el hecho de que Tehuatlán es un parche asociado a la ribera de un río, de acuerdo con Martínez (1998) en el caso de parches pequeños de BMM, la diversidad de especies se reduce principalmente por el efecto borde. Es posible que con mayor registro de especies en los parches menos colectados se pueda definir totalmente la secuencia de fragmentación, por el momento se aprecia que el BMM de Hidalgo se encuentra fuertemente relacionado, pero no se distingue la jerarquía en la separación de los parches.

CONCLUSIÓN

La cantidad de especies de herpetozoos registrados dentro del BMM hidalguense es de 129 especies.

Los parches de BMM hidalguenses se encuentran fuertemente relacionados, separados en al menos tres grupos con diferentes composiciones florísticas y herpetofaunísticas. Los parches de Zoquizoquipan, zacualtipán y Eloxochitlán poseen una estrecha relación. Las relaciones entre Tehuetlán y Yahualica aún no se aclaran. Tianguistengo y Agua Blanca se relacionan débilmente. San Bartolo, Calnali, Molango, Tepehuacán, Tlanchinol y Tenango de Doria se agrupan con relaciones claras.

La secuencia de fragmentación dentro del BMM en el estado de Hidalgo no se aprecia aún, por el momento solo se observan tres grupos de parche claramente definidos, pero sin relaciones claras entre ellos.

LITERATURA CITADA

(CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2005.

Sistema de información BIODICA ver. 4.3 Nacional Financiera, Fideicomiso fondo para la biodiversidad, México.

Acosta, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* **75**(1):61-72

Aguilar-Aguilar, R., R. Contreras-Medina y G. Salgado-Maldonado. 2003. Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican hydrological basins based on helminth parasites of freshwater fishes. *Journal of Biogeography* **30**(12): 1861-1872

Alcántara Ayala, 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 Autónoma de México. Serie Botánica.* **68**:57-106

Alcántara Ayala, 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 Botánica Mexicana.* **54**:51-87.

Alcántara Ayala, O., I. Luna Vega y A. Velásquez. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* **161**(2):167-174

Aldrich, M., C. Billington, M. Edwards y R. Laidlaw. 1997. Tropical Montane Cloud Forests: an urgent priority for conservation. *WCMC Biodiversity Bulletin.* **2.**

Álvarez Mondragón, E. 2001. Propuesta de áreas para conservación de aves terrestres en México; aplicando herramientas panbiogeográficas. Tesis de Maestría. Facultad de

ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México 78p.

Álvarez Mondragón, E. y J. J. Morrone. 2004. Propuesta de áreas de conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia*. **29**(3):112-120.

Brooks, D R, y M G P van Veller. 2003. Critique of parsimony analysis of endemism as a method of historical biogeography. *Journal of Biogeography* **30**:819-825

Calva Ortiz, A. A. e I. Goyenechea Mayer. 2002. Estudio preliminar de la herpetofauna de Taxhuada, Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. VII reunión nacional de la Sociedad Herpetológica Mexicana 25 a 29 de noviembre de 2002, Universidad Autónoma de Guanajuato, Guanajuato, Guanajuato.

Camarillo R., J. L. y G. Casas Andreu. 1998. Notas sobre la herpetofauna del área comprendida entre Zacualtipán, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz. *Anales del instituto de biología Universidad Autónoma de México. Serie Zoológica* **69**(2): 231-237

Camarillo R., J. L. y G. Casas Andreu. 2001. Anfibios y reptiles del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoológica*. **72**(1):105-123

Canseco-Márquez, L., F. Mendoza-Quijano y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2004. Análisis de la distribución de la herpetofauna. En: Luna Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa Organista (eds.) Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. pp. 417-437. Las prensas de ciencias, México D. F.

Cardoso da Silva, J. M. y D. Conway Oren. 1996. Application of parsimony analysis of endemism in Amazonian biogeography: an example with primates. *Biological Journal of the Linnean Society* **59**:427-437

Cavieres, L. A., M. Mihoc, A. Marticorena, C. Marticorena, O. Matthei y F. A. Squeo.

2001. Capítulo 10, Determinación de áreas prioritarias para la conservación: análisis de parsimonia de endemismos (PAE) en la flora de la IV región de Coquimbo. En: Squeo, F. A., G. Arancio y J. R. Gutiérrez (eds.) Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación. Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile 159-170.

Cavieres, L. A., M. T. K. Arroyo, P. Posadas, C. Marticorena, O. Matthei, R.

Rodríguez, F. A. Squeo, G. Arancio. 2002. Identification of priority areas for conservation in an arid zone: application of parsimony analysis of endemism in the vascular flora of the Antofagasta region, northern Chile. *Biodiversity and conservation* **11**:1301-1311

Cervantes, F. A., Ramírez-Vite, S., Ramírez-Vite, J. N. 2002. Mamíferos pequeños de los

alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (Serie Zoología)* **73**(2):225-237

Contreras Medina, R., I. Luna Vega, y O. Alcántara Ayala. 2001. Registro de *Zamia*

fischeri (Zamiaceae) en Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Botánica.* **72**(1):115-118.

Contreras-Medina, R., I. Luna-Vega y O. Alcántara-Ayala. 2006. La familia

Podocarpaceae en el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* **77**:115-118

Cracraft, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: hierarchical

congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. *Australian Systematic Botanical* **4**:211-227.

- Crisci, J. V.** 2001. The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography* **28**(2):157-168
- Delgado, L., y J. Márquez.** 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* **22**(2):57-108
- Della Giustina Soares, E. y C. J. Barros de Carvalho** (2005) Biogeography of Palpibracus (Diptera: Muscidae): An integrative study using panbiogeography, parsimony analysis of endemism, and component analysis. 485-494
- Ebach, M. C., C. J. Humpries y D. M. Williams.** 2003. Phylogenetic biogeography deconstructed. *Journal of Biogeography* **30**(9):1285-1296
- Escalante, T, D Espinosa y J J Morrone.** 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*.**87**:47-65
- Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone.** 2003. Using parsimony analysis of endemism to analyze the distribution of mexican land mammals. *The Southwestern Naturalist* **48**(4):563-578
- Escalante, T., G. Rodríguez y J. J. Morrone.** 2005. Las provincias biogeográficas del componente mexicano de montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **76**(2):199-205
- Espinosa Organista, D., J. J. Morrone, J. Llorente Bosquets y O. Flores Villela.** 2005. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Las prensas de ciencias. México D. F. 133p.
- Fernández Badillo, L.** 2008. Anfibios y reptiles del alto Mezquital, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional,

Autónoma de México. 202p.

Fernández-Badillo, L. e I. Goyenechea. 2005. Etnoherpetofauna en el Alto Mezquital.

Herpetología Americana, Memoria del VII Congreso Latinoamericano de Herpetología.

Fernández-Badillo, L. y A. Ramírez-Bautista. 2002. Avances sobre la herpetofauna del municipio de Mineral del Monte, Hidalgo, México. VII Reunión Nacional de Herpetología.

Flores Villela, O., F. Mendoza, E. Hernández, M. Mancilla, E. Godínez, e I. Goyenechea Mayer. 1992. *Ophryacus undulatus* in the mexican state of Hidalgo. *The Texas Journal of Science* **44**(2):249

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva Serie.* **20**(2):115-144

Frost, D. R., T. Grant, J. Faivovich, R. H. Bain, A. Haas, C.F.B. Haddad, R.O. De Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. C. Donnellan, C. J. Raxworthy , J. A. Campbell, B. L. Blotto, P. Moler, R. Drewes, R. A. Nussbaum, J. D. Lynch, D. M. Green y W. C. Wheeler. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History, New York.* Number 297. 370pp.

García Barros, E. 2003. Mariposas diurnas endémicas de la región Paleártica occidental: patrones de distribución y su análisis mediante parsimonia (Lepidoptera, Papilionoidea). *Graellsia* **59**(2-3):233-258

García Barros, E., P. Gurrea, M. J. Luciáñez, J. M. Cano, M. L. Munguira, J. C. Moreno, H. Sainz, M. J. Sanz y J. C. Simón. 2002. Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean). *Journal of Biogeography* **29**:109-124

- García, E.** 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 252 pp.
- García-Trejo, E. A. y A. G. Navarro S.** 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie.* **20**(2):167-185.
- Hamilton, L., J. O. Juvik y F. N. Scatena.** 1993. The Puerto Rico tropical forest symposium: introduction and workshop synthesis. En Hamilton, L., J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) Tropical montane forest-proceedings of an internacional symposium at San Juan, Puerto Rico, 31 may-5 june. 1994, east-west center, Honolulu, Hawaii, U.S.A. pp 1-16.
- Hernández Salinas, U.** 2006. Características reproductivas de dos poblaciones de *Sceloporus grammicus* (Sauria: Prhynosomatidae) del Estado de Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 63p.
- Hernández-Baños, B., A. T. Peterson, A. G. Navarro-Sigüenza y B. P. Escalante-Pliego.** 1995. Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International* **5**:251-277
- Huitzil Mendoza, J. C.** 2007. Herpetofauna de dos localidades en la región norte de Zimapán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 92p.
- Ippi, S. y V. Flores.** 2001. Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva Serie* **84**:49-63
- Liebherr, J. K.** 1991. A general area cladogram for the montane Mexico based on

distributions in the Platynine genera *Elliptoleus* and *Calathus* (Coleoptera: Carabide).
Proceedings of the Entomological Society of Washington **93**(2):390-406

Luna Vega I., J. J. Morrone, O. Alcántara Ayala y D. Espinosa Organista. 2001.
Biogeographical affinities among neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution* **228**:229-239

Luna Vega, I. y O. Alcántara Ayala. 2001. Análisis de simplicidad de endemismos (PAE) para establecer un modelo de vicarianza preliminar del bosque mesófilo de montaña. En: Llorente-Bousquets y Morrone (eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las prensa de ciencias, Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. pp: 273-277.

Luna Vega, I. y O. Alcántara Ayala. 2002. Placing the mexican cloud forests in a global context: a track analysis based on vascular plant genera. *Biogeographica* **78**(1):1-14

Luna Vega, I., O. Alcántara Ayala, D. Espinosa Organista y J. J. Morrone. 1999. Historical relationships of the mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying parsimony analysis of endemism to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* **26**:1299-1305

Luna Vega, I., O. Alcántara Ayala, J. J. Morrone y D. Espinosa Organista. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. *Diversity and Distribution* **6**:137-143

Luna Vega, I., S. Ocegueda y O. Alcántara Ayala. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Autónoma de México. Serie Botánica*

65:31-62

- Marshall, C. J. y J. K. Liebherr.** 2000. Cladistic Biogeography of the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography* **27**:203-216
- Martínez Morales, M. A.** 1998. Efectos de la fragmentación del bosque mesófilo de montaña en el Este de México. *Convenio número: FB595/R137/98*. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Department of Zoology, University of Cambridge. 23p.
- Mayorga, R., I. Luna Vega y O. Alcántara Ayala.** 1998. florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango y Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **63**:101-109
- Mejía Pérez, J. I.** 2008. Análisis panbiogeográfico de los saurios de las Sierra Madre Oriental. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 141p.
- Mendoza Quijano, F.** 1990. Estudio herpetofaunístico en el transecto Zacualtipán-San Juan Metztlán, Hidalgo. Tesis de licenciatura, escuela nacional de estudios profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Mendoza Quijano, F., J. I. Campos Rodríguez, J. C. López Vidal, H. M. Smith y D. Chiszar.** 2003. *Adelphicos quadrivirgatum* (Serpentes: Colubridae) in Hidalgo, Mexico, with comments on its relationships to *A. visoninum*. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* **39**(4):77-84
- Mendoza-Quijano, F., M. Mancilla-Moreno, I. Goyenechea-Mayer y O. Flores-Villela.** 1990. Observaciones preliminares de los anfibios y reptiles de Molango, Hidalgo. I Reunión nacional de Herpetología. Universidad Autónoma de Tabasco, Villahermosa,

Tabasco

- Mendoza-Quijano, F. y H. M. Smith.** 1993. A new species of hooknose snake, *Ficimia* (Reptilia, Serpentes). *Journal of Herpetology* **27**:406-410
- Mendoza-Quijano, F., G. Quijano Manilla y R. F. Mendoza-Paz.**2006. Análisis fenético de la herpetofauna de los bosques mesófilos de montaña del este de Hidalgo. En: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco Márquez, y F. Mendoza Quijano (Eds). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. 99-110p.
- Morrone, J. J. y J. Márquez.** 2001. Halffter's mexican transition zone, beetle generalized tracks and geographical homology. *Journal of Biogeography* **28**: 635-650
- Morrone, J. J. y J. V. Crisci.** 1992. Aplicación de métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolución Biológica* **6**:53-66
- Morrone, J. J. y J. V. Crisci.** 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematic* **26**:373-401
- Morrone, J. J., D. Espinosa Organista, C. Aguilar Zúñiga, y J. Llorente Bousquets.** 1999. Preliminary classification of the mexican biogeographic provinces a parsimony analysis of endemicy based on plant, insect and bird taxa. *The Southwestern Naturalist* **44**(4):507-544
- Nixon, K. C.** 1999. *Win clada ver. 0.9.99* publicado por el autor. Ithaca, New York.
- Ochoa Ochoa, L. M.** 2003. Análisis sobre los centros de endemismo de la herpetofauna mexicana. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 183p.

- Pineda Meléndez, M. A. e I. Goyenechea.** 2002. Estudio preliminar de la herpetofauna del municipio de Zapotlán de Juárez, Hidalgo, México. VII Reunión Nacional de Herpetología.
- Pizarro-Araya, J. y V. Jerez.** 2004. Distribución geográfica del género *Gyriosomus* Guérin-Méneville, 1834 (Coleoptera: Tenebrionidae): Una aproximación biogeográfica. *Revista Chilena de Historia Natural* **77**:491-500
- Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, O. Alcántara-Ayala y C. A. Ruiz-Jiménez.** 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* **77**:177-190.
- Posadas, P.** 1996. Distributional patterns of vascular plants in Tierra del Fuego: a study applying parsimony analysis of endemism (PAE). *Biogeographica* **72**(4):161-177
- Ramírez Pérez, A.** 2008. Herpetofauna del Parque Nacional El Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 100p.
- Ron, S. R.** 2000. Biogeographic area relationships of lowland neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biological Journal of the Linnean Society* **71**:379-402
- Rosen, B. R.** 1988. From fossils to earth History: applied historical biogeography. En: *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions.* Myers, A. A. y P. S. Giller (Eds.) pp. 437-481. Chapman and Hall, London.
- Rovito, S. M., M. T. K. Arroyo y P. Pliscoff.** 2004. Distributional modelling and parsimony analysis of endemism of *Senecio* in the mediterranean-type climate area of central

Chile. *Journal of Biogeography* **31**(10):1623-1636

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

Smith, H. M. 2005. *Plestiodon* a replacement name for most members of the genus *Eumeces* in North America. *Journal of Kansas Herpetology*. **14**:15-16

Valencia Hernández, A. 2006. Taxonomía y distribución del género *Crotalus* (Linneo, 1758) en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 104p.

Vite Silva, V. D. 2008. Lista anotada de anfibios y reptiles en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 100p.

Zunino, M. y A. Zullini. 2003. Biogeografía, la dimensión espacial de la evolución. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 359p.

ANEXO

Matriz de datos usada en este estudio: AE= Área externa hipotética; Tlan= Tlanchinol; Cal= Calnali; Zap= Zacualtipán; Zoq= Zoquizoquipan; Mol= Molango; Elo= Eloxochitlán; Tian= Tianguistengo; Teh= Tehuetlán; Yah= Yahualica; TenD= Tenango de Doria; Sbar= San Bartolo; ABla= Agua Blanca; Tep = Tepehuacán de Guerrero. Sp0=Nula; Sp1= *Craugastor decoratus*; Sp2= *C. rhodopis*; Sp3= *Syrrhopus gutillatus*; Sp4= *S. verrucipes*; Sp5= *Chaunus marinus*; Sp6= *Ollotis nebulifer*; Sp7= *Cranopsis valliceps*; Sp8= *Hyla arenicolor*; Sp9= *H. charadricola*; Sp10= *H. eximia*; Sp11= *H. miotympanum*; Sp12= *H. robertorum*; Sp13= *H. taeniopus*; Sp14= *Smilisca baudinii*; sp15= *Zweifelia pustulosa*; Sp16= *Lithobates berlandieri*; Sp17= *L. spectabilis*; Sp18= *Chiropterotriton arboreus*; Sp19= *C. chondrostega*; Sp20= *C. dimidiatus*; Sp21= *C. mutidentatus*; Sp22= *C. terrestris*; Sp23= *Pseudoerycea belli*; Sp24= *P. cephalica*; Sp25= *Abronia taeniata*; Sp26= *Barisia imbricata*; Sp27= *Gerrhonotus ophiurus*.

Parche	sp0	sp1	sp2	Sp3	sp4	sp5	Sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20	Sp21	sp22	sp23	sp24	sp25	sp26	sp27	
AE	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
Tlan	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
Cal	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zap	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Zoq	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Mol	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
Elo	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	
Tian	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
Teh	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yah	0	1	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
TenD	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
SBar	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
ABla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tep	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	

AE= Área externa hipotética; Tlan= Tlanchinol; Cal= Calnali; Zap= Zacualtipán; Zoq= Zoquizoquiapan; Mol= Molango; Elo= Eloxochitlán; Tian= Tianguistengo; Teh= Tehuetlán; Yah= Yahualica; TenD= Tenango de Doria; Sbar= San Bartolo; ABla= Agua Blanca; Tep = Tepehuacán de Guerrero. Sp 28= *Corytophanes hernandezii*; Sp29= *Sceloporus aeneus*; Sp30= *S. bicanthalis*; Sp31= *S. grammicus*; Sp32= *S. minor*; Sp33= *S. mucronatus*; Sp34= *S. parvus*; Sp35= *S. scalaris*; Sp36= *S. spinosus*; Sp37= *S. Variabilis*; Sp38= *Norops laeviventris*; Sp39= *N. naufragus*; Sp40= *Plestiodon lynxe*; Sp41= *Scincella gemmingeri*; sp42= *S. silvicola*; Sp43= *Ameiva undulata*; Sp44= *Aspidoscelis gularis*; Sp45= *Lepidophyma sylvaticum*; Sp46= *Boa constrictor*; Sp47= *Coniophanes fissidens*; Sp48= *Drymarchon melanurus*; Sp49= *Drymobius margaritiferus*; Sp50= *Ficimia variegata*.

Parche	sp28	sp29	Sp30	sp31	sp32	sp33	sp34	sp35	sp36	sp37	sp38	sp39	Sp40	sp41	sp42	sp43	sp44	sp45	Sp46	sp47	sp48	sp49	sp50
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tlan	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
Cal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Zap	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Zoq	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Mol	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Elo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tian	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TenD	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Sbar	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Abla	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tep	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0

AE= Área externa hipotética; Tlan= Tlanchinol; Cal= Calnali; Zap= Zacualtipán; Zoq= Zoquizoquipan; Mol= Molango; Elo= Eloxochitlán; Tian= Tianguistengo; Teh= Tehuetlán; Yah= Yahualica; TenD= Tenango de Doria; Sbar= San Bartolo; ABla= Agua Blanca; Tep = Tepehuacán de Guerrero. Sp51= *Geophis blancharti*; Sp52= *G. mutitorques*; Sp53= *G. semidoliatus*; Sp54= *Lampropeltis triangulum*; Sp55= *Leptodeira septentrionalis*; Sp56= *Leptophis mexicanus*; Sp57= *masticophis taeniatus*; Sp58= *Mastigodryas melanolomus*; Sp59= *Nerodia rhombifer*; Sp60= *Ninia diademata*; Sp61= *Pituophis deppei*; Sp62= *Rhadinaea gaigeae*; Sp63= *Tropidodipsas sartori*; Sp64= *Spilotes pullatus*; Sp65= *Storeria dekayi*; Sp66= *Storeria hidalgoensis*; Sp67= *Thamnopsis cyrtopsis*; Sp68= *T. proximus*; Sp69= *T. sumichrasti*; Sp70= *Leptotyphlops maximus*; Sp71= *Atropoides numifer*; Sp72= *Bothrops asper*; Sp73= *Crotalus scutulatus*.

Parche	sp51	sp52	sp53	sp54	sp55	sp56	sp57	sp58	sp59	sp60	sp61	sp62	sp63	sp64	sp65	sp66	sp67	sp68	Sp69	sp70	sp71	sp72	sp73
A H A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T l a n	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
C a l	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Z a p	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Z o q	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
M o l	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
E l o	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T i a n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T e h	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y a h	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
T e n D	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S b a r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A b l a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T e p	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0