



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**Análisis biogeográfico de helechos presentes en el Componente Mexicano
de Montaña**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(Sistemática)

PRESENTA:

CELIA ESPERANZA SANGINÉS FRANCO

TUTORA PRINCIPAL: Dra. Mercedes Isolda Luna Vega. Facultad de Ciencias

COMITÉ TUTOR: Dr. José. Daniel Tejero Díez. FES Iztacala
Dr. David Nahum Espinosa Organista. FES Zaragoza

MÉXICO, D.F. mayo del 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**Análisis biogeográfico de helechos presentes en el Componente
Mexicano de Montaña**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(Sistemática)

PRESENTA:

CELIA ESPERANZA SANGINÉS FRANCO

**TUTORA PRINCIPAL: Dra. Mercedes Isolda Luna Vega. Facultad de
Ciencias**

**COMITÉ TUTOR: Dr. José. Daniel Tejero Díez. FES
Iztacala
Dr. David Nahum Espinosa Organista. FES Zaragoza**

MÉXICO, D.F. mayo del 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/169/13

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **3 de Diciembre de 2012**, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **SANGINÉS FRANCO CELIA ESPERANZA** con número de cuenta **98037775** con la tesis titulada "**Análisis biogeográfico de helechos presentes en el Componente Mexicano de Montaña**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA**:

Presidente: DRA. LIVIA SOCORRO LEÓN PANIAGUA
Vocal: DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA
Secretario: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA
Suplente: DR. RAÚL CONTRERAS MEDINA
Suplente: DR. JOSÉ DANIEL TEJERO DIEZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 16 de Abril de 2013.

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/ipp



AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo y los conocimientos brindados en mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo al otorgarme la beca con número de registro de becario 233827, que me permitió dedicarme de tiempo completo a mis estudios de maestría.

Al proyecto DGAPA PAPIIT IN221711 por el apoyo financiero recibido.

A la Dra. Isolda Luna por todo el apoyo recibido y conocimiento recibido como mi directora de tesis.

A los Doctores David Espinosa y Daniel Tejero, miembros de mi Comité Tutorial, por todos los consejos y aportaciones a este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

A los herbarios: Herbario Nacional de México, UNAM (MEXU); al Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (ENCB); al Herbario del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa y Centro Regional del Bajío (XAL e IEB), al Herbario de la Universidad de Guadalajara (IBUG) y al Herbario de la Universidad de Sinaloa (UAS) por permitirme revisar el material y las facilidades que se otorgaron en las instalaciones.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN. EL COMPONENTE MEXICANO DE MONTAÑA	3
1) Sierra Madre Oriental (SMO)	5
2) Sierra Madre Occidental (SMOc).....	6
3) Faja Volcánica Transmexicana (FVTM)	7
4) Sierra Madre del Sur (SMS)	9
5) Depresión del Balsas (DB)	10
Área de distribución.....	10
Areografía.....	11
Índice de endemismo ponderado y corregido.....	12
Análisis de simplicidad de endemismos (PAE).....	12
Panbiogeografía.....	12
Estudios previos de helechos.....	13
OBJETIVOS	16
Objetivos particulares	16
HIPÓTESIS.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Areografía.....	21
Índice de endemismo ponderado y corregido	22
Análisis de simplicidad de endemismos (PAE)	26
Panbiogeografía.....	30
Conservación	36
CONCLUSIONES	39
LITERATURA CITADA.....	42
APÉNDICE 1. Taxones de helechos incluidos en la matriz del PAE	57
APÉNDICE 2. Matriz de datos utilizada para el análisis de simplicidad de endemismos	58
APÉNDICE 3. Figuras de los trazos individuales	65

RESUMEN

En México existen 1024 especies de licopodios y helechos que habitan diferentes tipos de vegetación y en un amplio intervalo de climas. En esta taxocenosis, existen géneros que tienen altos porcentajes de especies endémicas y otros un amplio intervalo de distribución. Esta distribución geográfica característica permite el reconocimiento de componentes bióticos, los que pueden definirse como conjuntos de taxones integrados espacio-temporalmente debido a una historia en común y que caracterizan áreas geográficas. Estos componentes se pueden ordenar jerárquicamente en un sistema de reinos, regiones, dominios, provincias y distritos. De este modo, las provincias de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur, Faja Volcánica Transmexicana y la Depresión del Balsas conforman el Componente Mexicano de Montaña, que se localiza en la Zona de Transición Mexicana donde entran en contacto las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Para llevar a cabo este estudio se conjuntó una base de datos de 95 especies de helechos pertenecientes al orden Polypodiales, a partir de información geográfica recabada en herbarios y bases de datos ya existentes. Se llevó a cabo un análisis areográfico donde se utilizaron cuadrículas de un grado para dividir a México ($1^\circ \times 1^\circ$). Esta malla se colocó sobre el área de distribución de la nube de puntos con el programa ArcView[®] 3.2 y se obtuvieron 95 cuadros con al menos una especie. Mediante este método se determinaron las zonas de riqueza y endemismo para las especies de Polypodiales estudiadas que habitan en México. Asimismo, se realizó un análisis de endemismo ponderado y endemismo ponderado corregido para evitar el sesgo de los análisis de riqueza. Mediante un análisis de PAE se obtuvieron las relaciones entre los sistemas montañosos mexicanos y mediante un análisis de trazos se identificaron los nodos panbiogeográficos para determinar zonas complejas para proponer áreas de conservación con base en este grupo. De los 95 cuadros, cinco de ellos contienen de 32 a 49 especies. El árbol de consenso estricto del PAE muestra una única área de endemismo que está formada por los cuadros CI, BT, BU Y CC. Con el método panbiogeográfico se obtuvieron 89 trazos individuales de las 95 especies elegidas, a partir de los cuales se obtuvieron 11 trazos generalizados y 12 nodos. Este estudio apoya además la hipótesis que el tipo de reproducción de los helechos no está ligado con la dispersión al azar, sino que la distribución de los helechos forma patrones, lo cual se apoya porque todos los métodos usados mostraron resultados similares. Los diferentes análisis realizados comprueban que el área de estudio es un área compleja, donde las zonas más diversas corresponden a la zona de convergencia entre la zona sur de la SMO, la zona este de la FVT y la zona noreste de la SMS. Asimismo esta área coincide con el sobrelapamiento de diferentes trazos generalizados y el trazo generalizado 1. En esta área son importantes los bosques mesófilos de montaña y los encinares húmedos.

Palabras clave

Componente Mexicano de Montaña, biogeografía, riqueza, nodos panbiogeográficos, área de endemismo, conservación, panbiogeografía, cladogramas, Polypodiales.

Abstract

There are 1024 species of ferns that inhabit a wide range of climates in Mexico. This taxocenosis comprises a high percentage of endemic species and others with a wide geographic distribution. This particular geographic characteristic allow for the recognition of different biotic components, which can be defined as integrated sets of taxa in space and time due to a common history and geographic characteristics. These components can be hierarchically arranged in a system of kingdoms, regions, domains, provinces and districts. The provinces of the Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Trans-Mexican Volcanic Belt and the Balsas Depression form the Mexican Montane Component located in the Mexican Transition Zone, where Nearctic and Neotropical biogeographic regions overlap. We compiled a database based on exemplars of different herbaria and other public databases, including 95 species of ferns, each belonging to the order of Polypodiales. Using an areographic method, we created a grid system of Mexico of one degree ($1^\circ \times 1^\circ$), placing it on a map provided by ArcView© 3.2, which generated a 95 grid-cells containing at least one species represented in each grid-cell. From this, we were able to determine the richest areas in species and endemisms for the Polypodiales fern species selected and inhabiting in Mexico. We also analyzed the weighted endemism and corrected weighted endemism to avoid bias in our research. Through a PAE analysis, we examined the relationships among the four montane Mexican systems. Finally, we identified through a track analysis, the panbiogeographic nodes in order to determine the complex areas and which areas were the most important to be proposed as conservation areas based on this group of ferns. Of the 95 grid-cells, five of them contained 32 to 49 species of ferns, making them the richest areas of all. The only area of endemism found with PAE is formed by CI, BT, BU and CC grid-cells. We obtained 89 individual tracks of 95 species, 11 generalized tracks and 12 nodes with the panbiogeographic method. This study supports the point of view of previous studies, showing that the reproduction of ferns is independent on random dispersal, and suggesting that the fern distribution forms patterns, as well as other groups of organisms. This study demonstrate and support that the area studied is a biogeographic and geological complex one; the most diverse areas correspond to those converging in the southern part of the SMO, the eastern part of the FVTM and the northeastern part of the SMS. This area coincides with the overlapping of many generalized tracks. In this area are well represented the cloud and humid oak forests.

Keywords

Mexican montane component, biogeography, panbiogeographic nodes, areas of endemism, conservation, panbiogeography, cladograms, Polypodiales

INTRODUCCIÓN

Smith *et al.* (2006) sustentan que se conocen 9,000 especies de helechos en el mundo. Los helechos son parte importante de la estructura de los ambientes de montaña; se les encuentra en los microambientes rocosos, del suelo y del dosel arbóreo y participan en el balance hídrico y en la regeneración de los bosques. Por lo anterior, conocer la diversidad, distribución y dinámica de sus poblaciones es fundamental para entender los procesos de sucesión (Hill y Silander-Jr., 2001; Paciencia y Prado, 2005). Son considerados indicadores de cambios ambientales por su sensibilidad a variaciones microclimáticas (Beukema y Van Noordwijk, 2004; Karst *et al.*, 2005; Cárdenas *et al.*, 2007). Además de los servicios ambientales que representan en su hábitat natural, algunas especies de licopodios y helechos se usan como plantas medicinales, de ornato, para la elaboración de artesanías, y como sustrato (Lira y Riba, 1993; Pérez-García *et al.*, 1995; Tejero-Díez, 2007). A pesar de la importancia biológica y económica de los helechos, se conoce poco sobre su riqueza, ecología y distribución. Por lo anterior, es importante realizar estudios de biogeografía que involucren a dichos organismos en países megadiversos como México (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992).

México tiene una elevada riqueza de helechos (Mickel y Smith, 2004). Existen en el país 1008 especies y 16 variedades o subespecies adicionales, lo que hace un total de 1024 especies que se agrupan en 124 géneros. Crecen en un amplio intervalo de hábitats; están representados desde las regiones más secas del norte de México y de la parte occidental de los Estados Unidos, hasta los bosques húmedos de Mesoamérica, América del Sur y las Antillas.

En México, 186 especies de helechos más 16 variedades son endémicos (Mickel y Smith, 2004), los géneros con mayor porcentaje de endemismo son aquellos de zonas secas como *Anemia*, *Argyroschisma*, *Cheilanthes*, *Notholaena* y *Woodsia*. Algunos géneros que son predominantes de zonas húmedas como *Asplenium*, *Elaphoglossum* y *Polypodium* tienen especies endémicas en zonas áridas. El resto de las especies son de distribución más amplia, encontrándose también en América Central, las Antillas y/o América del Sur.

La zona de transición en México está ubicada en un área donde se conjuntan las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Vivó, 1943; Darlington, 1957), la cual

fue definida formalmente por Halffter (1978). En un sentido amplio, esta "Zona de Transición Mexicana" incluye el suroeste de los Estados Unidos de América, México y la mayor parte de América Central. Algunos autores han utilizado diferentes enfoques para delimitar esta zona, como índices biogeográficos (Ortega y Arita, 1998), análisis panbiogeográficos (Escalante *et al.*, 2004; Morrone, 2004) y análisis biogeográficos cladísticos (Marshall y Liebherr, 2000). Escalante *et al.*, (2004) concluyeron que dada la concentración de nodos biogeográficos para mamíferos terrestres neárticos en las provincias del componente mexicano de montaña y Chiapas, en conjunto constituirían la Zona de Transición Mexicana.

Las distribuciones geográficas de los seres vivos poseen límites y éstos generalmente se repiten para taxones diferentes. Este patrón biogeográfico permite el reconocimiento de componentes bióticos, los que pueden definirse como conjuntos de taxones integrados espacio-temporalmente debido a una historia común, que caracterizan áreas geográficas. Dado a que los componentes bióticos son parte de otros componentes mayores y a su vez incluyen otros menores, pueden ser ordenados jerárquicamente en un sistema de reinos, regiones, subregiones, dominios, provincias y distritos (Espinosa-Organista *et al.*, 2001).

Morrone y Márquez (2003) definieron un "componente mexicano de montaña" compuesto por los principales sistemas montañosos de México y que comprende cinco provincias biogeográficas (exceptuando Chiapas): (1) Sierra Madre Occidental: en el oeste del país, comprendiendo parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Zacatecas; (2) Sierra Madre Oriental: en el este del país, en Coahuila, Nuevo León, Hidalgo, San Luis Potosí, Querétaro, Puebla y Veracruz; (3) Faja Volcánica Transmexicana: en el centro de México, esta provincia incluye parte de los estados de Guanajuato, Distrito Federal, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz; (4) Depresión del Balsas: al sur de la provincia de la FVTM, en el centro de México, en los estados de Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Puebla; y (5) Sierra Madre del Sur: en el centro-sur del país, atravesando Michoacán, Guerrero, Puebla y Oaxaca (figura 1). Este componente representa un área natural, habitada por un conjunto de taxones homólogos biogeográficamente, la cual fue identificada a partir de la aplicación del método de la panbiogeografía y que corresponde a los patrones de distribución neártica y mesoamericano de montaña (Halffter, 1978, 1987). A continuación se describen las diferentes sierras pertenecientes al componente mexicano de montaña.

Componente Mexicano de Montaña

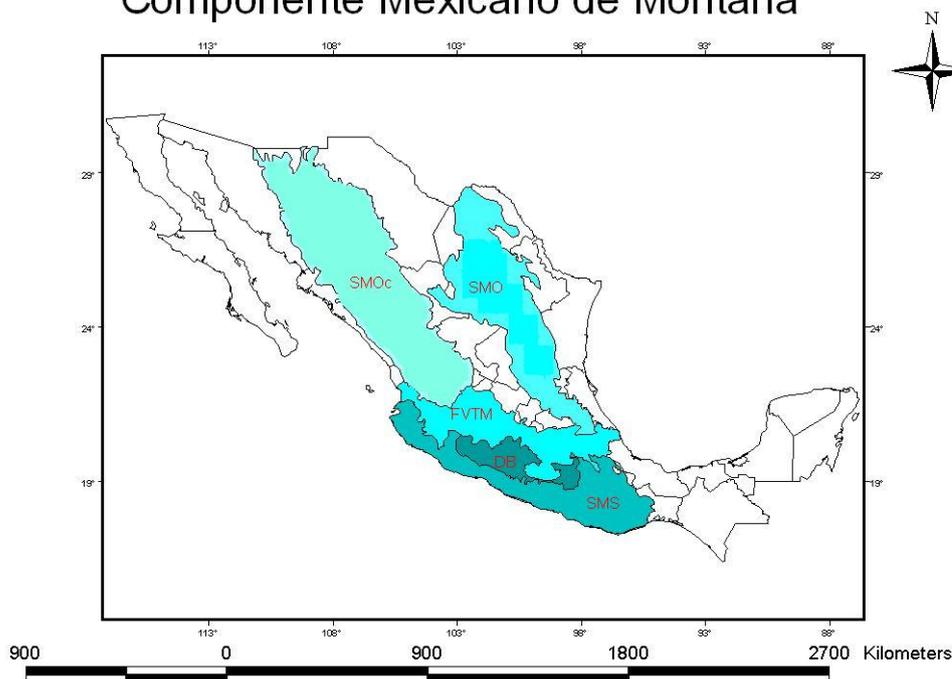


Figura 1. Sierras que conforman el Componente Mexicano de Montaña sensu Morrone y Márquez (2003). Sierra Madre Occidental (SMOc), Sierra Madre Oriental (SMO), Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), Depresión del Balsas (DB) y Sierra Madre del Sur (SMS).

EL COMPONENTE MEXICANO DE MONTAÑA

1) Sierra Madre Oriental

El término Sierra Madre Oriental (SMO) designa a un rasgo orográfico, formado por un macizo montañoso rugoso, angosto y alargado, situado en el oriente de la República Mexicana, que emerge de la planicie costera del Golfo; sus cumbres sobrepasan los 2,500 msnm, luego desciende de altura hacia el poniente y pasan a un extenso altiplano situado al centro del país (Eguiluz *et al.*, 2000). Algunos autores ubican a la Sierra Madre Oriental a partir de la Faja Volcánica Transmexicana y la proyectan en forma continua hacia el NW, internándose en la parte central de Coahuila y Chihuahua, hasta la frontera norte de México. La SMO es una unidad fisiográfica, con más de 800 km de longitud y de 80 a 100 km de amplitud. En términos geológicos la SMO es el producto del levantamiento y deformación de rocas principalmente mesozoicas, incluido su basamento heterogéneo (Eguiluz *et al.*, 2000).

Dada su heterogeneidad topográfica, no se ha podido definir con exactitud los límites de la SMO, existiendo diferencias importantes entre las diferentes regionalizaciones de la misma (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2004; Contreras-Medina, 2004). Desde el punto de vista fisiográfico, la SMO comprende un conjunto de serranías, cuya identidad geológica está dada por la dominancia de formaciones del cretácico medio y superior, aunque también existen rocas jurásicas y paleozoicas, y muy pocas generadas por el vulcanismo del cenozoico. Debido al origen geológico y a los patrones del paisaje de sus áreas, la provincia fisiográfica de la SMO ha sido subdividida en varias provincias (Luna *et al.*, 2004). La SMO abarca latitudinalmente desde el paralelo 20 hasta cerca del 30, con límite en el río Bravo, por lo que se ubica en sitios con interacción con los sistemas atmosféricos más importantes de la región: el cinturón subtropical de alta presión, los vientos alisios, los frentes fríos en invierno y las tormentas tropicales en verano. Lo anterior da como resultado un mosaico climático (Luna *et al.*, 2004). La SMO posee el 99% de los climas existentes en México, es decir, se presentan ambientes muy áridos hasta cálidos húmedos, la temperatura media oscila entre 12° y 25°C, la cantidad de precipitación al año va de menos de 300 mm en el centro y norte a más de 4,000 mm en el extremo sur (Hernández-Cerda y Carrasco-Anaya, 2004). Como consecuencia de la diversidad de climas, la vegetación es muy variada y altamente diversa; incluye varios tipos de matorral xerófilo, bosques de coníferas y encinos, bosques mesófilos de montaña y selvas tropicales. Todo esto hace difícil su delimitación y se piensa que se puede considerar como un archipiélago de áreas (Luna *et al.*, 2004). En la SMO afloran principalmente las rocas del cinturón de pliegues y cabalgaduras laramídico que fueron deformadas durante el cretácico tardío y terciario temprano y, a diferencia de la Sierra Madre Occidental, ha sufrido menor cantidad de vulcanismo cenozoico (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1994).

2) Sierra Madre Occidental

La Sierra Madre Occidental (SMOc) es el resultado de diferentes episodios magmáticos y tectónicos durante el Cretácico-Cenozoico, asociados a la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y a la apertura del Golfo de California (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1994). La revisión de la historia magmática y tectónica de la SMOc indica que esta provincia geológica es el resultado de la evolución del sistema de subducción Cretácico-Cenozoico del occidente de Norteamérica. En particular la SMOc, como gran provincia ígnea silícica oligo-miocénica, está ligada a los eventos

ocurridos en el ocaso de la subducción de la placa Farallón y puede verse como el precursor de la apertura del Golfo de California (Ferrari *et al.*, 2005).

A pesar de la importancia científica y económica de la SMOc, los estudios disponibles en la literatura sobre esta provincia son relativamente escasos. El conocimiento geológico detallado se limita a áreas restringidas a lo largo de caminos accesibles en vehículo o a estudios de reconocimiento basados en buena parte en métodos de percepción remota. Los estudios geoquímicos son escasos y, por lo general, se refieren a sitios puntuales, por lo que los resultados han sido extrapolados a toda la provincia. Los estudios geofísicos son esencialmente de tipo regional o continental. En consecuencia, existen todavía muchos problemas abiertos a la discusión científica en lo que respecta a la génesis y la evolución de la SMOc (Ferrari *et al.*, 2005).

Con el nombre de SMOc se define tradicionalmente a la provincia fisiográfica del occidente de México, caracterizada por un altiplano con una elevación promedio de más de 2,000 m, y aproximadamente 1,200km de largo por 200-400 km de ancho, la cual se extiende desde la frontera con los Estados Unidos hasta la FVTM y limitada al oeste por el Golfo de California y al este por el Altiplano Central Mexicano (o Mesa Central). La apertura del Golfo de California ha inducido la formación de grandes cañadas en el flanco oeste, mientras que la tectónica ha provocado la formación de amplias depresiones tectónicas en el flanco este de esta provincia. El término “Sierra Madre Occidental” también se utiliza para definir la provincia volcánica terciaria caracterizada por grandes volúmenes de ignimbritas silíceas. Como provincia volcánica terciaria, la SMOc se extiende más allá de la provincia fisiográfica, abarcando también a la Mesa Central y parte de Chihuahua oriental (Ferrari *et al.*, 2005).

3) Faja Volcánica Transmexicana

La FVTM se localiza principalmente entre los 19° y los 21° Lat. N y los 97° y los 106° Long W, extendiéndose transversalmente por el país de costa a costa abarcando los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, México, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, con altitudes de entre los 1,000 a los 3,500 msnm (Ferrusquía-Villafranca, 2007). Posee climas muy fríos de alta montaña en las elevaciones más altas del país, hasta ambientes cálido y húmedos en Veracruz y Colima. Esto repercute en la formación de diferentes ambientes propicios para una amplia gama de flora y fauna. Existe una gran variación climática en

distancias cortas, debido a las diferencias en altitud, a lo complejo de la topografía y la presencia física de la propia orografía (Greenland, 2005).

La diversidad magmática de la FVTM está controlada por dos placas oceánicas independientes, cuyos parámetros geofísicos y composicionales se modifican constantemente a lo largo de la trinchera, por un régimen tectónico esencialmente distensivo que opera con distinta intensidad sobre la placa continental, por un basamento cortical con diferentes edades, espesores y composiciones. El régimen tectónico convergente y el arco magmático no han evolucionado de forma homogénea a lo largo de su historia, sino que han mostrado transformaciones notables en su posición, geometría y composición. Por estos motivos, la FVTM es el resultado de uno de los sistemas tectónicos convergentes más complejos del planeta (Gómez-Tuena *et al.*, 2005). La FVTM es reconocida como un complejo de arcos volcánicos continentales (Nixon *et al.*, 1987; Alaniz-Álvarez *et al.*, 1998; Ferrari, 2000; Ego y Ansen, 2002), los cuales han sido asociados a la subducción de las Placas de Cocos y de Rivera, a lo largo de la Trinchera Centroamericana.

Se acostumbra definir a la FVTM como un arco magmático continental, constituido por cerca de 8,000 estructuras volcánicas y algunos cuerpos intrusivos, que se extiende desde las costas del Pacífico, en San Blas, Nayarit y Bahía de Banderas, Jalisco, hasta las costas del Golfo de México en Palma Sola, Veracruz (Demant, 1978). La provincia tiene aproximadamente 1,000 km de longitud y una amplitud irregular entre los 80 y 230 km, y se distribuye con una dirección preferencial E-W en su parte central y oriental, WNW-ESE en su parte occidental, formando un ángulo cercano a los 16° con respecto a la Trinchera Mesoamericana. La FVTM ha sido dividida en tres sectores o porciones con base en su geología y tectónica (Demant, 1978; Pasquaré *et al.*, 1988): una porción occidental entre la costa del Golfo de California y la junta triple de los grábenes de Zacoalco, Chapala y Colima (Allan, 1986); una porción central comprendida entre dicha estructura y el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende (Alaniz-Álvarez *et al.*, 2002a); y una porción oriental entre este sistema y la costa del Golfo de México. Esta división ha sido confirmada por Torres-Miranda y Luna-Vega (2006) de acuerdo con la distribución de helechos, encinos, aves, mamíferos y reptiles, quienes además con base en criterios de riqueza, proponen varias zonas para ser conservadas en estas unidades.

4) Sierra Madre del Sur

La SMS se ubica entre las coordenadas $15^{\circ} 55'$ y $18^{\circ} 59'$ de latitud N y $95^{\circ} 50'$ y $103^{\circ} 15'$ de longitud O. De acuerdo con Ferrusquía-Villafranca (1993) la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur (SMS) es geológicamente la más compleja de todas las provincias del país, lo que ha permitido la existencia de una gran heterogeneidad de hábitats y el desarrollo de una biota muy diversa (Blake, 1950; Escalante et al., 1993; Navarro y Benítez, 1993; Navarro y Sánchez-González, 2003). Es una formación montañosa, que cruza parte de la región oeste del país en dirección noroeste-sureste, con una longitud aproximada de 1100 km, una anchura promedio de 120 km y una superficie aproximada de 130 000 km² (Navarro, 1998; Morrone, 2005). Constituye una cordillera que está fragmentada por la cuenca del río Balsas en los límites políticos entre los estados de Guerrero y Michoacán. Limita al sur con los lomeríos de la provincia biótica de la Costa del Pacífico, al norte con la provincia de la Cuenca del Balsas, al este con la provincia biótica Oaxaqueña y al oeste con las tierras altas de los estados de Colima y Jalisco.

La provincia magmática de la SMS está formada por un abundante registro de rocas plutónicas y volcánicas terciarias que afloran al sur de la FVTM, las cuales se originaron por episodios volcánicos que ocurrieron desde el Paleoceno hasta el Mioceno temprano. Las rocas de esta provincia presentan variaciones reconocibles en su composición, estratigrafía y en sus relaciones aparentes con el entorno tectónico. Estas variaciones, así como su distribución con respecto a otras provincias volcánicas como la SMOc y la FVTM, sugieren cambios significativos en las condiciones geodinámicas en la parte central y sur de México. La geometría e interacciones cinemáticas actuales de las placas tectónicas en el entorno del sur de México, así como la distribución de las anomalías magnéticas del piso oceánico del Pacífico Oriental, indican que esta región de México fue el escenario de una geodinámica muy activa caracterizada por las interacciones de las placas de Norteamérica, el Caribe y Farallón. (Morán-Zenteno *et al.*, 1999).

Se pueden definir dos cinturones aproximadamente paralelos de orientación general WNW, el primero se extiende a lo largo del margen continental e indica procesos de levantamiento y erosión que han actuado por lo menos desde el Oligoceno (Morán-Zenteno *et al.*, 1996). El otro cinturón está formado por una serie de zonas volcánicas que se extienden de manera discontinua entre la cadena batolítica de la costa y la FVTM.

5) Depresión del Balsas

La cuenca del Río Balsas es una de las más extensas e importantes de México, su superficie es de aproximadamente 112,320 km², constituye una depresión con dirección este-oeste en la parte centro sur de México, en la que están comprendidas porciones de los estados de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Morelos. Fisiográficamente está limitada por la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur, entre las coordenadas 17° 00' y 20° 00' de latitud norte y 97° 30' y 103° 15' de longitud oeste. La mayor parte del área presenta un clima cálido semi-seco, siendo hacia el oriente donde se acentúa más la condición de aridez y por lo tanto donde se encuentra la mayor proporción de elementos xerófilos. Asimismo, por su posición entre dos macizos montañosos de gran importancia, esta región se caracteriza por tener varios tipos de vegetación, resultado principalmente de la variación climática que se da en relación al desnivel altitudinal, tiene una altitud media promedio de 1,000 metros sobre el nivel del mar, en su parte central las altitudes inferiores oscilan entre los 500 y 200 metros en la parte occidental; la porción oriental que desagua en el río Papaloapan desciende a 500 metros. La gran diversidad de condiciones ambientales que se dan en la cuenca del río Balsas, así como sus relaciones con las provincias florísticas circundantes, pertenecientes a dos regiones fisiográficas distintas, le confieren una gran riqueza florística (Fernández-Nava *et al.*, 1998).

Área de distribución

El área de distribución se define como el área habitada por una especie y puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad (Rapoport, 1975). Se le reconoce como un área que contiene el conjunto de localidades donde han sido recolectadas o registrados los ejemplares de cada especie y por lo general es altamente irregular. Cuando se describe el área de distribución de dos o más especies entonces pueden ser alopátridas o simpátridas. Las alopátridas suponen una disyunción total entre dos áreas de distribución, las simpátridas suponen que los taxones comparten al menos parte del área de distribución, y a su vez se dividen en homopátrida (solapamiento total de las áreas), endopátrida (relación entre dos áreas

donde una es un subconjunto propio de la otra) y alelopátrida (áreas diferentes con intersección no vacía) (Morrone *et al.*, 1996).

Areografía

Es el método para estudiar las áreas geográficas en el que se pueden utilizar mapas reticulados con tal de que la deformación no sea muy grande como ocurre en la proyección de Mercator; se inscribe el área a medir en el mapa de base y se recuentan directamente las unidades de área elegidas (Rapoport, 1975).

Para definir el área geográfica tenemos que tener en cuenta factores como son la forma del continente, el clima y el microclima, la topografía (paisajes, barreras), el suelo y otras especies de las cuales dependen o con las cuales tienen que competir. Estos factores tenderán a deformar el área de un círculo concéntrico a polígonos (Rapoport, 1975). La barrera geográfica es una condición física o una combinación de factores físicos y ecológicos, que fragmentan o limitan el flujo de especies, por lo que no permiten que los individuos sigan dispersándose, es decir, que alcanzan un límite en su distribución y pueden ser ríos, montañas, desiertos, océanos, etc. Las barreras geográficas no están ubicadas al azar, por lo que las deformaciones de las áreas geográficas de las especies se ven afectadas por la existencia de dichas barreras, por lo que las áreas de distribución de las especies tendrían que mostrar algún patrón principal (Rapoport, 1975).

Las áreas geográficas de los taxones generalmente se establecen a partir de mapas de puntos, en los cuales cada punto corresponde a una localidad donde la especie o género ha sido colectado. El problema de dibujar los límites del área es que existen muchos criterios y métodos para definirla, como el método de mano alzada (o a ojo), retículo cuadrangular, cuadrícula o gradilla y el método de propincuidad media (Rapoport, 1975)

En la actualidad, los procedimientos areográficos están en gran medida automatizados y se ejecutan con ayuda de programas computacionales. Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para auxiliar en la captura, administración, manipulación, análisis y presentación de datos u objetos referenciados espacialmente llamados comúnmente datos espaciales u objetos espaciales (Harmon y Anderson, 2003; Luna-Vega *et al.*, 2012; Serrato *et al.*, 2004).

Índice de endemismo ponderado y corregido

Una especie endémica es considerada cuando solo habita en un área (Anderson, 1994), no importa cuán grande o pequeño sea ese lugar, mientras que una especie pandémica o cosmopolita es aquella que “habita en todos los lugares” (Rapoport, 1975). El término de endemismo se utiliza para definir a aquellas regiones que contienen un grupo de especies restringidas a ese lugar. Por lo anterior, cuando se van a comparar dos regiones, continentes, países o localidades, las áreas a comparar deben estar definidas por sus especies endémicas (Rapoport, 1975, Platnick, 1991; Harold y Mooi, 1994). Morrone (1994) apoya el método de la cuadrícula para medir riqueza, sin embargo este método es sensible al efecto de la escala y al problema de celdas vacías.

Con el uso de los índices ponderado y ponderado corregido se pretende quitar el efecto de la escala y las celdas vacías en los estudios de riqueza (Major, 1988; Anderson, 1994). Con el índice de endemismo ponderado corregido se pueden localizar centros de endemismo puntuales que no se detectan con el índice de endemismo ponderado ni con el análisis de riqueza, lo cual lo hace el más útil para detectar estas zonas ya que no está correlacionado con la riqueza. El mayor problema de este índice es que es sensible a la falta de datos en los cuadros (Crisp *et al.*, 2001).

Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE)

El análisis de simplicidad de endemismos PAE por sus siglas en inglés Parsimony Analysis of Endemicity (Rosen, 1988; Morrone, 1994) es un método cuantitativo que se ha utilizado para identificar áreas de endemismo (Morrone, 1994). Se utiliza para agrupar áreas que comparten especies comunes e identificar áreas de endemismo proponiendo una causa histórica común que ayude a explicar esos agrupamientos. La modificación al método propuesta por Morrone (1994) se basa en el análisis de taxones que ocupan diferentes celdas en un mapa, agrupando las áreas con base en los taxones que comparten y al cladograma más parsimonioso.

Panbiogeografía

La panbiogeografía fue propuesta por Croizat (1958, 1964), misma que reconoce a la vicarianza como el proceso por el cual los organismos poseen una determinada distribución geográfica (Craw *et al.*, 1999). La dispersión no es reconocida como un

proceso independiente y general, sino como la expansión gradual del área de distribución bajo condiciones favorables del medio, lo que permite la ampliación del área de distribución original de una especie sin atravesar barreras (Espinosa y Llorente, 1993; Craw *et al.*, 1999).

La panbiogeografía enfatiza el análisis de las localidades a todo lo largo de la distribución de los taxones (Craw *et al.*, 1999) y presupone que existe una estrecha correlación entre la historia de la biota y la Tierra. La idea principal de Croizat consiste en la superposición de dos etapas en la historia de cualquier área biogeográfica: la etapa de movilidad en ausencia de barreras y bajo condiciones favorables, los organismos expanden su área de distribución, y la etapa de inmovilidad, una vez que las áreas de dispersión alcanzan los límites establecidos por barreras infranqueables, puede ocurrir fragmentación por surgimiento de barreras intermedias, lo que a través del tiempo da lugar a la formación de nuevas especies proceso que se conoce como vicarianza (Craw *et al.*, 1999; Ramírez-Barahona *et al.*, 2009).

La panbiogeografía se basa en varios conceptos básicos: trazo individual, trazo generalizado, nodo, línea de base y centros de masa (Morrone y Crisci, 1995).

ESTUDIOS PREVIOS EN HELECHOS

Diferentes autores han tratado de encontrar las relaciones entre las diferentes sierras y áreas que conforman al componente mexicano de montaña (CMM); algunos han relacionado más cercanamente a la Sierra Madre Oriental con la Faja Volcánica Transmexicana y otros a la Faja con la Sierra Madre del Sur utilizando diferentes métodos como panbiogeografía, simplicidad de endemismos y biogeografía cladística (Luna-Vega *et al.* 1999, 2000; Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006; Morrone, 2005; Escalante *et al.*, 2005).

Según Ranker *et al.* (2004), al menos algunos helechos pertenecientes a los Polypodiales probablemente se originaron en las zonas tropicales del Viejo Mundo, incluso la mayor parte de los linajes todavía son endémicos o tienen distribución restringida a Asia donde tienen su mayor diversidad. Según este autor, se podría pensar en dispersión a larga distancia para explicar la distribución actual de estos helechos y argumentar que la mayor radiación de los helechos se dio en las zonas tropicales del Nuevo Mundo, teniendo grupos de especies con patrones similares y con

una diversidad morfológica tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo, siendo este último donde hay mayor diversidad de helechos.

Por la presencia de esporas y su dispersión por viento se ha dicho que los helechos son capaces de dispersarse a larga distancia pudiendo llegar a lugares lejanos; cada spora puede establecer una nueva población de esporofitos (Smith, 1972). Debido a que muchos linajes se dispersan de esta manera, se podría pensar que no son un buen ejemplo para realizar estudios biogeográficos históricos. Sin embargo, no todos los helechos tienen la capacidad de llegar a cualquier lugar, debido a que su distribución no sólo depende de la forma de reproducción sino de las condiciones ambientales que requiere cada uno de los linajes para poder establecer una población.

Los rasgos geográficos que actúan como barreras para diferentes grupos de angiospermas también tienen el mismo efecto para los helechos, por lo que estos rasgos geográficos se pueden utilizar para explicar y discutir la distribución de las especies de helechos.

Wolf *et al.* (2001) sustentó que son importantes tanto la dispersión como los eventos de vicarianza en la evolución de los linajes de helechos. Este autor concluye que ambos procesos juegan un papel significativo para entender y reconstruir su filogenia y su distribución. La vicarianza puede explicar diferentes procesos geográficos y en general puede explicar el aislamiento por la distancia. Por lo tanto, ésta se puede considerar como un modelo válido, por lo que es posible desarrollar hipótesis acerca del origen y mantenimiento de las poblaciones y el límite en la distribución de las diferentes especies de helechos (Haufler, 2007).

Al parecer, los Polypodiales diversificaron recientemente y a la par de muchos grupos de angiospermas. Se considera que esta diversificación se llevó a cabo aproximadamente hace 50 millones de años (Schneider *et al.*, 2004). Incluso, algunos linajes se consideran más recientes que algunas angiospermas, debido a que los árboles proveen de los hábitats necesarios para la existencia de helechos epífitos y algunos de ellos tienen una íntima relación con ellos, coevolucionando con ellos (Haufler, 2007).

La biogeografía de Polypodiales ha sido estudiada desde diferentes puntos de vista: 1) para analizar la distribución de una sola especie o una familia (Krömer y Kessler, 2006; Schuettpelz y Trapnell, 2006); 2) para conocer la frecuencia y abundancia de una especie a lo largo de una región (Ruokolainen *et al.*, 1997) y 3) la

relación que existe entre las especies de diferentes continentes (Moran y Smith, 2001; Parris, 2001). Se han estudiado grupos de helechos que crecen en diferentes tipos de suelos (Young y León, 1989; Van der Werff, 1992), y se ha llevado a cabo análisis filogenéticos de los clados en relación con su geografía y su historia geológica (Geiger y Ranker, 2005; Hoot *et al.*, 2006). Además se han realizado diversos listados florísticos de diferentes regiones o por zonas muy locales tales como la flora del Bajío (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1991-2013), flora de Veracruz (Sosa, 1978-2013), o listados florísticos en su mayoría realizados por investigadores de diferentes institutos. Sin embargo, se han realizado pocos estudios de distribución utilizando técnicas biogeográficas como el trabajo de Ramírez-Barahona *et al.* (2009) quién llevó a cabo diferentes análisis biogeográfico-históricos en la Península de Yucatán, además del trabajo de Sanginés-Franco *et al.* (2011) para la Sierra Madre Oriental.

OBJETIVO GENERAL

Analizar las relaciones que existen entre diferentes unidades que constituyen el componente mexicano de montaña (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre del Sur), usando para ello un conjunto selecto de helechos Polypodiales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Mediante un análisis areográfico de gradillas, comparar la riqueza y endemismo de los Polypodiales en las sierras del componente mexicano de montaña.
- Determinar posibles zonas de endemismo basadas en la distribución de algunas familias del orden Polypodiales.
- Identificar áreas prioritarias para la conservación de los helechos utilizando métodos cuantitativos e históricos de la biogeografía.

HIPÓTESIS

En las diferentes sierras del Componente Mexicano de Montaña (CMM) habitan especies de helechos propias de ambientes templados húmedos de montaña (*v. gr.* bosques mesófilos de montaña), pero también algunos de tipo seco (matorrales). Se hipotetiza que estos helechos muestran patrones de distribución congruentes y que estos patrones apoyan que las sierras que forman el componente están estrechamente relacionadas. Se espera encontrar una mayor relación entre la SMO y la SMS debido a su historia geológica, que estas dos sierras con respecto a la SMOc. Asimismo se espera que la FVTM esté más relacionada con la SMOc en la parte oeste y con la SMO y la SMS en la parte este, según los trabajos de Torres-Miranda *et al.* (2006).

Si las especies de helechos presentan patrones de distribución congruentes con otros grupos (*v. gr.* gimnospermas, Contreras-Medina, 2004; mamíferos, Escalante *et al.*, 2004, entre otros), sería lógico esperar que la SMO y la FVTM no constituyan unidades naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se escogieron 95 especies de helechos de familias, pertenecientes al orden de los Polypodiales *sensu* Smith *et al.* (2006). Se intentó tener una amplia representación de los diferentes géneros de las familias de los Polypodiales y con distribución geográfica preferentemente en la zona de estudio. Los nombres de las especies se cotejaron con la obra de Mickel y Smith (2004) para evitar sinonimias. Las especies elegidas se distribuyen por lo menos en alguna de las cordilleras mexicanas estudiadas.

Con la finalidad de obtener datos de distribución de estos helechos, se consultaron los herbarios más importantes del país, como el Herbario Nacional de México, UNAM (MEXU); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (ENCB); Herbarios del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa y Centro Regional del Bajío (XAL e IEB), el herbario de la Facultad de Ciencias (FCME), el herbario de la Universidad de Guadalajara (IBUG) y el herbario de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS).

También se consideró la información de diferentes bases de datos ya existentes proporcionadas por la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), así como de listados florísticos de helechos previamente publicados, como Flora del Bajío (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1991-2013) y Flora de Veracruz (Sosa, 1978-2013), entre otros. Con esta información se generó una base de datos en con los siguientes campos: nombre de la especie, familia, orden, clase y división a la que pertenece cada especie; país, estado, municipio, localidad, latitud y longitud, tanto en grados, minutos y segundos, como en decimales; tipo de vegetación, colector, fecha de colecta, quién determinó el ejemplar y otras observaciones. En el caso de las localidades no georreferenciadas, se obtuvieron los datos de longitud y latitud utilizando el programa GeoLocate[®] versión 2.03 (Ríos *et al.*, 2003), con los datos de las etiquetas de herbario y con el Nomenclátor de la Sierra Madre Oriental (Ortíz-Bermúdez, 2004), de tal forma que se pudieran ingresar los puntos en un mapa de México al que se le sobrepuso una cuadrícula de 1° de latitud por 1° de longitud, misma que es de uso común y conveniente para este tipo de estudios (Contreras-Medina y Luna-Vega, 2007) (Figura 2).

Se analizó la distribución de las especies mediante el método de cuadrículas para determinar las zonas de riqueza y endemismo (Rapoport, 1975; Contreras-Medina *et al.*, 2007), además se realizó un análisis de endemismo ponderado y endemismo

ponderado corregido. Mediante un análisis de parsimonia de endemismos se buscaron las relaciones entre estos sistemas montanos mexicanos. Por último, se llevó a cabo un análisis de trazos mediante el cual se identificaron los nodos panbiogeográficos para determinar zonas complejas y por lo tanto importantes para proponer áreas a conservar bajo el esquema de Grehan (1989).

Con los estudios anteriores, además de probar las relaciones históricas para los sistemas montanos mexicanos, se pretende tener información sobre posibles zonas a conservar por su alta diversidad y endemismo de helechos, contrastando los resultados con otros trabajos anteriores basados en otros grupos de organismos como sifonápteros (Morrone y Gutiérrez, 2005), mamíferos (Escalante *et al.*, 2002) y gimnospermas (Contreras-Medina *et al.*, 2007).

Para este estudio se decidió utilizar las provincias fisiográficas de Cervantes-Zamora *et al.* (1990), esta regionalización se basa en criterios climáticos y formas de relieve. A estas provincias se le añadió la provincia de la Depresión del Balsas de las provincias biogeográficas de CONABIO, para su delimitación se utilizaron las curvas de nivel, añadiendo la zona de las Sierras de Taxco a la FVTM.

Para el estudio areográfico, se utilizó el método de retícula cuadrangular utilizando celdas de un grado ($1^{\circ} \times 1^{\circ}$) sobre el área de distribución de la nube de puntos con el programa ArcView[®] 3.2 (ESRI, 1999) (Figura 2).

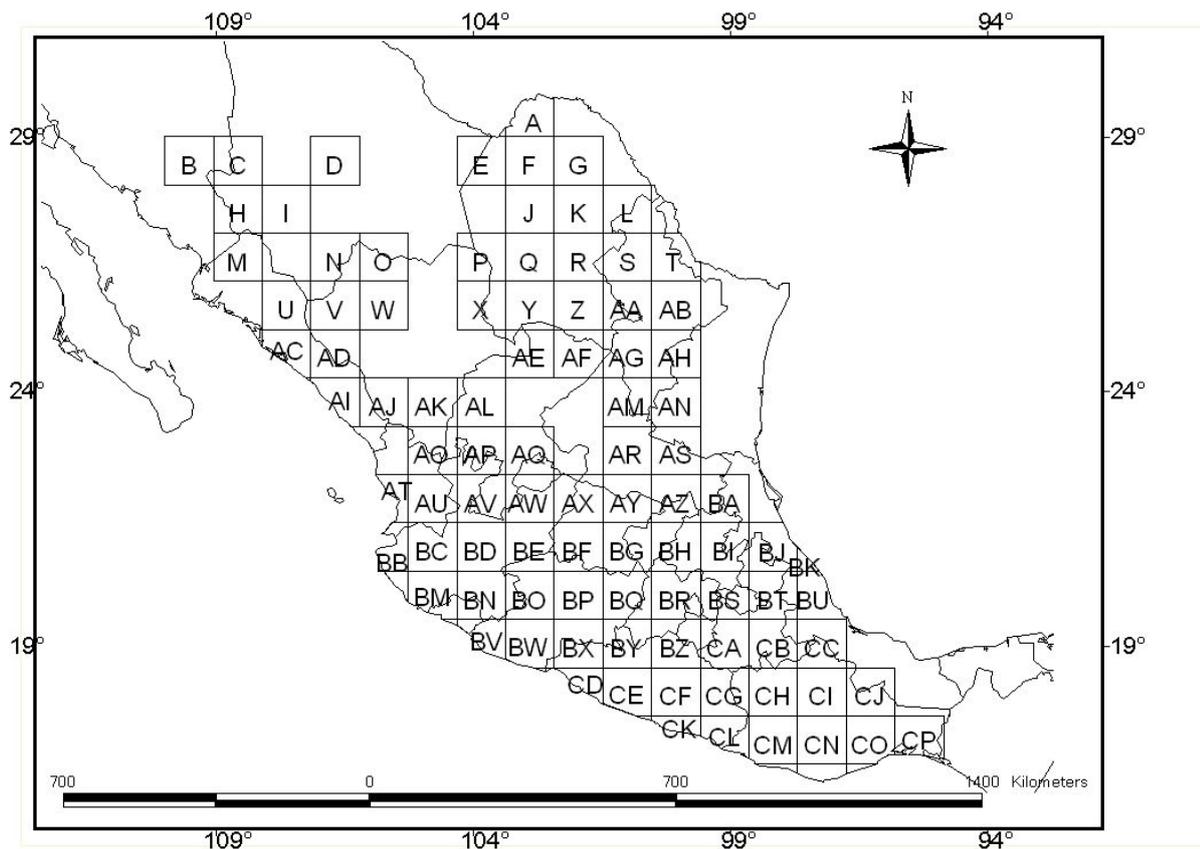


Figura 2. Gradilla de 1°x 1° que se utilizó para llevar a cabo los análisis de endemismo y areografía.

La riqueza de especies fue medida como el número total de especies dentro de cada cuadrícula (Linder, 2001). Se calculó el índice de endemismo ponderado (WE) sensu Crisp *et al.* (2001) y Linder (2001), mismo que fue aplicado por estos autores para las floras de Australia y África respectivamente. Con este índice se determinan los centros de endemismo de helechos. El primer paso consistió en dividir cada celda-ocurrencia por el número total de celdas en que se encuentra una especie. Así, una especie de helecho restringida a una sola celda de la red se considera como '1' para este análisis y '0' para toda la red, mientras que una especie de helecho presente en 10 cuadrículas se calificó como '0.1' para cada uno de las diez celdas y como '0' para las celdas restantes. Finalmente se obtuvo la suma de todos los valores de cada una de las celdas que contienen a las especies.

Un segundo índice denominado 'endemismo ponderado corregido' (CWE) (Crisp *et al.*, 2001) consistió en dividir los valores de WE) entre el número total de especies totales de cada uno de los cuadros, lo que hace que los valores de este índice sean más bajos con respecto al WE, sin embargo los cuadros que aparecen con los valores

más altos son los que tienen mayor endemismo, además de que permite identificar especies con distribución restringida.

Para el análisis de simplicidad de endemismos (PAE) se utilizó una gradilla de 1° x 1°, y al igual que en el estudio areográfico se utilizó el programa ArcView® 3.2 (ESRI, 1999). Se trabajó con los cuadros donde se registraron al menos dos especies, ya que aquellos cuadros con una sola especie se consideran como no informativos (equivalentes a autapomorfías). Con esta información se construyó una matriz de datos $r \times c$, donde r son los renglones que representan las áreas de estudio a trabajar donde se presenta el taxón; c representa las columnas que corresponden a los taxones. La matriz se codificó con 0 (ausencia) y 1 (presencia). Se agregó un área hipotética, la cual se utiliza para enraizar el cladograma, misma que se codificó con puros ceros. Esta matriz se analizó utilizando el programa NONA® versión 2.0 (Goloboff, 1999) a través de WinClada (Nixon, 1999), mediante un análisis heurístico para obtener los cladogramas de áreas, donde se delimitan los grupos de áreas definidas por la distribución congruente de al menos dos especies. Cuando se obtiene más de un cladograma, es necesario obtener el árbol de consenso estricto.

Para llevar a cabo el análisis panbiogeográfico se dibujaron los trazos individuales de cada una de las especies utilizando el programa ArcView® 3.2 (ESRI, 1999) y el programa Trazos (Rojas, 2004). A partir de la superposición y comparación de cada uno de los trazos individuales se generaron los trazos generalizados, y donde convergen estos últimos se detectaron nodos panbiogeográficos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La base de datos contiene un total de 3,561 registros de un total de 95 especies que pertenecen a 34 géneros y siete familias (Apéndice 1), correspondientes a 2008 localidades, 510 municipios, 26 estados y seis diferentes tipos de vegetación como bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, matorral xerófilo, bosque tropical perennifolio y bosque tropical subcaducifolio sensu Rzedowski (1978). Siguiendo la metodología de Rapoport (1975) se obtuvieron 95 con al menos un registro (Figura 2).

En este estudio se omitió a la Depresión del Balsas, y las zonas altas de Taxco del estado de Guerrero se incluyeron en la FVTM, por lo que se realizó una modificación a esta provincia. Este cambio se hizo debido a que Fernández-Nava *et al.* (1998) sustenta que el límite de la DB se ubica entre los de 200 a 500 msnm, y las zonas altas de Taxco tienen altitudes mayores.

AREOGRAFÍA

Riqueza. Como se mencionó anteriormente, la riqueza es el número de especies que hay en un área. Para trabajar con esta variable se obtuvo el número total de especies presentes en cada una de las celdas. De los 95 cuadros, cinco de ellos tienen de 32 a 49 especies. Estos cuadros son el AZ, BT, BU, CB y CI, mismos que están ubicados en la zona donde convergen las SMO, FVTM y las Sierras de Juárez y Zongolica (Norte de Oaxaca). En contraste, la mayoría de los cuadros que pertenecen a la SMOc tienen entre una y cinco especies (Figura 3, Cuadro 1).

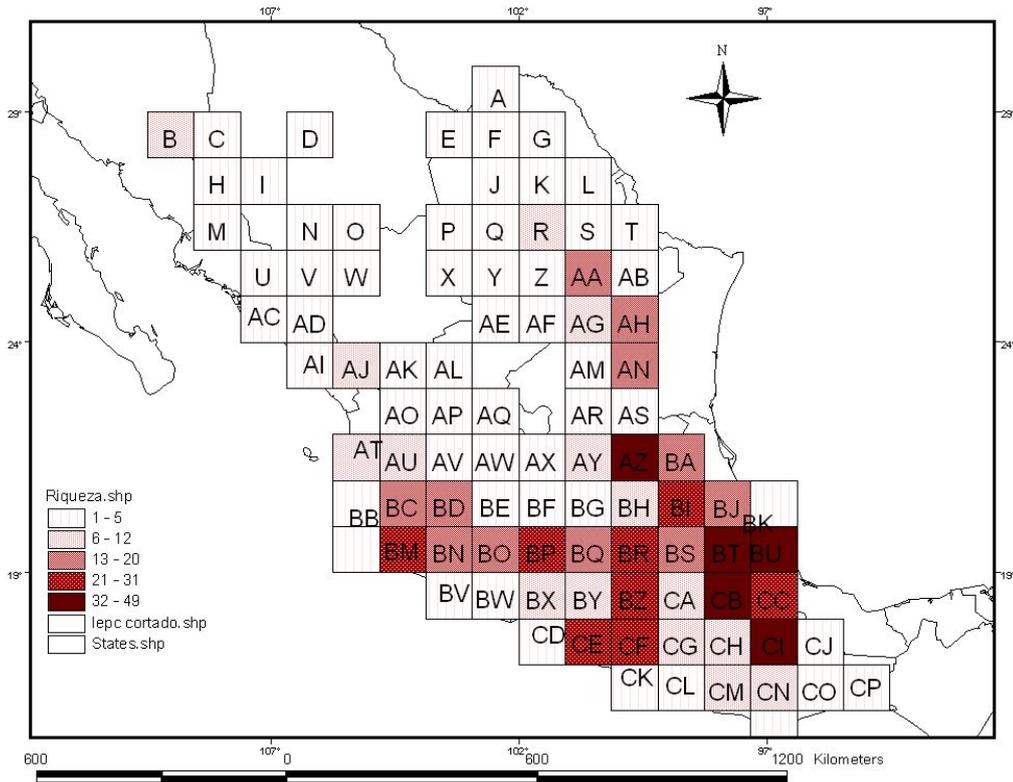


FIGURA 3. Riqueza de algunas especies seleccionadas de Polypodiales en México.

Índice de endemismo ponderado. Para aplicar este índice, en lugar de sumar cada especie como 1, se suman los inversos de su distribución. Los cuadros con valores más altos con respecto a este índice son el AZ, BT, BU, CC y CI; como puede observarse, cuatro de estas celdas son las mismas que en el análisis de riqueza. Otro cuadro con un valor alto para este índice es el AA, ubicado al norte de la SMO en la gran Sierra Plegada (Figura 4, Cuadro 1).

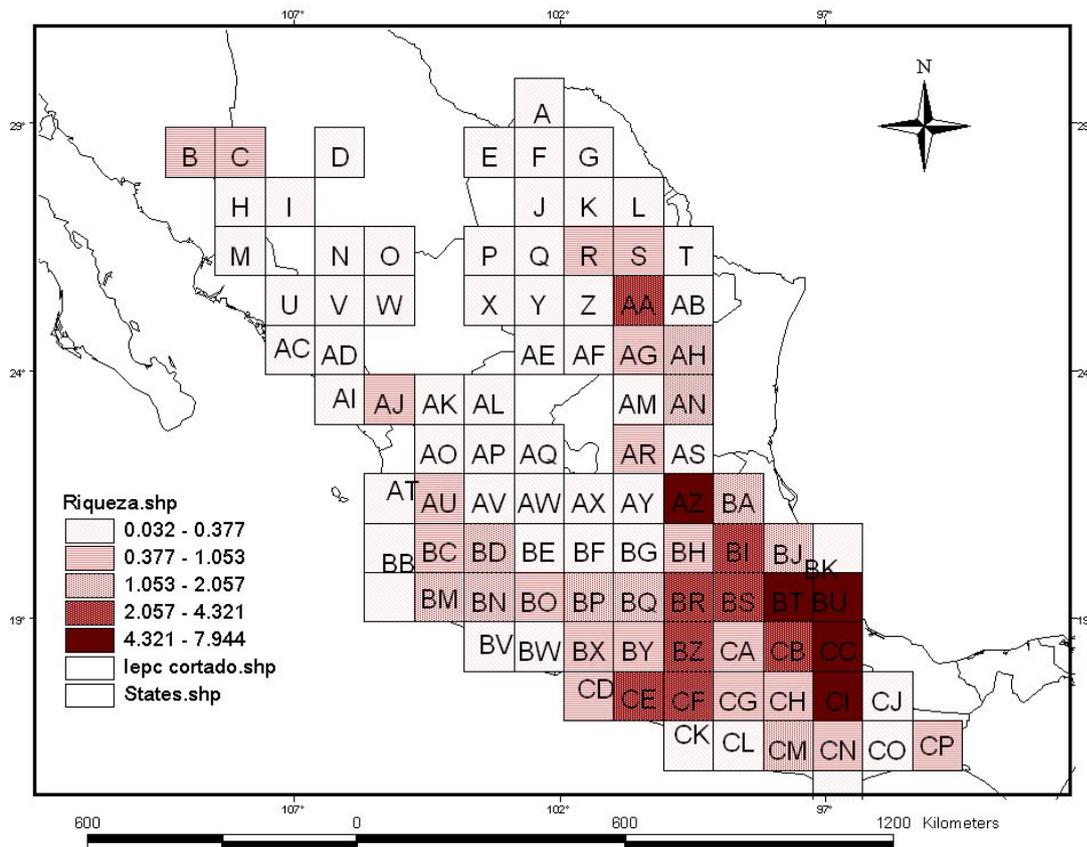


FIGURA 4. Valores de índice de endemismo ponderado para algunas especies de Polypodiales distribuidos en México.

Índice de endemismo ponderado corregido. Este análisis permitió identificar zonas importantes que con el análisis de riqueza no fueron detectadas. Se determinan como áreas importantes las mismas obtenidas por el análisis de riqueza y el de endemismo ponderado, pero existen otros cuadros con valores más altos, como son el cuadro BK que pertenece a la zona norte de la Sierra de Chiconquiaco en el centro del estado de Veracruz y el cuadro CP ubicado en la Sierra Madre de Chiapas en el Istmo de Tehuantepec, que para Carranza-Edwards (1978) es una zona importante por ser la más angosta entre los dos océanos, sin embargo por sus condiciones climáticas puede estar actuando como una barrera, además de tener diferentes tipos de vegetación en cada una de sus vertientes. Otros cuadros importantes son el H y el M que se encuentran en la zona norte de la SMOc, en los límites de Sonora y Chihuahua y la cordillera del Espinazo del Diablo entre Sinaloa y Durango. El cuadro CM pertenece a la Sierra Triqui-Mixteca ubicada en la SMS; esta zona es considerada un área Natural Protegida (ANP) y también ha sido registrada como una zona de alta riqueza para anfibios y reptiles (Ochoa y Flores-Villela, 2006) (Figura 5, Cuadro 1).

El cuadro AX está ubicado en la FVTM, comprendiendo parte de la Sierra Gorda en su parte oeste, abarcando parte de los estados de Guanajuato y Jalisco con climas secos y vegetación xerófila.

Los cuadros AA, S y AH que se encuentran en la zona norte de la SMO, están ubicados en la zona de la Gran Sierra Plegada, incluyendo parte de los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Estos cuadros son importantes por contener especies con una distribución restringida, como son *Argyrochosma formosa*, *Bommeria ehrenbergiana* y algunas especies de los géneros *Cheilanthes*, *Pellaea* y *Notholaena* (Figura 5, Cuadro 1).

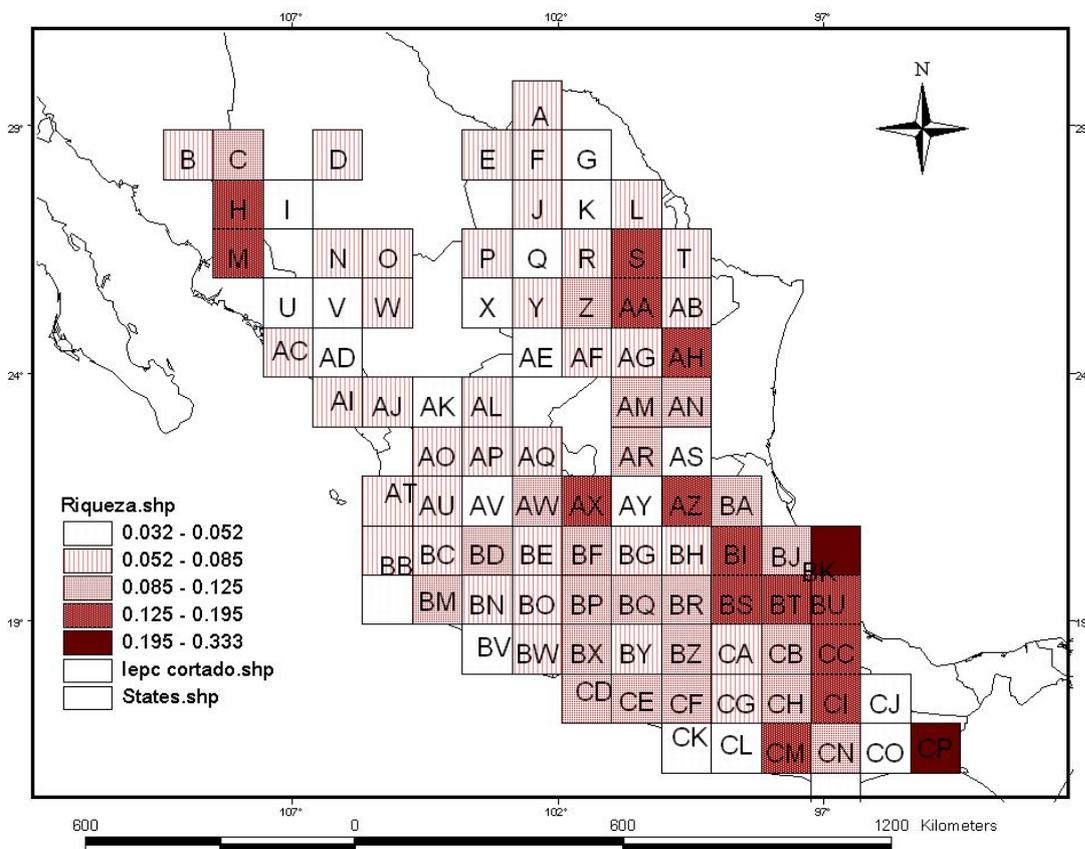


FIGURA 5. Índice de endemismo ponderado corregido para algunas especies de Polypodiales distribuidos en México.

A continuación se muestra una comparación entre los diferentes análisis realizados.

Cuadro 1. Valores de riqueza (riq), Índice de endemismo ponderado (WE) e Índice de endemismo ponderado corregido (CWE) para algunas especies de Polypodiales distribuidas en México

Clave	riq	WE	CWE	Clave	Riq	WE	CWE	Clave	Riq	WE	CWE	Clave	riq	WE	CWE
BU	49	7.9440	0.1621	CG	12	0.9918	0.0827	A	4	0.2876	0.0719	AX	1	0.1667	0.1667
BT	39	5.5752	0.1430	BY	12	0.7155	0.0596	I	4	0.2073	0.0518	H	1	0.1429	0.1429
CI	37	6.2060	0.1677	CN	11	0.9461	0.0860	BV	4	0.1924	0.0481	AL	1	0.0667	0.0667
AZ	37	5.3312	0.1441	BH	11	0.6602	0.0600	CO	4	0.1712	0.0428	BE	1	0.0667	0.0667
CB	35	3.5615	0.1018	CM	10	1.8008	0.1801	AD	4	0.1383	0.0346	AF	1	0.0625	0.0625
CC	31	6.0433	0.1949	CH	10	0.9947	0.0995	F	3	0.2554	0.0851	AI	1	0.0625	0.0625
BI	30	4.3212	0.1440	AU	10	0.6575	0.0658	AB	3	0.2387	0.0796	AP	1	0.0625	0.0625
CF	29	2.6949	0.0929	BX	9	0.9748	0.1083	BW	3	0.2240	0.0747	AQ	1	0.0625	0.0625
CE	28	2.8722	0.1026	AJ	9	0.7614	0.0846	BB	3	0.1766	0.0589	D	1	0.0625	0.0625
BR	24	2.8896	0.1204	CA	8	0.6467	0.0808	K	3	0.1448	0.0483	E	1	0.0625	0.0625
BZ	24	2.6234	0.1093	AG	8	0.5595	0.0699	CQ	3	0.1257	0.0419	L	1	0.0625	0.0625
BP	22	1.9209	0.0873	R	7	0.5263	0.0752	CP	2	0.5909	0.2955	N	1	0.0625	0.0625
BM	22	1.9102	0.0868	B	7	0.4489	0.0641	M	2	0.2823	0.1411	P	1	0.0625	0.0625
BS	20	2.8052	0.1403	AT	6	0.3648	0.0608	Z	2	0.2500	0.1250	Y	1	0.0625	0.0625
BQ	19	2.0570	0.1083	AY	6	0.2887	0.0481	T	2	0.1458	0.0729	AE	1	0.0500	0.0500
AA	18	2.9490	0.1638	CD	5	0.5500	0.1100	AC	2	0.1309	0.0655	Q	1	0.0500	0.0500
AN	18	1.8129	0.1007	BG	5	0.3576	0.0715	AO	2	0.1266	0.0633	X	1	0.0500	0.0500
BN	18	1.3922	0.0773	AV	5	0.2300	0.0460	O	2	0.1250	0.0625	CL	1	0.0400	0.0400
BD	17	1.7084	0.1005	S	4	0.7376	0.1844	W	2	0.1232	0.0616	BL	1	0.0357	0.0357
AH	14	1.9819	0.1416	C	4	0.4876	0.1219	J	2	0.1125	0.0563	V	1	0.0357	0.0357
BA	14	1.7481	0.1249	AR	4	0.4792	0.1198	AS	2	0.0958	0.0479	AK	1	0.0333	0.0333
BJ	14	1.3358	0.0954	BF	4	0.3768	0.0942	CK	2	0.0757	0.0379	CJ	1	0.0333	0.0333
BC	14	0.9443	0.0675	AW	4	0.3614	0.0904	U	2	0.0728	0.0364	G	1	0.0323	0.0323
BO	13	1.0528	0.0810	AM	4	0.3458	0.0865	BK	1	0.3333	0.3333				

La SMOc se caracteriza por tener valores bajos en cuanto al índice de endemismo ponderado, lo cual puede ser el resultado de la falta de recolectas de helechos en dicha área, aunque también pueden estar indicando la existencia de ciertas especies endémicas, por ejemplo especies propias de zonas áridas como son algunas especies de *Cheilanthes*.

En México este índice se ha aplicado a la distribución geográfica de plantas tales como Ternstroemiaceae (Luna-Vega *et al.*, 2004), gimnospermas (Contreras-Medina y Luna-Vega, 2007), Cactaceae (Santa Anna del Conde *et al.*, 2009) y helechos (Sanginés-Franco *et al.*, 2011).

Los tres métodos muestran que la zona más relevante es la que se encuentra en la unión de la SMO con la FVTM y la SMS. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Serrato *et al.* (2004) con *Ficus*, Salinas-Moreno *et al.* (2004) con

Coleoptera, Rodríguez et al. (2003) y Escalante et al. (2002) ambos con mamíferos, Flores-Villela (2009) con anfibios y reptiles y Rodríguez-Ruiz et al. (2011) con aves.

ANÁLISIS DE SIMPLICIDAD DE ENDEMISMOS (PAE)

La matriz de datos para este análisis contiene 95 especies por 96 áreas incluyendo a la raíz (Apéndice 2). Se obtuvieron 100,000 árboles igualmente parsimoniosos con una longitud $L = 455$, índice de consistencia $Ci = 20$ y un índice de retención $Ri = 52$. De estos árboles se obtuvo el árbol consenso estricto donde se colapsaron 74 nodos y tiene los siguientes parámetros: $L = 591$, $Ci = 16$ y $Ri = 34$ (Figura 6).

De las 95 especies estudiadas, se excluyeron cinco especies que se encuentran en un solo cuadro; dichas especies fueron *Asplenium semipinnatum* porque es endémica a San Luis Potosí, *Polybotrya polybotryoides* solo está en Veracruz y Oaxaca pero en el análisis pertenecen al mismo cuadro (BI), *Pteris vittata* que se encuentra sólo en Tamaulipas y Nuevo León, pero al igual que *Polybotria polybotryoides* las distribuciones son tan cercanas que solo se encuentra en un cuadro ubicado en la gran sierra plegada al norte de la SMO (AA), con *Stigmatopteris sordida* pasa lo mismo su distribución es de Veracruz y Oaxaca pero solo está en el cuadro CI y *Thelypteris atrovirens* aunque la distribución de esta especie en la literatura se marca para Hidalgo, Veracruz y Oaxaca, los ejemplares de Hidalgo no se encontraron por lo que sólo se encuentra en el cuadro CC. De esta forma, la matriz final incluyó sólo 90 especies por 96 cuadros, incluida la raíz.

En la figura 6 se muestra el consenso estricto de los 100,000 cladogramas de áreas obtenidos con el PAE. En esta figura es evidente la existencia de cuatro grupos que no están soportados por sinapomorfías.



Figura 6. Cladograma de consenso estricto obtenido a partir del análisis de la distribución de los helechos del CMM, los puntos negros muestran las sinapomorfías

El grupo I de la figura 6 está formado por dos subgrupos, el primero formado solamente por la celda BY abarcando parte del estado de Guerrero, estado de México y Michoacán en la SMS. El segundo subgrupo está formado por 10 celdas organizadas en una politomía basal de tres ramas, más el clado formado por las otras 7 celdas. Dentro de este último subgrupo se incluye un clado definido por cuatro sinapomorfías, representadas por las especies *Bolbitis hastata*, *Hypolepis nigrescens*, *Stigmatopteris longicaudata* y *Thelypteris scalaris*, formada por los cuadros CB, AZ, BI, CI, BT, BU y

CC, que están localizados en la zona limítrofe del este de la SMS, la FVTM y la parte sur de la SMO, la cual forma un área de endemismo (Figura 7).

El grupo II de la figura 6 está formado por dos subgrupos, el primero constituido solamente por AY, celda ubicada en los límites de San Luis Potosí y Guanajuato. El segundo subgrupo está formado por las celdas BH, AG, AA, AH y AN. No existen más de dos sinapomorfías que apoyen al grupo, *Polystichum acrostichooides* separa a AH y AN de AA y *Pellaea notabilis* que define el clado AH y AN (Figura 7).

El grupo III está formado por una politomía de cuatro ramas y cinco celdas; BD, BP, BQ, BR y BS, las cuales están ubicadas en la zona central de la FVTM abarcando los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Estado de México, Morelos y Puebla. El grupo IV está formado por dos celdas, la BC y la BM las cuales se encuentran en el estado de Jalisco en la zona oeste de la FVTM. Los grupos III y IV tienen muy poco apoyo al no estar sustentadas por sinapomorfías (Figura 7).

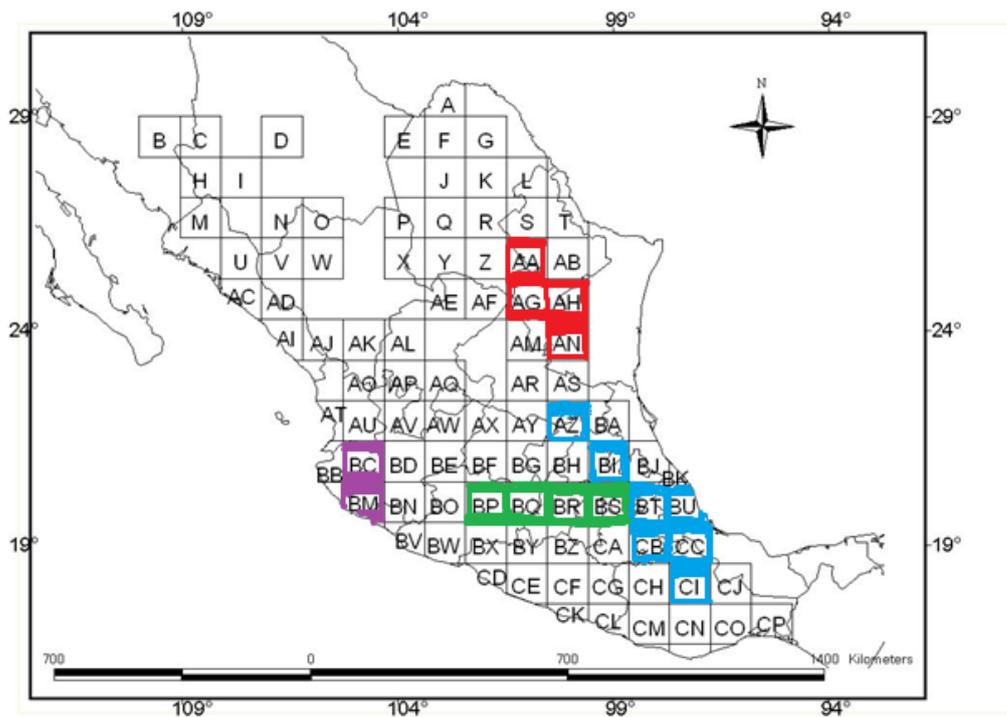


Figura 7. Grupos obtenidos mediante el PAE. Grupo I (azul); grupo II (rojo); grupo III (verde) y grupo IV (morado).

El cladograma de consenso estricto de áreas resultante mediante el PAE (Figura 6) muestra poca definición en sus ramas, además de presentar una politomía en la base del mismo. Siguiendo a Rosen (1988), podríamos sugerir que los gradientes ecológicos o las zonas de transición probablemente sean los responsables de este resultado, debido a la complejidad de dichas zonas podemos encontrar muchas

especies que convergen ahí, lo que provoca que la definición del cladograma no sea clara porque las áreas pueden tener diferentes historias geológicas, sin embargo, lo más probable es que el agrupamiento obtenido se deba a que algunas celdas presentan una baja riqueza, principalmente las celdas ubicadas en la SMOc. Esta falta de datos se puede deber a varios factores, como son: a) la falta de exploración florística en dicha sierra y la escasa investigación en este grupo de plantas en la zona por la poca accesibilidad que se tiene a ella; b) el conocimiento en general de la SMOc es muy pobre y se limita a áreas restringidas, áreas donde se han realizado los principales estudios florísticos o recolectas de ejemplares (Ferrari *et al.*, 2005); y c) en la SMOc ocurren diferentes tipos de vegetación que requieren de poca humedad, lo que también puede estar provocando la baja diversidad de helechos en la zona, además de que algunas celdas contienen solo vestigios de la vegetación original.

El principal problema que se tuvo al correr el análisis de PAE fue que existe un mayor número de áreas que de especies, cuando es recomendable tener un mayor número de especies que de áreas, para que el cladograma se resuelva mejor.

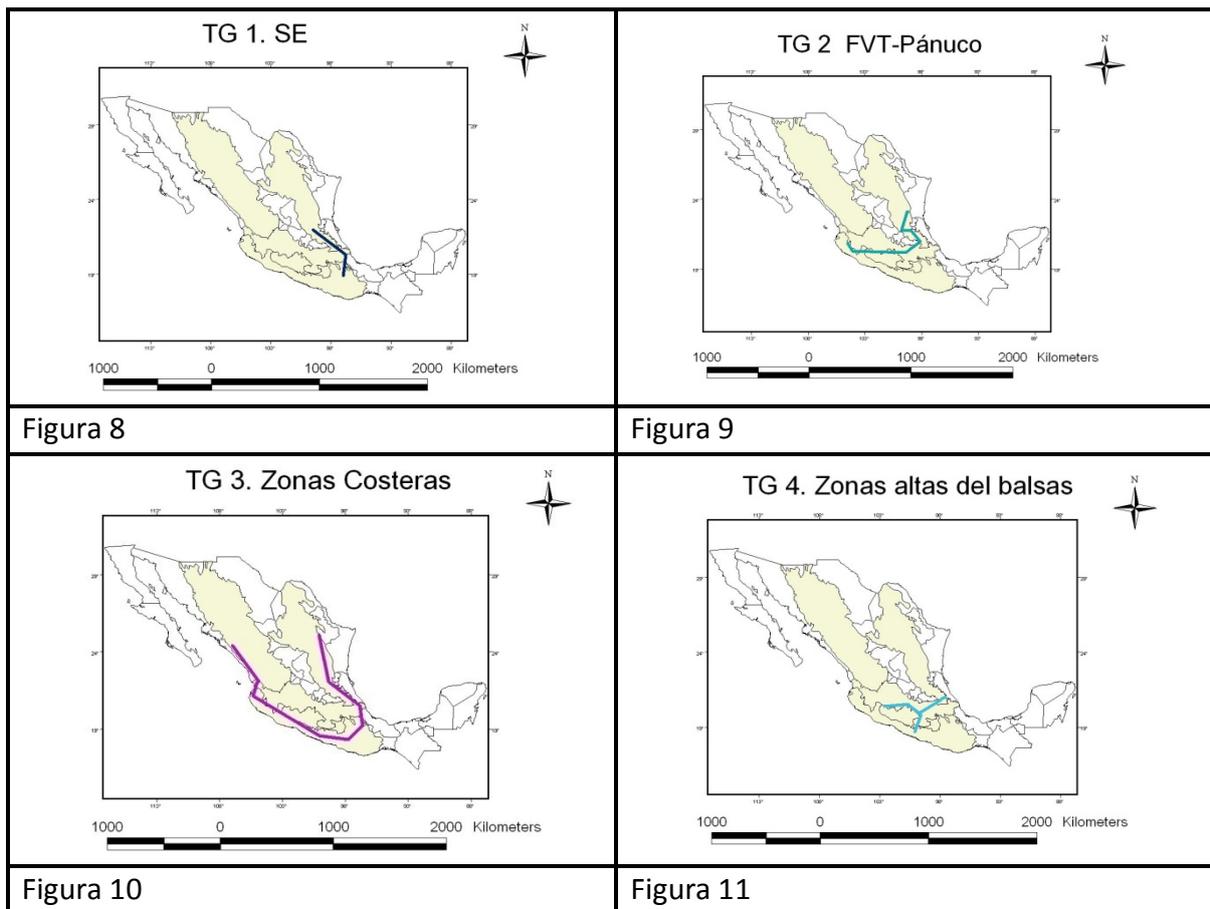
Se encontraron cuatro áreas de endemismo en el cladograma de áreas mediante el PAE que están constituidas por los diferentes grupos mencionados en la figura 6, la primera y más grande formada por el grupo I se localiza en la zona de transición entre la SMO, la SMS y la FVTM, área que ha sido sugerida como un área compleja y con una alta diversidad de especies por cuadro en otros estudios (Luna-Vega *et al.*, 1999; Contreras-Medina *et al.*, 2007; Sanginés-Franco *et al.*, 2011).

Este mismo cladograma muestra una separación de la FVTM en una zona oeste, central y este; este patrón fue antes obtenido por Torres-Miranda y Luna-Vega (2006). También se pudo observar una separación de la SMO en dos partes una zona norte y otra central, dividida la zona de los cañones del Pánuco, como lo muestran Sanginés-Franco *et al.* (2011, González-Zamora *et al.* (2007), Santa Anna del Conde (2007). Estos resultados son muy similares también a los obtenidos por Luna-Vega *et al.* (1999), quienes estudiaron las relaciones existentes de los bosques de niebla de México, los cuales indican que la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre del Sur no representan unidades naturales. Además, el trabajo con helmintos parásitos de Aguilar-Aguilar *et al.* (2003) muestra una separación de la región Neártica y de la Neotropical a la altura del Río Pánuco.

PANBIOGEOGRAFÍA

Los trazos generalizados u homologías primarias sugieren historias comunes en la composición de sus biotas. En este estudio, se dibujaron 89 trazos individuales (TI) (Apéndice 3) de las 95 especies, de seis especie no se dibujaron los TI, debido a que tuvieron solo un punto dentro del CMM o sus localidades están muy cercanas entre sí y no se forma un trazo. Estas especies fueron *Adiantum trichochlaenum*, *Asplenium semipinnatum*, *Dryopteris pseudofilix-mas*, *Polybotrya polybotryoides*, *Stigmatopteris sordida* y *Thelypteris atrovirens*.

A partir de los TI se dibujaron los trazos generalizados (TG), sobreponiendo y comparando cada uno de los trazos individuales, de tal forma que existiera congruencia en su distribución, además de tener el apoyo de las curvas de nivel para ver la congruencia de su distribución altitudinalmente. Se obtuvieron 11 trazos generalizados (Figuras 8-18).



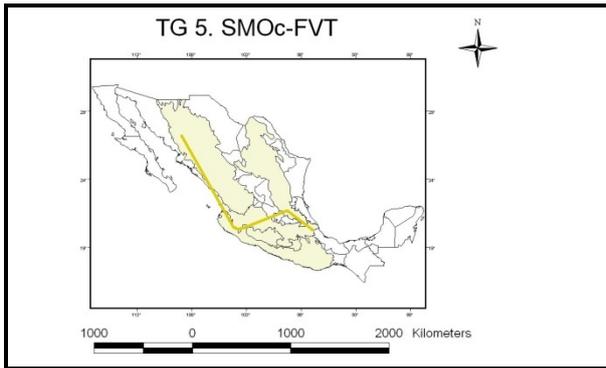


Figura 12

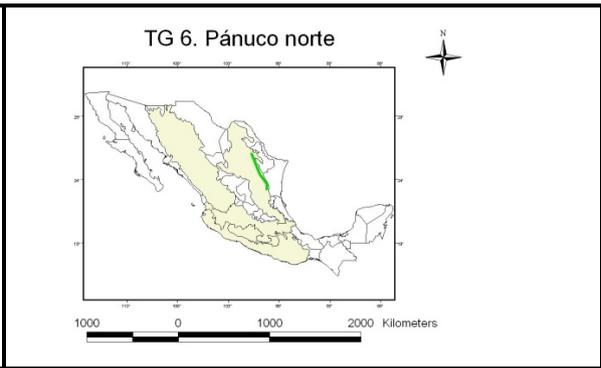


Figura 13

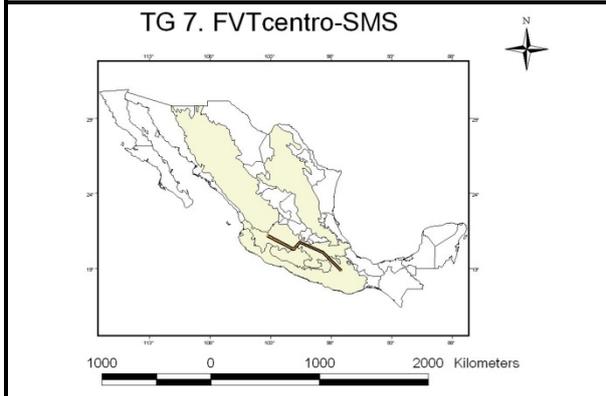


Figura 14

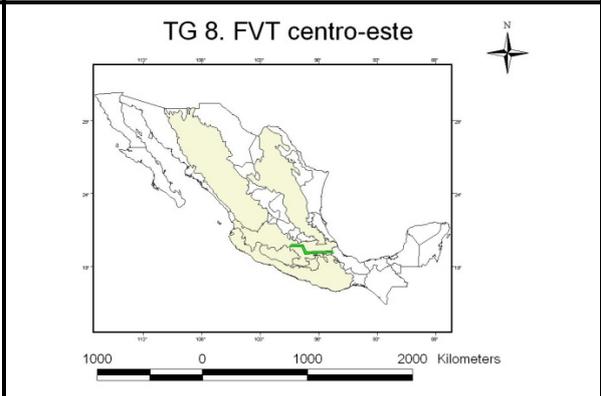


Figura 15

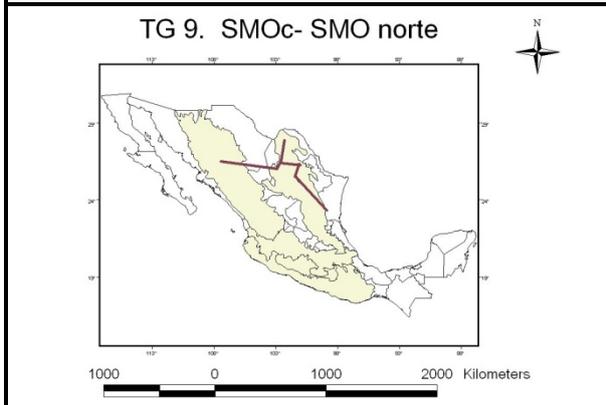


Figura 16

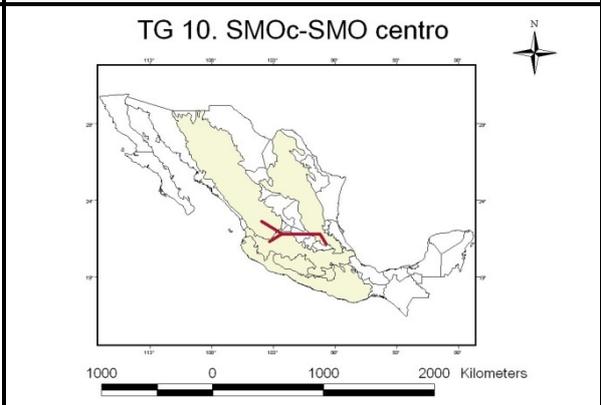


Figura 17

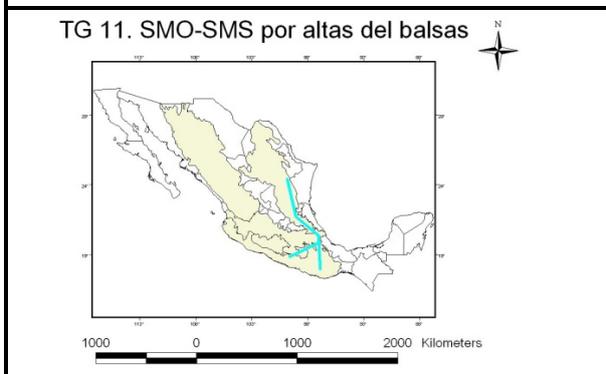


Figura 18

A partir de la intersección de los TG, se encontraron 12 nodos (Figura 19) los cuales representan zonas de contacto de dos o más placas tectónicas, o de zonas geográficas de distinto origen, y por ende de dos o más historias bióticas diferentes, lo cual muestra una heterogenidad en el área y por tanto en la riqueza de especies así como en su origen espacio-temporal (Contreras-Medina y Elosa-León, 2001; García-Marmolejo, 2003; Escalante y Morrone, 2004; Morrone, 2004; Trujano, 2004).

Trazos generalizados y Nodos

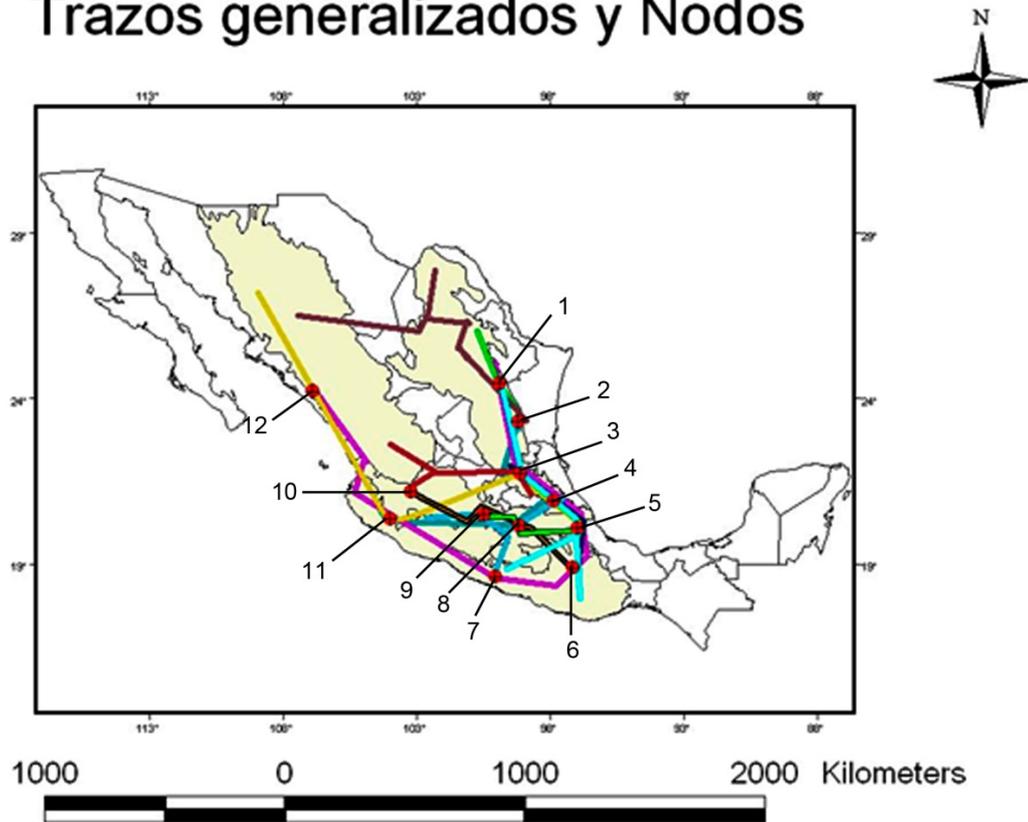


Figura 19. Trazos generalizados y nodos encontrados con base en la distribución de 89 especies de Polypodiales.

El análisis panbiogeográfico arroja que la SMO no es una unidad natural sino que esta se separa en tres unidades diferentes:

- a) La Gran Sierra Plegada. Formada por los TG 6 y 9 que se encuentran por arriba del Río Pánuco, dividiendo a la SMO en una parte norte y los TG 2 y 11 que llegan por debajo del Río San Fernando en la zona centro del estado de Tamaulipas hasta Nuevo León y cruzan por la zona este de la SMO. Estos dos últimos trazos también llegan a la parte sur e incluso el TG 2 cruza por la zona central hasta la SMS, en su parte más norte, en el estado de Michoacán, mientras que el TG 11 cruza hacia el sur de la

SMO llegando a la SMS por su parte más occidental a los estados de Oaxaca y Guerrero.

- b) La zona centro de la SMO, que corresponde a la Sierra Gorda de Querétaro. Formada por los TG 1, 5 y 10, cuyos trazos no cruzan el Río Pánuco, el cual está funcionando como una línea de base. Estos trazos que dividen a la zona central de la SMO tienen historias evolutivas muy diferentes: el TG 1 cruza de Querétaro a Oaxaca cruzando por la Sierra Norte de Puebla, el TG 5 cruza de Veracruz por la Sierra Norte de Puebla a Querétaro pero llegando hasta la parte norte de la SMOc, este trazo cruza todo el componente por la FVTM, pero por la parte del Altiplano central, por lo que se son especies que se pueden adaptar fácil a diferentes ecosistemas, el TG 10 cruza por Hidalgo a Jalisco por la zona de Guanajuato de igual forma este trazo atraviesa hacia la zona sur de la SMOc
- c) La Sierra de Chiconquiaco, Puebla-Veracruz. Incluye la parte sur de la SMO, sin embargo es difícil delimitar hasta donde llega la SMO y donde comienza la FVTM, ya que es la zona más compleja de toda el área de estudio dividida por los TG 1, 2, 3, 5, 10 y 11. Cada uno de estos trazos tiene direcciones muy diferentes como ya se mencionó en las dos zonas anteriores, aquí es donde varios trazos convergen y se forma el anidamiento de trazos, donde además se encuentran los nodos 3 y 4 formado también por otros trazos que definen mucho más a la FVTM pero que llegan a esta zona de Puebla e Hidalgo, en esta zona encontramos la mayor cantidad de especies y se puede considerar como un hotspot. Otra de las características es que en esta área se encontramos bosques mesófilos de montaña, que es el tipo de vegetación con más diversidad de especies de helechos en México.

Los resultados obtenidos coinciden con otros ya publicados como es el caso Montejano-Zurita *et al.* (2004) con algas y el de González-Zamora *et al.* (2007) con compuestas, quienes mencionan que una de las zonas con mayor riqueza es la Sierra Gorda de Querétaro. También coinciden en las zonas centro y norte de la Sierra Madre Oriental con el estudio de Santa Anna del Conde (2007), quien estudió las cactáceas de la SMO. En su trabajo, este autor muestra que la parte norte de la SMO se separa

de la zona centro y sur, lo que también fue encontrado por Sanginés-Franco *et al.* (2011) con base en helechos de varios grupos.

La SMOc no muestra una división como tal, lo cual nos indica que su formación fue más homogénea como mencionan Ferrari *et al.*, (2005), aunque esto no implica que todo el sistema sea homogéneo. La SMOc contiene dos TG y un nodo que está en el Río San Lorenzo, que cruza de Sinaloa a Durango por la Sierra del Espinazo del Diablo. Este nodo (12) está formado por los TG 3 y 5 que es donde es posible encontrar especies propias de la costa y especies propias de las zonas altas de las montañas. Esta Sierra es la que presenta menor humedad y por tanto menos especies de helechos.

En cuanto a la FVTM hay varios trazos que muestran que no es un área natural tal como lo mencionan Torres-Miranda y Luna-Vega (2006) y Barrera-Moreno *et al.* (2011). Está formada por tres zonas distintas, que son la oriental, la zona central y la zona occidental. En ella se pueden encontrar el TG 8 que va de del centro de Veracruz hasta el Estado de México, cruzando la FVTM por su parte central; el TG 7 cruza la FVTM de norte a sur por los estados de Jalisco y Michoacán hacia la sierra norte de Oaxaca; y el TG 2 cruza de oeste a este, de Nayarit a Tamaulipas, sin embargo este trazo no llega a la zona este de la FVTM sino que a la altura de Querétaro se desvía hacia el norte de la SMO.

La FVTM es una de las zonas más interesantes del CMM, ya que al ser la sierra que cruza de oeste a este el país, ha servido como corredor para muchos organismos (Munguía, 2004; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005; Ceballos y Navarro, 1991), aunque también ha funcionado como barrera para otros. Lo anterior está evidenciado porque la mayoría de los TG que van desde la SMO a la SMOc o a la SMS pasando por la FVTM, por ejemplo los TG 1, 2, 3, 4, 5, 10 y 11. Los TG que se localizan sólo en la FVTM y que son los que permiten argumentar la separación de la FVTM son el TG 8, que forma parte de los nodos 5, 8 y 9 y el TG 7 que forma parte de los nodos 6 y 10.

La SMS no tiene un trazo único que la defina como tal. En el TG 3 se observa como un sistema continuo en toda la franja del pacífico que va desde el norte de la SMOc hasta el norte de la SMO por todas las zonas costeras. Las especies que conforman este trazo generalizado se caracterizan por preferir altitudes bajas y climas húmedos, como ocurre en el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical subcaducifolio. Este trazo es congruente con lo que sustentan Navarro (1998) y Morrone (2005), quienes opinan es una provincia que limita al sur con los lomeríos de

la provincia biótica de la Costa del Pacífico. En su parte sureste de la SMS existe una zona compleja, donde los TG 1, 3 y 11 muestran una estrecha relación con la SMO, mientras que los TG 7 y 8 muestran una mayor relación con la FVTM. A la altura de las serranías de Taxco, en la FVTM, se forma un nodo (7) constituido por tres TG que son el 3, 4 y el 11.

Aunque la Depresión del Balsas no fue incluida en este análisis, se puede argumentar que actúa como una línea de base ya que está separando las especies que se distribuyen principalmente en altitudes de bajas a medias en las diferentes montañas, de las que se distribuyen en altitudes mayores.

La ubicación de la mayoría de los nodos se encuentra en las zonas limítrofes de las diferentes sierras que comprenden el CMM. En la zona de transición de la FVTM, la SMS y la SMO se encontró una importante superposición de trazos, es decir que varios TG pasan por esa zona, lo cual indica que es una zona de alta diversidad y con una historia geológica compleja. La SMS y la SMO fueron propuestas por varios autores como un área continua en el pasado, que fue fragmentada por el surgimiento de la FVTM (León-Paniagua y Morrone 2009; Toledo, 1982; McDonald, 1993; Luna et al., 1999). Esta región tiene 3 de los 11 nodos que están en el estado de Veracruz cerca del municipio de Huayacocotla, en la Sierra Gorda de Querétaro y en la zona húmeda del estado de México.

Dos de los 12 nodos encontrados en este trabajo se encuentran en la zona norte de la SMO, uno ubicado en el área de la reserva de El Cielo en Tamaulipas formado por los TG 6 y 9 (nodo 2), y el otro nodo formado por los TG 3 y 9 ubicado en el estado de Nuevo León (nodo 1), donde se encuentra la Gran Sierra Plegada, la cual es un área que se caracteriza por compartir especies tanto de la SMO como de la SMOc. Otro de los nodos (nodo 12) está formado por los TG 3 y 5 y se ubica en la zona norte de la SMOc, en la cordillera del Espinazo del Diablo, donde convergen los estados de Durango y Sinaloa; dicha zona se caracteriza por ser de las más húmedas de la SMOc. El nodo 11 se encuentra en el límite de la FVTM y en el extremo noroeste de la SMS, localizado en el estado de Michoacán y está formado por los TG 2, 3 y 5. El nodo 10 se encuentra en los límites de la SMOc en su parte más sur y la FVTM en la parte central del estado de Jalisco, incluyendo parte de la Sierra de Manantlán, y está formado por los TG 7 y 10. El nodo 7 se encuentra en el estado de Guerrero en la SMS formado por los TG 3, 4 y 11. Por último los nodos 8 y 9 se encuentran en la parte central de la FVTM en los estados de Puebla y Estado de México; éstos muestran la complejidad de

esta zona y están relativamente cerca uno de otro. El primero está formado por los TG 2, 4, 7 y 8; el otro por los TG 2, 4 y 8.

CONSERVACIÓN

La protección de especies emblemáticas, diversidad, recambio de especies, vulnerabilidad, presencia de especies restringidas o en alguna categoría de conservación, además de los procesos ecológicos y del funcionamiento del paisaje, han sido los principales criterios empleados para elegir áreas a conservar (Arita *et al.* 1997, Nott y Pimm 1997, Scott *et al.* 1999, Urquiza-Haas *et al.* 2011). La mayoría de los helechos son muy vulnerables a los cambios climáticos, y además contribuyen con diferentes procesos ecológicos, por lo que son importantes para considerarlos al decidir zonas de conservación. En México existen diferentes proyectos para conservar zonas importantes debido a su diversidad como son las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), que son regiones decretadas por el gobierno para conservación debido a su importancia biológica y poseen varias categorías como Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, Parques y Reservas Estatales, etc. (Arriaga *et al.*, 2000). Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) se orientan a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos, y corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional (Arriaga *et al.*, 2000). Las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA's) surgen con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves; cada AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica (Arriaga *et al.*, 2000).

Los nodos panbiogeográficos aportan elementos para el análisis y la comprensión de los procesos que han modelado la evolución biótica, y permiten elaborar propuestas para la conservación, sobre todo de aquellas áreas que se conocen como "hotspots", que en su concepción original son áreas que ofrecen concentraciones importantes de riqueza, endemismo y una pérdida excepcional del hábitat, además de tener una alta riqueza de taxones endémicos (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003; Escalante *et al.*, 2004; González-Zamora *et al.*, 2007).

Se compararon los nodos obtenidos en este estudio con los mapas de las ANP's, RTP's y AICA's mexicanas (figuras 20, 21 y 22). Se observa que dos de los 12 nodos están dentro de dos zonas consideradas como (ANP) (figura 20); el nodo 8 está

en la ANP San Nicolás Totolapan en el Distrito Federal en la zona central de la FVTM, la cual es muy importante, ya que es de las pocas ANP que se encuentran dentro de la zona urbana. El nodo 2 está en El Cielo en el estado de Tamaulipas, en el norte de la SMO, que es una de las pocas reservas que hay en el norte del país.

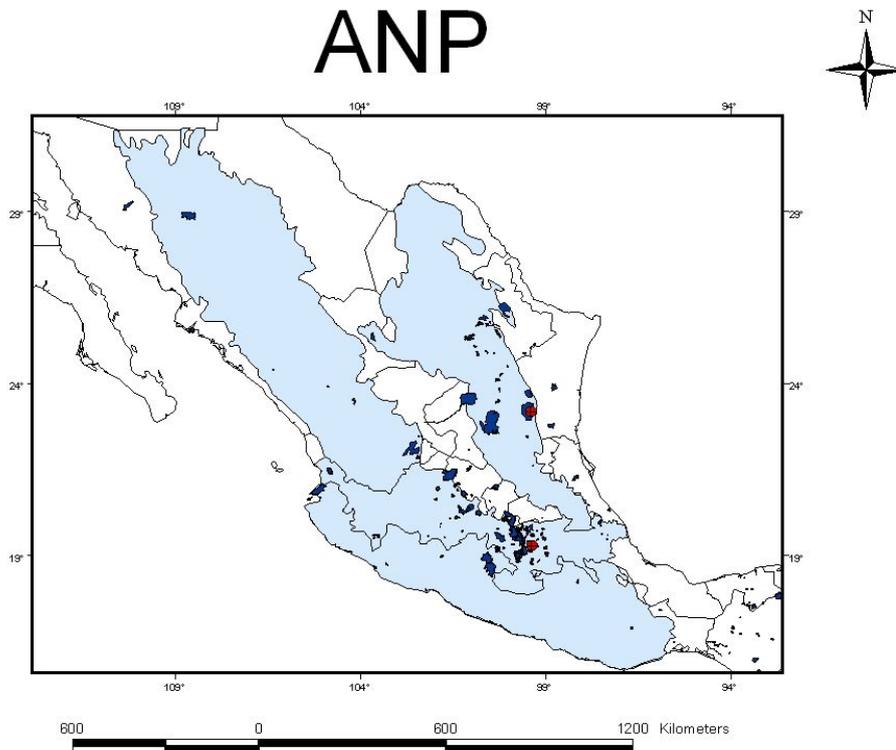


Figura 20. Nodos obtenidos en este estudio que coinciden con algún ANP.

Dentro de las RTP's se encontraron nueve de los 12 nodos (figura 21). El nodo 11 está en la reserva de Manantlán-Volcán de Colima en el estado de Jalisco. El nodo 7 está en la Sierra Madre del Sur de Guerrero, en el estado de Guerrero. El nodo 6 está en el Valle Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Oaxaca. El nodo 8 está en el Ajusco-Chichinautzin en el Distrito Federal. El nodo 9 está en la Sierra de Chincua en el Estado de México colindando con Michoacán. El nodo 4 está en los Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental en los estados de Puebla e Hidalgo. El nodo 3 está en la Sierra Gorda-Río Moctezuma en el estado de Querétaro y San Luis Potosí. El nodo 2 está en El Cielo en el estado de Tamaulipas. Por último, el nodo 1 está en el Cañón de Iturbide en el estado de Nuevo León.

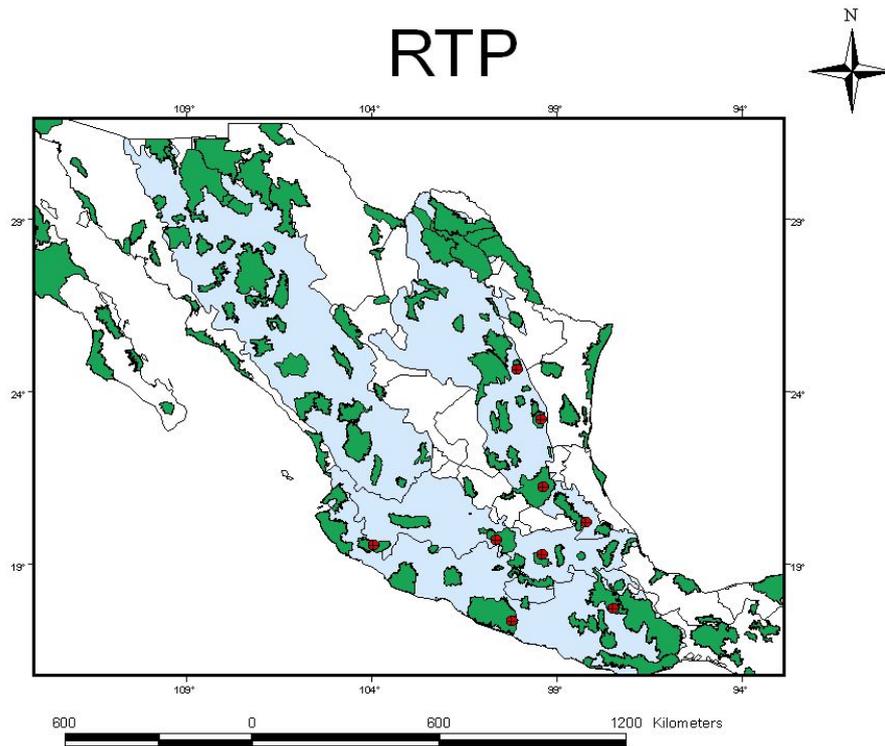


Figura 21. Nodos encontrados en este estudio que coinciden con algunas RTP's.

Siete de los 12 nodos están presentes en las AICA's (figura 22). El nodo 2 está en El Cielo en el estado de Tamaulipas. El nodo 3 en La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda en el estado de Querétaro en los límites de Hidalgo y San Luis Potosí. El nodo 5 está en Centro de Veracruz en el estado de Veracruz-Puebla. El nodo 6 está en Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Oaxaca. El nodo 8 está en el Sur del Valle de México entre los estados de Morelos y Distrito Federal. El nodo 9 está en la Sierra Chincua en el estado de Michoacán. Y nodo 11 está en la Sierra de Manantlán en el estado de Jalisco.

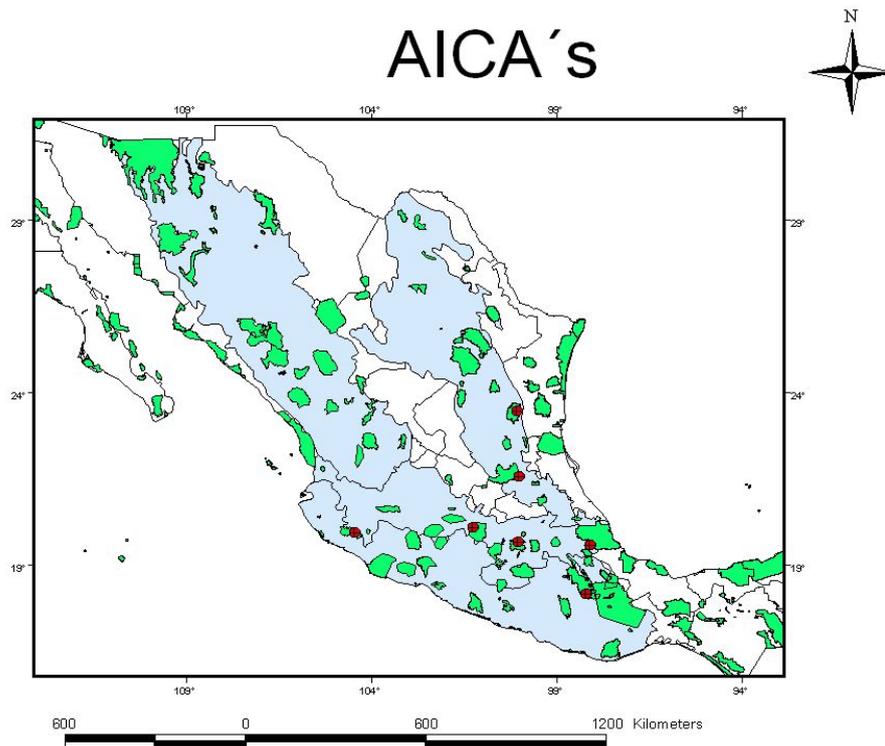


Figura 22. Nodos encontrados en este estudio que coinciden con algunas de las AICA's

CONCLUSIONES

El orden de los Polydiales es relativamente nuevo con respecto a otros grupos de helechos, incluso más reciente que muchos grupos de angiospermas tal como lo demuestran diferentes análisis realizados por Smith *et al.* (2006). A pesar que muchos autores han mencionado que la distribución de los helechos no forman patrones, principalmente porque su reproducción se lleva a cabo por esporas que pueden ser transportadas por viento o por agua, en este trabajo se demuestra que su distribución geográfica no está asociada con la dispersión al azar, sino que más bien forman patrones que coinciden con la distribución de otros taxones como son los encinos, compuestas, algas, cactáceas y gimnospermas, entre otros grupos de organismos inclusive de animales.

La zona con una mayor riqueza es la SMS, debido a que en casi todos los cuadros que pertenecen a este componente presentan una riqueza de entre 12 y 49 especies. Le sigue en importancia la SMO, principalmente aquellos cuadros que incluyen bosque mesófilo de montaña en la parte de los estados de Hidalgo, Querétaro y la Sierra Norte de Puebla. Sin embargo, la parte de Veracruz donde convergen la FVTM y la SMO también incluye cuadros con gran riqueza.

En un análisis biogeográfico cladístico, Liebherr (1994), quien encontró una estrecha relación entre la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana. Asimismo, encontró una relación cercana entre la SMO y la SMOc. Ambas relaciones fueron encontradas en este estudio.

El análisis de riqueza muestra que los cuadros con más de 20 especies presentes de las 95 especies analizadas son el AZ, BT, BU, CC y CI. Si aplicamos el índice de endemismo ponderado se muestra que los mismos cuadros son importantes, dichos cuadros representan un porcentaje cercano al 0.8 (considerando que el valor máximo es 1.0, mismo que indicaría que existe una coincidencia total entre la riqueza y el endemismo). Al aplicar el índice de endemismo ponderado corregido las cosas cambian un poco, porque esta corrección le da más peso a las especies de distribución restringida, que se encuentran en pocas celdas, y se suman como áreas importantes el cuadro H y el M en la SMOc y el CP en la SMS. No obstante, los cuadros que resultan ser importantes en el análisis de riqueza se siguen manteniendo como importantes.

Los diferentes análisis realizados muestran la complejidad del área, sobre todo en la parte sur de la SMO donde convergen con la FVTM y la SMS y donde se ubican dos de los nodos panbiogeográficos (3 y 4). Además es la zona donde mejor se resuelve el cladograma de consenso estricto obtenido por el PAE. Esta zona coincide con el trazo generalizado 1 y con parte de algunos otros trazos generalizados que se sobrelapan con los cuadros con mayor riqueza y con los cuadros con los valores más altos del índice ponderado y endemismo ponderado corregido. Esto puede deberse a que es la zona más húmeda donde son frecuentes los bosques mesófilos de montaña y la mayor cantidad de encinares húmedos. Otra zona que está bien definida por el PAE está formada por los cuadros AA, AH y AN (grupo II), que corresponde a la parte norte de la SMO.

Uno de los grandes problemas que tiene la SMOc es la poca cantidad de datos que existen, debido a la falta de trabajo de campo en la zona en general además de ser la sierra con menor humedad, característica importante para el desarrollo de los helechos. La mayoría de los datos son muy locales y generalmente de sitios cercanos a las ciudades donde hay algún centro de investigación, como es el caso de los estados de Jalisco y Sinaloa. La parte norte de la Sierra está especialmente mal colectada. Lo anterior también ocurre con la SMS donde hay pocos registros en comparación con los que se encuentran en la FVTM y en la SMO, donde se localizan las principales zonas urbanas respectivamente y el grupo de trabajo del INECOL en la ciudad de Xalapa.

El cladograma de consenso estricto obtenido mediante el PAE incluyó una gran cantidad de politomías, lo cual puede deberse a varias causas: a) a la calidad de los datos, sobre todo en la SMOc; b) que se incluyeron en el análisis más áreas que especies, cuando lo ideal es tener más especies que áreas para tener una mejor definición del cladograma.

Las zonas determinadas como áreas de endemismo coinciden con los resultados del análisis panbiogeográfico, mostrando nodos y áreas de endemismo en los mismos sitios.

En estas zonas convergen no solo diferentes tipos de vegetación, sino diferentes tipos de suelos y con una historia geológica diferente, lo que hace que su complejidad biológica sea mayor.

Mediante el análisis de trazos, se pudieron determinar algunas líneas de base, que corresponden principalmente a diferentes cauces de ríos, como lo son el Río Grande de Santiago que nace en el estado de Nayarit y va hasta el estado de Guanajuato con múltiples bifurcaciones, esta línea está asociada a los TG 2, 4 y 7 y a los nodos 10 y 12. El Río Balsas que nace entre Michoacán y Guerrero la cual está asociada a los TG 3, 5, 8 y 11 y con los nodos 6 y 8. El Pánuco que nace en la parte norte del estado de Veracruz y llega hasta el centro de San Luis Potosí y Puebla que está asociada con los TG 1, 2, 6, 9 y 10 y con los nodos 3 y 4.

En todos los análisis es evidente una estrecha relación entre el norte de la SMO y el norte de la SMOc, lo cual podría explicarse mediante la hipótesis que para algunas especies de helechos el Altiplano Norte no está actuando como una barrera como lo hace para la mayoría de las especies. Esta relación entre la SMOc y SMO ya había sido vislumbrada por Marshall y Liebherr (2001) y ha sido confirmada por Morrone y Márquez (2001) con coleópteros y Torres-Miranda (com. Pers.) con encinos rojos. Esta relación puede detectarse mediante el trazo generalizado 9 y con el valor alto del índice de endemismo ponderado corregido en la SMOc.

Con respecto a la conservación, los nodos 8 y 2 son considerados de los más importantes debido a que se encuentran tanto en la ANP, RTP y AICA situados en el Distrito Federal y en El Cielo en Tamaulipas: La primera es muy importante debido a que es una zona situada dentro de un área urbana y eso aumenta su vulnerabilidad.

Los nodos 3, 6, 9 y 11 forman parte tanto de las RTP's como de las AICA's, y solo los nodos 10 y 12 no forman parte de ninguna de las áreas protegidas en alguna de las categorías.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-AGUILAR, R., R. CONTRERAS-MEDINA, Y G. SALGADO-MALDONADO.** 2003. PARSIMONY ANALYSIS OF ENDEMICITY (PAE) OF MEXICAN HYDROLOGICAL BASINS BASED ON HELMINTH PARASITES OF FRESHWATER FISHES. JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY, 30: 1861–1872
- ALANIZ-ÁLVAREZ, S.A., Á.F. NIETO-SAMANIEGO Y L. FERRARI.** 1998. EFFECTS OF STRAIN RATE IN THE DISTRIBUTION OF MONOGENETIC AND POLYGENETIC VOLCANISM IN THE TRANSMEXICAN VOLCANIC BELT. GEOLOGY 26: 591-594.
- ALANIZ-ÁLVAREZ, S.A., Á.F. NIETO-SAMANIEGO, D. MORÁN-ZENTENO Y L. ALBA-ALDAVE.** 2002. RHYOLITIC VOLCANISM IN EXTENSION ZONE ASSOCIATED WITH STRIKE-SLIP TECTONICS IN THE TAXCO REGION, SOUTHERN MÉXICO: JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH 118: 1-14.
- ALLAN, J.** 1986. GEOLOGY OF THE COLIMA AND ZACOALCO GRABENS, SW MEXICO: LATE CENOZOIC RIFTING IN THE MEXICAN VOLCANIC BELT: GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN 97: 473-485.
- ARITA, H., F. FIGUEROA, A. FRISH, P. RODRÍGUEZ Y K. SANTOS DEL PRADO.** 1997. GEOGRAPHICAL RANGE SIZE AND THE CONSERVATION OF MEXICAN MAMMALS. CONSERVACIÓN BIOLÓGICA. 11: 92-100.
- ANDERSON, S.** 1994. AREA AND ENDEMISM. QUARTERLY REVIEW OF BIOLOGY. 69, 451–471.
- ARRIAGA, L., J.M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ Y E. LOA (COORDINADORES).** 2000. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS DE MÉXICO. COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD, MÉXICO.
- BARRERA-MORENO, O., T. ESCALANTE Y G. RODRÍGUEZ.** 2011. PANBIOGEOGRAFÍA Y MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO CON ROEDORES EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA. REVISTA GEOGRÁFICA NORTE Gd., SANTIAGO. 48: 11-25.
- BEUKEMA, H. Y M. VAN NOORDWIJK.** 2004. TERRESTRIAL PTERIDOPHYTES AS INDICATORS OF A FOREST-LIKE ENVIRONMENT IN RUBBER PRODUCTION SYSTEMS IN THE LOWLANDS OF JAMBI, SUMATRA. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS AND ENVIRONMENT 104: 63-73.
- BLAKE, E. R.** 1950. A REPORT ON A COLLECTION OF BIRDS FROM GUERRERO, MÉXICO. FIELDIANA ZOOLOGY 31:373-392.

- BLANCAS-CALVA, E., A. NAVARRO-SIGUENZA Y J.J. MORRONE.** 2010. PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA AVIFAUNA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR. REVISTA MEXICANA DE BIODIVERSIDAD. 81 (2): 561-568.
- CÁRDENAS, G.G., K.J. HALME Y H. TUOMISTO.** 2007. RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE ESPECIES DE PTERIDOFITAS EN LA ZONA DEL RÍO YAVARÍ-MIRÍN, AMAZONÍA PERUANA. BIOTROPICA 39: 637-646.
- CEBALLOS M.D. Y D. NAVARRO.** 1991. DIVERSITY AND CONSERVATION OF MEXICAN MAMMALS. EN MARES MA, SCHMIDLY D. (EDS.) TOPICS IN LATIN AMERICAN MAMMALIAN BIOLOGY: ECOLOGY, CONSERVATION AN EDUCATION. OKLAHOMA UNIVERSITY PRESS. NORMAN, OK. EEUU. PP. 166-197.
- Carranza-Edwards, A.** 1978. Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de Oceanografía. 10 al 13 de abril. Ensenada, BC. En: *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CERVANTES-ZAMORA, Y., S.L. CORNEJO-OLGUÍN, R. LUCERO-MÁRQUEZ, J.M. ESPINOZA-RODRÍGUEZ, E. MIRANDA-VÁZQUEZ Y A. PINEDA-VELÁZQUEZ.** 1990. CLASIFICACIÓN DE REGIONES NATURALES DE MÉXICO II, IV.10.2. *ATLAS NACIONAL DE MÉXICO*. VOL. 2, ESCALA 1: 4 000000. INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F.
- CONTRERAS-MEDINA, R.** 2004. GIMNOSPERMAS. EN LUNA-VEGA I., MORRONE J.J. Y ESPINOSA D. (EDS.) BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. MÉXICO, CONABIO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F. PP. 137-159.
- CONTRERAS-MEDINA, R., Y H. ELIOSA-LEÓN.** 2001. UNA VISIÓN PANBIOGEOGRÁFICA PRELIMINAR DE MÉXICO. EN: LLORENTE J. Y MORRONE J.J. (EDS.). *INTRODUCCIÓN A LA BIOGEOGRAFÍA EN LATINOAMÉRICA: TEORÍA, CONCEPTOS, MÉTODOS Y APLICACIONES*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F. PP. 207-211.
- CONTRERAS-MEDINA, R. E I. LUNA-VEGA.** 2007. SPECIES RICHNESS, ENDEMISM AND CONSERVATION OF MEXICAN GYMNOSPERMS. BIODIVERSITY AND CONSERVATION 16: 1803-1821.

- CONTRERAS-MEDINA, R., I. LUNA-VEGA Y J.J. MORRONE.** 2007. APPLICATION OF PARSIMONY ANALYSIS OF ENDEMICITY TO MEXICAN GYMNOSPERM DISTRIBUTIONS: GRID-CELLS, BIOGEOGRAPHICAL PROVINCES AND TRACK ANALYSIS. *BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY*, 92: 405–417.
- CRISP, M.D., S. LAFFAN, H.P. LINDER Y A. MONRO.** 2001. ENDEMISM IN THE AUSTRALIAN FLORA. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 28: 184-198.
- CROIZAT, L.** 1958. PANBIOGEOGRAPHY. PUBLICADO POR EL AUTOR. CARACAS, VENEZUELA.
- CROIZAT, L.** 1964. SPACE, TIME, AND FORM: THE BIOLOGICAL SYNTHESIS. PUBLISHED BY THE AUTHOR, CARACAS, VENEZUELA.
- CRAW, R.C., J. GREHAN Y M.J. HEADS.** 1999. PANBIOGEOGRAPHY. TRACKING THE HISTORY OF LIFE. OXFORD UNIVERSITY PRESS. NUEVA YORK. 229 P.
- DARLINGTON, P.J.** 1957. ZOOGEOGRAPHY: THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF ANIMALS. WILEY, NUEVA YORK. 675 P.
- DEMANT, A.** 1978, CARACTERÍSTICAS DEL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSMEXICANO Y SUS PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN. *REVISTA INSTITUTO DE GEOLOGÍA* 2: 172-187.
- Ego, F. Y V. ANSEN.** 2002. WHY IS CENTRAL TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT (102°-99°W) IN TRANSTENSIVE DEFORMATION? *TECTONOPHYSICS*. 359: 189-208.
- EGUILUZ, S., M. ARANDA Y R. MARRETT.** 2000. TECTÓNICA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, MÉXICO. *BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA* 53: 1-26.
- ESCALANTE, P., A. G. NAVARRO S. Y A. T. PETERSON.** 1993. A GEOGRAPHIC, ECOLOGICAL AND HISTORICAL ANALYSIS OF LAND BIRDS DIVERSITY IN MÉXICO. IN *BIOLOGICAL DIVERSITY OF MEXICO: ORIGINS AND DISTRIBUTION*, T. P. RAMAMOORTHY, R. BYE, A. LOT AND J. FA (EDS.). OXFORD UNIVERSITY PRESS, OXFORD. PP. 281-307.
- ESCALANTE, T., D. ESPINOSA Y J.J. MORRONE.** 2002. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS MAMÍFEROS TERRESTRES DE MÉXICO. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA*. INSTITUTO DE ECOLOGÍA A. C., XALAPA, MÉXICO. 87: 47-65

- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ Y J.J. MORRONE.** 2004. THE DIVERSIFICATION OF NEARCTIC MAMMALS IN THE MEXICAN TRANSITION ZONE. *BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY* 83: 327-339.
- 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, D. Y J. LLORENTE.** 1993. FUNDAMENTOS DE BIOGEOGRAFÍAS FILOGENÉTICAS. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO. 133 P.
- ESPINOSA-ORGANISTA, D., C. AGUILAR Y T. ESCALANTE.** 2001. ENDEMISMO, ÁREA DE ENDEMISMO Y REGIONALIZACIÓN BIOGEOGRÁFICA. EN: INTRODUCCIÓN A LA BIOGEOGRAFÍA EN LATINOAMÉRICA: CONCEPTOS, TEORÍAS, MÉTODOS Y APLICACIONES, J. LLORENTE Y J.J. MORRONE (EDS.). LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F., PP. 31-37.
- ESRI.** 1999. ARCVIEW GIS VERSION 3.2A. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. REDLANDS, USA.
- FERNÁNDEZ-NAVA, R.C. RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, M.L. ARREGUÍN-SÁNCHEZ Y A. RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ.** 1998. LISTADO FLORÍSTICO DE LA CUENCA DEL RÍO BALSAS, MÉXICO. *POLIBOTÁNICA* 9: 1-151.
- FERRARI, L.** 2000. AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA DURANTE LA ÚLTIMA DÉCADA. *BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA* 53: 84-92.
- FERRARI, L., M. VALENCIA-MORENO Y S. BRYAN.** 2005. MAGMATISMO Y TECTÓNICA EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN DE LA MARGEN OCCIDENTAL DE NORTEAMÉRICA. *BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE MÉXICO, VOLUMEN CONMEMORATIVO DEL CENTENARIO* 57: 343-378.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I.** 1993. GEOLOGY OF MEXICO: A SINOPSIS. IN *BIOLOGICAL DIVERSITY OF MEXICO: ORIGINS AND DISTRIBUTION*. RAMAMOORTHY, T. P., R. BYE, J. FA Y E. LOT. (EDS.). OXFORD UNIVERSITY PRESS, OXFORD. P. 3-107.

- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I.** 2007. ENSAYO SOBRE LA CARACTERIZACIÓN Y SIGNIFICACIÓN BIOLÓGICA. EN: LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). BIODIVERSIDAD DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA. MÉXICO, DF. PP. 7-23.
- FLORES-VILLELA O.** 2009. RIQUEZA DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES. CIENCIAS. No 007.
- GARCÍA-MARMOLEJO, G.** 2003. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE MAMÍFEROS TERRESTRES NEOTROPICALES DE MÉXICO CON BASE EN MÉTODOS BIOGEOGRÁFICOS. TESIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO. MÉXICO. 111 P.
- GEIGER, J.M. Y T.A. RANKER.** 2005. MOLECULAR PHYLOGENETICS AND HISTORICAL BIOGEOGRAPHY OF HAWAIIAN *DRYOPTERIS* (DRYOPTERIDACEAE). MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION 34: 392-407.
- GOLOBOFF, P.** 1999. NONA, VERSIÓN 2.0 (PARA WINDOWS). SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, PUBLICADO POR EL AUTOR.
- GOLOBOFF, P., J. FARRIS Y K. NIXON.** 2003. T.N.T. TREE ANALYSIS USING NEW TECHNOLOGY. PUBLICADO POR EL AUTOR.
- GÓMEZ-TUENA, A., M.T. OROZCO-ESQUIVEL Y L. FERRARI.** 2005. PETROGÉNESIS ÍGNEA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA. BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA. VOLUMEN CONMEMORATIVO DEL CENTENARIO 57: 227-285.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, A.** 2003. BIOGEOGRAFÍA DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ASTERACEAE ENDÉMICAS A LOS BOSQUES TEMPLADOS DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. TESIS DE LICENCIATURA. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. 80 P.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, A., I. LUNA-VEGA, J.L. VILLASEÑOR Y C.A. RUIZ-JIMÉNEZ.** 2007. DISTRIBUTIONAL PATTERNS AND CONSERVATION OF SPECIES OF ASTERACEAE (ASTERS ETC.) ENDEMIC TO EASTERN MEXICO: A PANBIOGEOGRAPHICAL APPROACH. SYSTEMATICS AND BIODIVERSITY 5: 135-144.
- GREHAN, J.R.** 1989. PANBIOGEOGRAPHY AND CONSERVATION SCIENCE IN NEW ZEALAND. NEW ZEALAND JOURNAL OF ZOOLOGY 16: 731-748.

- GREENLAND, D.** 2005. MOUNTAIN AND VALLEY WINDS. IN: OLIVER, J.E. (ED.), ENCYCLOPEDIA OF WORLD CLIMATOLOGY. ENCYCLOPEDIA OF EARTH SCIENCES SERIES. SPRINGER. DORDRECHT. PP. 516-523.
- HALFFTER, G.** 1978. UN NUEVO PATRÓN DE DISPERSIÓN EN LA ZONA DE TRANSICIÓN MEXICANA: EL MESOAMERICANO DE MONTAÑA. FOLIA ENTOMOLÓGICA MEXICANA 39-40: 219-222.
- HALFFTER, G.** 1987. BIOGEOGRAPHY OF THE MONTANE ENTOMOFAUNA OF MEXICO AND CENTRAL AMERICA. ANALES DE LA REVISTA DE ENTOMOLOGÍA 32: 95-114.
- HARMON, J.E., S.J. ANDERSON.** 2003. EL DISEÑO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. EDS. JOHN WILEY Y SONS. 272 P.
- HAROLD, A.S. Y MOOI, R.D.** 1994. AREAS OF ENDEMISM: DEFINITION AND RECOGNITION CRITERIA. SYSTEMATIC BIOLOGY, 43, 261–266.
- HAUFLER, C.H.** 2007. GENETICS, PHYLOGENETICS, AND BIOGEOGRAPHY: CONSIDERING HOW SHIFTING PARADIGMS AND CONTINENTS INFLUENCE FERNS DIVERSITY. BRITTONIA 59:108-114.
- HERNÁNDEZ- CERDA, M.E. Y G. CARRASCO-ANAYA.** 2004. CLIMATOLOGÍA. PP. 63-108, EN: LUNA, I., J. J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. MÉXICO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO-CONABIO. MÉXICO, D.F.
- HILL, J.D. Y J.A. SILANDER-JR.** 2001. DISTRIBUTION AND DYNAMICS OF TWO FERNS: *DENNSTAEDTIA PUNCTILOBULA* (DENNSTAEDTIACEAE) AND *THELYPTERIS NOVEBORACENSIS* (THELYPTERIDACEAE) IN A NORTHEAST MIXED HARDWOODS-HEMLOCK FOREST. AMERICAN JOURNAL OF BOTANY 88: 894-902.
- HOOT, S.B., W.C. TAYLOR Y N.S. NAPIER.** 2006. PHYLOGENY AND BIOGEOGRAPHY OF *ISÖETES* (ISÖETACEAE) BASED ON NUCLEAR AND CHLOROPLAST DNA SEQUENCE DATA. SYSTEMATIC BOTANY 31: 449-460.

- KARST, J., B. GILBERT Y M.J. LECHOWICZ.** 2005. FERN COMMUNITY ASSEMBLY: THE ROLES OF CHANCE AND THE ENVIRONMENT AT LOCAL AND INTERMEDIATE SCALES. *ECOLOGY* 86: 2473-2486.
- KRÖMER, T. Y M. KESSLER.** 2006. FILMY FERNS (HYMENOPHYLLACEAE) AS HIGH-CANOPY EPIPHYTES. *ECOTROPICA* 12: 57-63.
- LEÓN-PANIAGUA, L. L. Y J.J. MORRONE.** 2009. DO THE OAXACAN HIGHLANDS REPRESENT A NATURAL BIOTIC UNIT? A CLADISTIC BIOGEOGRAPHICAL TEST BASED ON VERTEBRATE TAXA. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY*. 36: 1939–1944.
- LIEBHERR, J. K.** 1994. BIOGEOGRAPHIC PATTERNS OF MONTANE MEXICAN AND CENTRAL AMERICA CARABIDAE (COLEOPTERA). *CANADIAN ENTOMOLOGIST* 126:841-860.
- LINDER, H.P.**2001. PLANT DIVERSITY AND ENDEMISM IN SUB-SAHARAN TROPICAL AFRICA. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 28: 169-182.
- LIRA, R. Y R. RIBA.** 1993. LAS PTERIDOFITAS (HELECHOS Y PLANTAS AFINES) DE MÉXICO. *REVISTA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL (VOLUMEN ESPECIAL)* 44: 99-108.
- LUNA-VEGA, I., O. ALCÁNTARA-AYALA, D. ESPINOSA Y J.J. MORRONE.** 1999. HISTORICAL RELATIONSHIPS OF THE MEXICAN CLOUD FOREST: A PRELIMINARY VICARIANCE MODEL APPLYING PARSIMONY OF ENDEMICITY TO VASCULAR PLANT TAXA. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 26(6): 1299-1306.
- LUNA-VEGA, I., O. ALCANTARA, J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA.** 2000. TRACK ANALYSIS AND CONSERVATION PRIORITIES IN THE CLOUD FORESTS OF HIDALGO, MEXICO. *DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS* 6: 137-143.
- LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA.** 2004A. INTRODUCCIÓN PP. 1-2. EN: LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). *BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL*. MÉXICO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CONABIO.. MÉXICO.
- LUNA-VEGA I., O. ALCÁNTARA-AYALA Y R. CONTRERAS-MEDINA.** 2004B. PATTERNS OF DIVERSITY, ENDEMISM AND CONSERVATION: AN EXAMPLE WITH MEXICAN SPECIES OF

TERNSTROEMIAEAE MIRB. EX DC. (TRICOLPATES: ERICALES). BIODIVERSITY AND CONSERVATION 13: 2723–2739.

LUNA-VEGA I., J.D. TEJERO-DÍEZ, R. CONTRERAS-MEDINA, M. HEADS Y G. RIVAS. 2012. BIOGEOGRAPHICAL ANALYSIS OF TWO POLYPODIUM SPECIES COMPLEXES (POLYPODIACEAE) IN MEXICO AND CENTRAL AMERICA. BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY. 106: 940-955.

MAJOR, J. 1988. ENDEMISM: A BOTANICAL PERSPECTIVE. ANALYTICAL BIOGEOGRAPHY (EDS A.A. MYERS AND P.S. GILLER), PP. 117–146.

MARSHALL, C.J. Y J.K. LIEBHERR. 2000. CLADISTIC BIOGEOGRAPHY OF THE MEXICAN TRANSITION ZONE. JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY 27: 203-216.

MCDONALD, J.A. 1993. PHYLOGEOGRAPHY AND HISTORY OF THE ALPINE-SUBALPINE FLORA OF NORTHEASTERN MEXICO. BIOLOGICAL DIVERSITY OF MEXICO: ORIGINS AND DISTRIBUTION (ED. BY T.P.RAMAMOORTHY, R.BYE, A.LOT AND J.FA). PP. 681–703. OXFORD UNIVERSITY PRESS, NEW YORK.

MICKEL, J.T. Y A.R. SMITH. 2004. THE PTERIDOPHYTES OF MEXICO. THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN. NUEVA YORK. 1054 P.

MITTERMEIER, R.A Y C. GOETTSCH DE MITTERMEIER. 1992. LA IMPORTANCIA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE MÉXICO. EN: SARUKHÁN J. Y R. DIRZO (EDS.). MÉXICO ANTE LOS RETOS DE LA BIODIVERSIDAD. COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. MÉXICO, D.F. PP. 63-73

MONTEJANO-ZURITA, G., E.A. CANTORAL-URIZA Y J. CARMONA-JIMÉNEZ. 2004. ALGAS DE AMBIENTES LÓTICOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PÁNUCO PP. 111-126. EN: LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. MÉXICO, UNAM-CONABIO. LAS PRENSAS DE CIENCIAS. MÉXICO.

MORÁN-ZENTENO, D.J., P. CORONA-CHÁVEZ Y G. TOLSON. 1996. UPLIFTAND SUBDUCTION EROSION IN SOUTHWESTERN MEXICO SINCE THE OLIGOCENE: PLUTON GEOBAROMETRY CONSTRAINTS: EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS 141: 51-65.

- MORÁN-ZENTENO, D.J., G. TOLSON, R.G. MARTÍNEZ-SERRANO, B. MARTINY, P. SCHAAF, G. SILVA-ROMO, C. MACÍAS-ROMO, L. ALBA-ALDAVE, M.S. HERNÁNDEZ-BERNAL Y G.N. SOLÍS-PICHARDO.** 1999. TERTIARY ARC-MAGMATISM OF THE SIERRA MADRE DEL SUR, MEXICO, AND ITS TRANSITION TO THE VOLCANIC ACTIVITY OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT: JOURNAL OF SOUTH AMERICAN EARTH SCIENCES, 12: 513-535 AND JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH 118: 1-14.
- MORAN, R.C. Y A.R. SMITH.** 2001. PHYTOGEOGRAPHIC RELATIONSHIPS BETWEEN NEOTROPICAL AND AFRICAN-MADAGASCAR PTERIDOPHYTES. BRITTONIA 53: 48-56
- MORRONE, J.J.** 1994. ON THE IDENTIFICATION OF AREAS OF ENDEMISM. SYSTEMATIC BIOLOGY 43 (3): 438-441.
- MORRONE, J.J.** 2004. PANBIOGEOGRAFÍA, COMPONENTES BIÓTICOS Y ZONAS DE TRANSICIÓN. REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGÍA 48:149-162.
- MORRONE, J.J.** 2005. HACIA UNA SÍNTESIS BIOGEOGRÁFICA DE MÉXICO. REVISTA MEXICANA DE BIODIVERSIDAD 76 (2): 207-257.
- MORRONE, J.J. Y J.V. CRISCI.** 1995. HISTORICAL BIOGEOGRAPHY: INTRODUCTION TO METHODS. ANNUAL REVIEW OF ECOLOGY AND SYSTEMATICS 26: 373-401.
- MORRONE, J.J., D. ESPINOSA, J. LLORENTE Y O. FLORES-VILLELA.** 1996. MANUAL DE BIOGEOGRAFÍA HISTÓRICA. MÉXICO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F. 133 P.
- MORRONE, J.J. Y J. MÁRQUEZ.** 2003. APROXIMACIÓN A UN ATLAS BIOGEOGRÁFICO MEXICANO: COMPONENTES BIÓTICOS PRINCIPALES Y PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS. EN UNA PERSPECTIVA LATINOAMERICANA DE LA BIOGEOGRAFÍA. J.J. MORRONE Y J. LLORENTE (EDS.). LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F. PP. 217-220
- MORRONE, J. J. Y A. GUTIÉRREZ.** 2005. DO FLEAS (INSECTA: SIPHONAPTERA) PARALLEL THEIR MAMMAL HOST DIVERSIFICATION IN THE MEXICAN TRANSITION ZONE? JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY. 32: 1315–1325.

- MUNGUÍA M.** 2004. REPRESENTATIVIDAD MASTOFAUNÍSTICA EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS EN EL EJE NEOVOLCÁNICO: UN MODELO DE CONSERVACIÓN. TESIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO. 74 PP.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. Y H. BENÍTEZ.**1993. PATRONES DE RIQUEZA Y ENDEMISMO DE LAS AVES. CIENCIAS, NÚM. ESPECIAL 7:45-54.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A.** 1998. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA DE LA AVIFAUNA DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO. TESIS DOCTORADO, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, MÉXICO, D.F. P. 182.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. Y A. SÁNCHEZ-GONZÁLEZ.** 2003. LA DIVERSIDAD DE LAS AVES. IN CONSERVACIÓN DE LAS AVES: EXPERIENCIAS EN MÉXICO, H. GÓMEZ DE SILVA Y A. OLIVERAS DE ITA (EDS.). CIPAMEX / NATIONAL FISH AND WILDLIFE FOUNDATION/ COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD, MÉXICO, D.F. P. 24-85.
- NIXON, K.C.** 1999. WINCLADA VERSIÓN 1.00.08. ITHACA, NUEVA YORK. PUBLISHED BY THE AUTHOR
- NIXON, G, A. DEMANT, R. ARMSTRONG, Y J. HARAKAL.**1987. K-AR AND GEOLOGIC DATA BEARING ON THE AGE AND EVOLUTION OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT. GEOFÍSICA INTERNATIONAL 26: 109-158.
- NOTT, M.P. Y S.L. PIMM.** 1997. THE EVALUATION OF BIODIVERSITY AS A TARGET FOR CONSERVATION, P. 125-135. IN S.T.A. PICKETT, R.S. OSTFELD, M. SHACHACK Y G.E. LIKENS (EDS.). THE ECOLOGICAL BASIS OF CONSERVATION. CHAPMAN Y HALL, NUEVA YORK, EE.UU.
- OCHOA-OCHOA, L.M. Y O.A FLORES-VILLELA.** 2006. ÁREAS DE DIVERSIDAD Y ENDEMISMO DE LA HERPETOFAUNA MEXICANA. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. 211 PP.
- ORTEGA, J. Y H.T. ARITA.** 1998. NEOTROPICAL-NEARCTIC LIMITS IN MIDDLE AMERICA AS DETERMINED BY DISTRIBUTIONS OF BATS. JOURNAL OF MAMMALOGY 79(3): 772-783.
- ORTEGA-GUTIÉRREZ, F., R.L. SEDLOCK Y R.C. SPEED.** 1994. PHANEROZOIC TECTONIC EVOLUTION OF MEXICO. IN SPEED, R.C. (EDS.). PHANEROZOIC EVOLUTION OF NORTH AMERICAN CONTINENT-OCEAN TRANSITIONS. THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, BOULDER, COLORADO. PP. 265-306

- ORTÍZ-BERMUDEZ, E.** 2004. NOMENCLÁTOR DE LOCALIDADES. EN LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL. CONABIO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.. MÉXICO, D.F. PP. 25-62.
- PACIENCIA M.L.B. Y J. PRADO.** 2005. EFFECTS OF FOREST FRAGMENTATION ON PTERIDOPHYTE DIVERSITY IN A TROPICAL RAIN FOREST IN BRAZIL. *PLANT ECOLOGY* 180: 87-104.
- PARRIS, B.S.** 2001. CIRCUM-ANTARTIC CONTINENTAL DISTRIBUTION PATTERNS IN PTERIDOPHYTE SPECIES. *BRITTONIA* 53: 270-283.
- PASQUARÉ, G., V. GARDUÑO, A. TIBALDI, Y M. FERRARI.** 1988, STRESS PATTERN EVOLUTION IN THE CENTRAL SECTOR OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT: TECTONOPHYSICS 146: 353-364.
- PÉREZ-GARCÍA, B., R. RIBA E I. REYES-JARAMILLO.** 1995. HELECHOS MEXICANOS: FORMAS DE CRECIMIENTO, HÁBITAT Y VARIANTES EDÁFICAS. *CONTACTOS* 11: 22-27.
- PLATNICK, N.I.** 1991. ON AREAS OF ENDEMISM. *AUSTRALIAN SYSTEMATIC BOTANY*. 4
- RAMÍREZ-BARAHONA, S., A. TORRES-MIRANDA, M. PALACIOS-RÍOS, E I. LUNA-VEGA.** 2009. HISTORICAL BIOGEOGRAPHY OF THE YUCATAN PENINSULA, MEXICO: A PERSPECTIVE FROM FERNS (MONILOPHYTA) AND LYCOPODS (LYCOPHYTA). *BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY* 98: 775-786.
- RANKER, T.A., A.R. SMITH, C.H. HAUFLER Y H. SCHNEIDER.** 2004. PHYLOGENY AND EVOLUTION OF GRAMMITID FERNS (GRAMMITIDACEAE): A CASE OF RAMPANT MORPHOLOGICAL HOMOPLASY. *TAXON* 53: 415-428.
- RAPOPORT, E. H.** 1975. AREOGRAFÍA: ESTRATEGIAS GEOGRÁFICAS DE LAS ESPECIES. FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. MÉXICO. 214 P.
- Ríos, N.E., L. HENRY Y JR. BART.** 2003. GEOLocate VERS.2.03. EDITORIAL TULANE UNIVERSITY MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
- RODRÍGUEZ P. J. SOBERON Y H.T. ARITA.** 2003. EL COMPONENTE BETA DE LA DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS DE MÉXICO. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA*. 89: 241-259.

- RODRÍGUEZ-RUIZ, E.R., H.A. GARZA-TORRES, C.A. RÍOS-MUÑOZ Y A.G. NAVARRO-SIGÜENZA.** 2011. LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA TÁNGARA AZUL-GRIS (*THRAUPIS EPISCOPUS*) EN HÁBITATS MODIFICADOS ANTROPOGÉNICAMENTE EN MÉXICO. *REVISTA MEXICANA DE BIODIVERSIDAD*. 82 (3): 989-996.
- ROJAS, C.A.** 2004. AUTOMATIZACIÓN DEL MÉTODO DE LA PANBIOGEOGRAFÍA. IDENTIFICACIÓN DE CENTROS DE BIODIVERSIDAD DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL, POPOCATÉPETL Y ANEXAS. TESIS DE MAESTRÍA. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO.
- ROSEN, B.R.** 1988. FROM FOSSILS TO EARTH HISTORY: APPLIED HISTORICAL BIOGEOGRAPHY. PP. 437-481. IN: MYERS A.A. AND GILLER P.S. (EDS.). *ANALYTICAL BIOGEOGRAPHY: AN INTEGRATED APPROACH TO THE STUDY OF ANIMAL AND PLANT DISTRIBUTIONS*. CHAPMAN Y HALL. LONDRES.
- RUIZ-JIMÉNEZ, C., O. ALCÁNTARA-AYALA E I. LUNA-VEGA.** 2004. LÍMITES. EN: LUNA-VEGA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (EDS.). *BIODIVERSIDAD DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL*. MÉXICO, CONABIO, LAS PRENSAS DE CIENCIAS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F. PP. 7-24.
- RUOKOLAINEN, K.A. LINNA Y H. TUOMISTO.** 1997. USE OF MELASTOMATACEAE AND PTERIDOPHYTES FOR REVEALING PHYTOGEOGRAPHICAL PATTERNS IN AMAZONIAN RAIN FOREST. *JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY* 13: 243-256.
- RZEDOWSKI, J.** 1978. LA VEGETACIÓN DE MÉXICO. ED. LIMUSA. MÉXICO, D.F. 237-261 PP.
- RZEDOWSKI, J. Y G. CALDERÓN DE RZEDOWSKI** (EDITORES). 1991-2013. *FLORA DEL BAJÍO Y DE REGIONES ADYACENTES*. INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO.
- SALINAS-MORENO Y., M.G. MENDOZA, M. BARRIOS, R. CISNEROS, J. MACÍAS-SÁMANO Y G. ZUÑIGA.** AREOGRAPHY OF THE GENUS *DENDROCTONUS* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) IN MEXICO. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY*. 31: 1163–1177.

- SÁNCHEZ-CORDERO V., M. CIRELLI, M. MURGUÍA Y S. SARKAR.** 2005. PLACE PRIORIZATION FOR BIODIVERSITY REPRESENTATION USING SPECIES ECOLOGICAL NICHE MODELING. BIODIVERSITY. INF. 2: 11-23.
- SANGINÉS-FRANCO C., I. LUNA-VEGA, O. ALCÁNTARA-AYALA Y R. CONTRERAS-MEDINA.** 2011. DISTRIBUTIONAL PATTERNS AND BIOGEOGRAPHIC ANALYSIS OF FERNS IN THE SIERRA MADRE ORIENTAL, MÉXICO. AMERICAN FERN JOURNAL 101(2):81-104.
- SANTA ANNA DEL CONDE, H.O.** 2007. ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO DE CACTÁCEAS DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL Y SU REPRESENTATIVIDAD EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN. TESIS DE LICENCIATURA. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. PP. 124.
- SANTA ANNA DEL CONDE, H.O., R. CONTRERAS-MEDINA E I. LUNA-VEGA.** 2009. BIOGEOGRAPHIC ANALYSIS OF ENDEMIC CACTI OF THE SIERRA MADRE ORIENTAL, MEXICO. BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY 97: 373-389.
- SCHNEIDER, H., E. SCHUETTPELZ, K.M. PRYER, R. CRANFILL, S. MAGALLÓN Y R. LUPIA.** 2004. FERNS DIVERSIFIED IN THE SHADOW OF ANGIOSPERMS. NATURE 428: 553-557.
- SCHUETTPELZ, E. Y D.W. TRAPNELL.** 2006. EXCEPTIONAL EPIPHYTE DIVERSITY ON A SINGLE TREE IN COSTA RICA. SELBYANA 27: 65-71.
- SCOTT, J.M., E.A. NORSE, H.T. ARITA, A. DOBSON, J.A. ESYES, M. FOSTE, B. GILBERT, D. JENSEN, R.L. KNIGHT, D. MATTSON Y M.E. SOULÉ.** 1999. THE ISSUE OF SCALE IN SELECTING AND DESIGNING BIOLOGICAL RESERVES, P. 19-37. IN M.E. SOULÉ Y J. TERBORGH (EDS.). CONTINENTAL CONSERVATION, SCIENTIFIC FOUNDATIONS OF REGIONAL RESERVE NETWORKS. ISLAND, WASHINGTON, D.C., EE.UU.
- SERRATO A., G. IBARRA-MANRÍQUEZ Y K. OYAMA.** 2004. BIOGEOGRAPHY AND CONSERVATION OF THE GENUS FICUS (MORACEAE) IN MEXICO. JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY. 31: 475-485
- SMITH, A. R.** 1972. COMPARISON OF FERN AND FLOWERING PLANT DISTRIBUTIONS WITH SOME EVOLUTIONARY INTERPRETATIONS FOR FERNS. BIOTROPICA 4: 4-9.

- SMITH, A.R., K.M. PRYER, E. SCHUETTEL, P. KORALL, H. SCHNEIDER Y P.G. WOLF.** 2006. A CLASSIFICATION FOR EXTANT FERNS. *TAXON* 55: 705-731.
- SOSA, V.** (EDITORA). 1978- 2013. FLORA DE VERACRUZ. INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C., VERACRUZ, MÉXICO.
- TEJERO-DÍEZ, J.D.** 2007. LA RIQUEZA FLORÍSTICA DEL ESTADO DE MÉXICO: LICOPODIOS Y HELECHOS. *ADUMBRATIONES AD SUMMAE EDITIONEM* 27:1-32.
- TOLEDO, V.M.** 1982. PLEISTOCENE CHANGES OF VEGETATION IN TROPICAL MEXICO. *BIOLOGICAL DIVERSIFICATION IN THE TROPICS* (ED. BY G.T.PRANCE). PP. 93–111. COLUMBIA UNIVERSITY PRESS, NEW YORK.
- TORRES-MIRANDA, A. E I. LUNA-VEGA.** 2006. ANÁLISIS DE TRAZOS PARA ESTABLECER ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA. *INTERCIENCIA* 31(12): 849-855.
- TRUJANO, M.** 2004. ANÁLISIS PANBIOGEOGRÁFICO DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE (LEPIDOPTERA: PAPILIONIDAE) EN MÉXICO. TESIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO.100 P.
- URQUIZA-HAAS, T., W. TOBÓN Y P. KOLEFF.** 2011. SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE MAMÍFEROS TERRESTRES: EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDICADORES, P. 131-149. IN P. KOLEFF Y T. URQUIZA-HAAS (COORDS.). PLANEACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE EN MÉXICO: RETOS EN UN PAÍS MEGADIVERSO. CONABIO-CONANP, MÉXICO, D.F. VAN DER WERFF, H. 1992. SUBSTRATE PREFERENCE OF LAURACEAE AND FERNS IN THE IQUITOS AREA, PERU. *CANDOLLEA* 47: 11-20.
- VIVÓ, J.A.** 1943. LOS LÍMITES BIOGEOGRÁFICOS EN AMÉRICA Y LA ZONA CULTURAL MESOAMERICANA. *REVISTA GEOGRÁFICA* 3: 109-131.
- WOLF, P.G., H. SCHNEIDER Y T.A. RANKER.** 2001. GEOGRAPHIC DISTRIBUTIONS OF HOMOSPOROUS FERNS: DOES DISPERSAL OBSCURE EVIDENCE OF VICARIANCE? *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 28: 263-270.

YOUNG, K. Y B. LEÓN. 1989. PTERIDOPHYTE SPECIES DIVERSITY IN THE CENTRAL PERUVIAN AMAZON: IMPORTANCE OF EDAPHIC SPECIALIZATION. *BRITTONIA* 41: 388-395.

APÉNDICES

Apéndice 1. Taxones de helechos incluidos en la matriz del PAE. Con * las especies que no se incluyeron en el análisis.

Especie	Clave	Especie	Clave	Especie	Clave
<i>Adiantopsis radiata</i>	1	<i>Elaphoglossum vestitum</i>	36	<i>Polypodium plesiosorum</i>	71
<i>Adiantopsis seemanii</i>	2	<i>Elaphoglossum viride</i>	37	<i>Polystichum acrostichoides</i>	72
<i>Adiantum amplum</i>	3	<i>Hemionitis palmata</i>	38	<i>Polystichum distans</i>	73
<i>Adiantum braunii</i>	4	<i>Holodictyum ghiesbreghtii</i>	39	<i>Polystichum fournieri</i>	74
<i>Adiantum feei</i>	5	<i>Hypolepis blepharochlaena</i>	40	<i>Polystichum hartwegii</i>	75
<i>Adiantum galeottianum</i>	6	<i>Hypolepis nigrescens</i>	41	<i>Polystichum ordinatum</i>	76
<i>Adiantum oaxacanum</i>	7	<i>Hypolepis repens</i>	42	<i>Polystichum rachichlaena</i>	77
<i>Adiantum shepherdii</i>	8	<i>Lastreopsis effusa</i>	43	<i>Polystichum turrialbae</i>	78
<i>Adiantum trichochlaenum</i>	9	<i>Llavea cordifolia</i>	44	<i>Pteris altissima</i>	79
<i>Adiantum wilesianum</i>	10	<i>Mildella intramarginalis</i>	45	<i>Pteris cretica</i>	80
<i>Argyrochosma Formosa</i>	11	<i>Notholaena aschenborniana</i>	46	<i>Pteris longifolia</i>	81
<i>Asplenium fibrillosum</i>	12	<i>Notholaena candida</i>	47	<i>Pteris podophylla</i>	82
<i>Asplenium munchii</i>	13	<i>Notholaena copelandii</i>	48	<i>Pteris pulchra</i>	83
<i>Asplenium polyphyllum</i>	14	<i>Notholaena galeottii</i>	49	* <i>Pteris vittata</i>	84
* <i>Asplenium semipinnatum</i>	15	<i>Notholaena sulphurea</i>	50	<i>Scoliosorus ensiformis</i>	85
<i>Bolbitis bernoullii</i>	16	<i>Onocleopsis hintonii</i>	51	<i>Stigmatopteris longicaudata</i>	86
<i>Bolbitis hastata</i>	17	<i>Pellaea atropurpurea</i>	52	* <i>Stigmatopteris sordida</i>	87
<i>Bommeria ehrenbergiana</i>	18	<i>Pellaea intermedia</i>	53	* <i>Thelypteris atrovirens</i>	88
<i>Bommeria subpaleacea</i>	19	<i>Pellaea notabilis</i>	54	<i>Thelypteris concinna</i>	89
<i>Campyloneurum phyllitidis</i>	20	<i>Pellaea oaxacana</i>	55	<i>Thelypteris pilosa</i>	90
<i>Cheilanthes aemula</i>	21	<i>Pellaea pringlei</i>	56	<i>Thelypteris pilosula</i>	91
<i>Cheilanthes allosuroides</i>	22	<i>Pellaea sagittata</i>	57	<i>Thelypteris scalaris</i>	92
<i>Cheilanthes cuneata</i>	23	<i>Phanerophlebia gastonyi</i>	58	<i>Thelypteris schaffneri</i>	93
<i>Cheilanthes marsupianthes</i>	24	<i>Phanerophlebia macrosora</i>	59	<i>Vittaria flavicosta</i>	94
<i>Cheilanthes tomentosa</i>	25	<i>Phanerophlebia nobilis</i>	60	<i>Vittaria graminifolia</i>	95
<i>Ctenitis excelsa</i>	26	<i>Phanerophlebia remotispora</i>	61		
<i>Ctenitis mexicana</i>	27	<i>Phanerophlebia umbonata</i>	62		
<i>Dennstaedtia bipinnata</i>	28	<i>Phlebodium areolatum</i>	63		
<i>Doryopteris palmata</i>	29	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	64		
<i>Dryopteris pseudofilix-mas</i>	30	<i>Pityrogramma dealbata</i>	65		
<i>Elaphoglossum affine</i>	31	<i>Pityrogramma ebenea</i>	66		
<i>Elaphoglossum engelii</i>	32	<i>Pleopeltis angusta</i>	67		
<i>Elaphoglossum gratum</i>	33	* <i>Polybotrya polybotryoides</i>	68		
<i>Elaphoglossum obscurum</i>	34	<i>Polypodium arcanum</i>	69		
<i>Elaphoglossum piloselloides</i>	35	<i>Polypodium colpodes</i>	70		

Apéndice 2. Matriz de datos utilizada para el análisis de simplicidad de endemismos sin incluir las autapomorfías (los nombres de las especies pueden revisarse en el Apéndice 1)

Clave	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Root	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	
A	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
AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AC	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
AD	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
AF	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
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AI	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
AJ	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
AK	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
AL	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
AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	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
AQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AT	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AU	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AV	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AX	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
AY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AZ	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
BA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
BB	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BE	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
BF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BI	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BK	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
BL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
BN	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BO	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BP	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
BQ	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
BS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
BT	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
BU	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
BV	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BW	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
BX	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
BY	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
BZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0			
C	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1			
CA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CB	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0			
CC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0			
CD	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CE	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
CF	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
CG	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
CH	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CI	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0			
CJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CK	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CP	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
CQ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0			
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
M	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0			
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0			
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1			
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0			
U	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
V	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Clave	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Root	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
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
AB	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
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AF	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
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
AH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
AI	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

CN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Clave	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	69	70	71	72
Root	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
AH	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
AI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AJ	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
AO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
AT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
AU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
AV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AW	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AZ	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BA	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
BC	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	
BD	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	
BE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BF	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
BH	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
BI	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
BJ	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	
BK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BM	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
BN	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
BO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
BP	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
BQ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
BR	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
BS	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
BT	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
BU	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
BV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
BW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
BX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
BY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
BZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CB	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
CC	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
CE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
CF	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
CG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
CI	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
CJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
CN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Clave	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	89	90	91	92	93	94	95
Root	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AH	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AK	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AU	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AY	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AZ	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BA	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BH	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BI	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
BJ	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
BK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
BN	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
BO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BP	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
BQ	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

BR	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
BS	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BT	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
BU	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
BV	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BX	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BZ	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CB	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
CC	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CE	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CF	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
CG	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CH	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CI	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1
CJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Apéndice 3. Trazos individuales de las especies de Polypodiaceae estudiadas

