



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

ÁREA DE ENDEMISMO DEL TRÓPICO MEXICANO:
RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE
TRANSICIÓN MEXICANA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

ROCÍO PENÉLOPE MONTIEL BUSTOS

TUTOR: DR. DAVID N. ESPINOSA ORGANISTA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

A mis padres:

A mi mamá por ser mi ejemplo de superación diaria.

A mi papá por enseñarme la importancia y el valor del trabajo.

A mis hermanos:

Kary, eres el ejemplo de vida ante las adversidades.

Gansito, por toda la confianza que depositas en mí.

Mily, porque eres quien me mueve a ser cada día mejor.

A la Happy Family:

Por todo el amor, apoyo y confianza, por cada día que estamos y luchamos juntos, Dios no me pudo dar un mejor regalo que ustedes.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme las puertas a la educación y dejarme ser parte de esta gran Institución, por darme todo lo que tengo.

A David Espinosa, gracias por toda su ayuda, comentarios y contribuciones a este trabajo, pero muy en especial por su paciencia y consejos.

A cada uno de los revisores de esta tesis, Magda Ordóñez, Armando Cervantes, Carlos Pérez y Genaro Montaña por su disposición permanente e incondicional, por sus valiosas sugerencias y comentarios.

A los maestros Efraín, Armando Cervantes, José Luis Guzmán, por las enseñanzas, comentarios y amistad.

A René Colditz, por la paciencia, apoyo y cariño durante estos dos últimos años, desde que tengo la suerte de contar con él.

A mis amigos Carmina, Sol, Edith, Christian, Ramón, Normita y David A., a los otros amigos, Hugo, Fer, Fausto, Heriberto, Gisela. A todos ustedes, por este tiempo y espacio, gracias por compartir unos instantes de esta maravillosa vida.

A mi mejor amigo Juanito, por todos los buenos momentos que compartimos durante la carrera, muchas gracias por el cariño.

A Rodrigo por todo lo compartido y lo vivido.

A Roberto Pérez por su valiosa amistad y toda la ayuda brindada desde que tengo el gusto de conocerlo, por escucharme siempre.

Martina y Nadia por acompañarme en esta carrera que es la vida.

A la fundación Montiel-Bustos, por todo el amor y apoyo moral y económico, pero sobre todo por creer en mí, ayudarme a cumplir los sueños y metas y por ser lo que más amo en la vida.

A toda la familia Bustos por estar siempre conmigo.

A mi tía Miny por quererme tanto y darme tanto.

A mi estimado Vladimir Pliego, gracias por tu confianza y amistad.

A todos mis amigos y personas que en este momento no me vienen a la mente pero están en un lugarcito de mi corazón, por ser parte de mi vida.

Al Museo de la Luz gracias por dejarme ser parte del maravilloso mundo que envuelve en sus paredes, por permitirme aprender y crecer durante dos años y por enseñarme que la ciencia va más allá de los libros.

A la Conabio, por dejarme hacer lo que más disfruto en la vida.

Pero sobre todo a Dios y a la Vida, gracias por ponerme en el momento exacto en el lugar indicado, con las personas adecuadas. Por sorprenderme con las maravillas de la vida, por permitirme dormir con sueños e ilusiones y despertar con el ánimo de cumplir mis objetivos, por rodearme de personas me quieren y que quiero.

Contenido

Dedicatoria	II
Agradecimientos.....	III
Contenido.....	IV
Lista de Figuras.....	VI
Lista de Tablas.....	VII
Resumen.....	VIII
Abstract	X
Capítulo I. Introducción	1
Capítulo II. Marco Teórico.....	7
II.1 La Zona de Transición Mexicana	7
II.2 Panorama histórico de la Biogeografía	12
II.3 Origen de la distribución de la biota en México.....	16
II.3.1 Florística.....	16
II.3.2 Mastofauna.....	20
II.3.3 Avifauna.....	22
II.3.4 Herpetofauna.....	22
II.4 Provincias biogeográficas	23
II.4.1 Provincia Península de California y Baja California (PBC).....	24
II.4.2 Provincia Sierra Madre Oriental (SME).....	25
II.4.3 Provincia Sierra Madre Occidental (SMO).....	27
II.4.4 Provincia Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).....	28
II.4.5 Provincia Sierra Madre del Sur (SMS).....	30
II.4.6 Provincia Altiplano Mexicano (AM)	31
Capítulo III. Justificación y Objetivo.....	32
III.1 Justificación	32
III.2 Objetivo.....	33
Capítulo IV. Material y Métodos	34
IV.1 Selección y manejo de datos.....	34

IV.2 Análisis panbiogeográfico.....	35
Capítulo V. Resultados	37
V.1 Trazos generalizados	38
V.1.1 Trazo 1. Generalizado Altiplano	38
V.1.2 Trazo 2. Generalizado Árido de Montaña.....	39
V.1.3 Trazo 3. Generalizado California	41
V.1.4 Trazo 4. Generalizado Meridional.....	43
V.1.5 Trazo 5. Generalizado Neovolcánico.....	45
V.1.6 Trazo 6. Generalizado Occidental	47
V.1.7 Trazo 7. Generalizado Oriental.....	50
V.1.8 Trazo 8. Generalizado Septentrional	54
V.1.9 Trazo 9. Generalizado Vertientes Montanas Internas	57
V.2 Nodos	59
V.3 Factores abióticos.....	61
Capítulo VI. Discusión	63
VI.1 Patrones generales.....	63
VI.2 Relaciones y nodos	70
Capítulo VII. Conclusiones	78
Bibliografía.....	81

Lista de Figuras

Fig. 1	Niveles de biodiversidad en los diferentes países del mundo	2
Fig. 2	Fisiografía de México.....	3
Fig. 3	Regiones biogeográficas	5
Fig. 4	Provincias biogeográficas de México.....	10
Fig. 5	Diferentes análisis para la ZTM	11
Fig. 6	Trazos generalizados	14
Fig. 7	Diagrama de flujo del método.....	36
Fig. 8	Trazo generalizado Altiplano	38
Fig. 9	Trazo generalizado Árido de Montaña.....	40
Fig. 10	Trazo generalizado California.....	42
Fig. 11	Trazo generalizado Meridional	43
Fig. 12	Trazo generalizado Neovolcánico	46
Fig. 13	Trazo generalizado Occidental.....	48
Fig. 14	Trazo generalizado Oriental	50
Fig. 15	Trazo generalizado Septentrional.....	54
Fig. 16	Trazo generalizado Vertientes Montanas Internas	57
Fig. 17	Nodos (Hot Spots)	59

Lista de Tablas

Tabla. I	Total de especies e infraespecies por grupo presentes en cada trazo generalizado.....	37
Tabla. II	Total de nodos y trazos involucrados	59

Resumen

Se realizó un análisis panbiogeográfico de 2,249 especies e infraespecies pertenecientes a diferentes grupos de aves, mamíferos, anfibios, reptiles y plantas cuya distribución geográfica incluye la Zona de Transición Mexicana (área donde confluyen las regiones Neártica y Neotropical). A partir de los trazos individuales generados, se reconocieron y analizaron nueve trazos generalizados: Altiplano, Árido de Montaña, California, Meridional, Neovolcánico, Occidental, Oriental, Septentrional y Vertientes Montanas Internas. La superposición de estos trazos permitió el reconocimiento de diez nodos; seis de éstos se identificaron en la Faja Volcánica Transmexicana, por lo que se le consideró como un área de intercambio elevado de especies, es preciso resaltar la diferencia en la composición biótica de los trazos Septentrional y Meridional en la disposición Norte-Sur.

Los trazos generalizados y los nodos coinciden con otros previamente reconocidos para diferentes taxones, con excepción del trazo Árido de Montaña que es de escaso o nulo reconocimiento, el cual incluye especies con distribuciones archipelágicas.

Las principales relaciones entre los patrones reconocidos son más estrechas con respecto a la distribución de las vertientes, ya que estas funcionan como fronteras entre dominios de grupos climáticos.

Los nodos pueden considerarse como áreas de importancia para la conservación de especies, pues son áreas pequeñas pero con una concentración elevada de especies. Sin embargo es necesario integrar más información para poder llegar a una verdadera delimitación biogeográfica que contemple variables tanto bióticas como abióticas.

Palabras clave: Biogeografía, Panbiogeografía, Trazos generalizados, Nodos y Zona de Transición Mexicana.

Abstract

A pan-biogeographic analysis was accomplished using 2,249 species and subspecies of different groups such as birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants, which have an ample occurrence in the Mexican Transition Zone. Nine generalized tracks were derived from individually generalized tracks, including “Altiplano”, “Árido de Montaña”, “California”, “Meridional”, “Neovolcánico”, “Occidental”, “Oriental”, “Septentrional”, and “Vertientes Montanas Internas”. The superposition of all generalized tracks yielded ten nodes of which seven are located in the Transmexican Volcanic Belt. This area is known for its interchange of species, because it divides the biota of the tracks “Septentrional” and “Meridional” in North-South

The generalized tracks and their nodes coincide with results of similar studies for other taxa. However the transect “Árido de Montaña” has hardly been recognized, because the species included in this pattern show an archipelagic distribution.

The tracks coincide with the location of dominant drainage divides which also function as boundaries of major climate groups. Although the nodes indicate small areas they can be regarded as priority sites for conservation due to their very high species richness. Still, it is necessary to integrate further biotic and abiotic information to obtain an improved biogeographic delineation.

Keywords: Biogeography, Panbiogeography, Generalized tracks, Nodes, Mexican transition zone, Endemic areas

Capítulo I

Introducción

La gran diversidad biológica de México no sólo se ve reflejada en el alto número de especies, en su diversidad genética y de ecosistemas, sino también en la compleja distribución de la biota, y sus asociaciones que permite reconocer tendencias y patrones por acumulación de endemismos (Espinosa–Organista *et al.*, 2004). Como resultado de esa complejidad, México ocupa el primer lugar en riqueza de especies de reptiles, segundo en mamíferos y cuarto en anfibios y plantas angiospermas, albergando aproximadamente 10% de la biota mundial, situándolo como el cuarto país en biodiversidad, después de Brasil, Colombia y Madagascar, precediendo a Indonesia, Zaire y Australia. En la figura 1 se muestran los valores de biodiversidad para los diferentes países en el mundo, encontrando el color rojo intenso a aquellos cuya biodiversidad es considerada como alta. México, además del alto número de especies y endemismos, también tiene una alta diversidad genética y de ecosistemas (Semarnat, 2007).

La riqueza biológica de nuestro país responde a varios factores. En primer lugar, en México se manifiesta un fenómeno biogeográfico ya conocido por naturalistas como Darwin, Humboldt o Wallace, aunque aún no bien explicado por los biólogos contemporáneos: el número de especies por unidad de superficie se incrementa hacia

las áreas de baja latitud y disminuye hacia las altas latitudes. Así una hectárea de territorio de clima tropical presenta por lo común un número mucho mayor de especies que una hectárea en clima templado o frío, salvo algunas excepciones, este fenómeno se repite tanto en la distribución latitudinal de los principales grupos y organismos como en los diferentes continentes. Sin embargo, este patrón biogeográfico no explica porque en México existen más especies que en países ubicados en plena región ecuatorial.

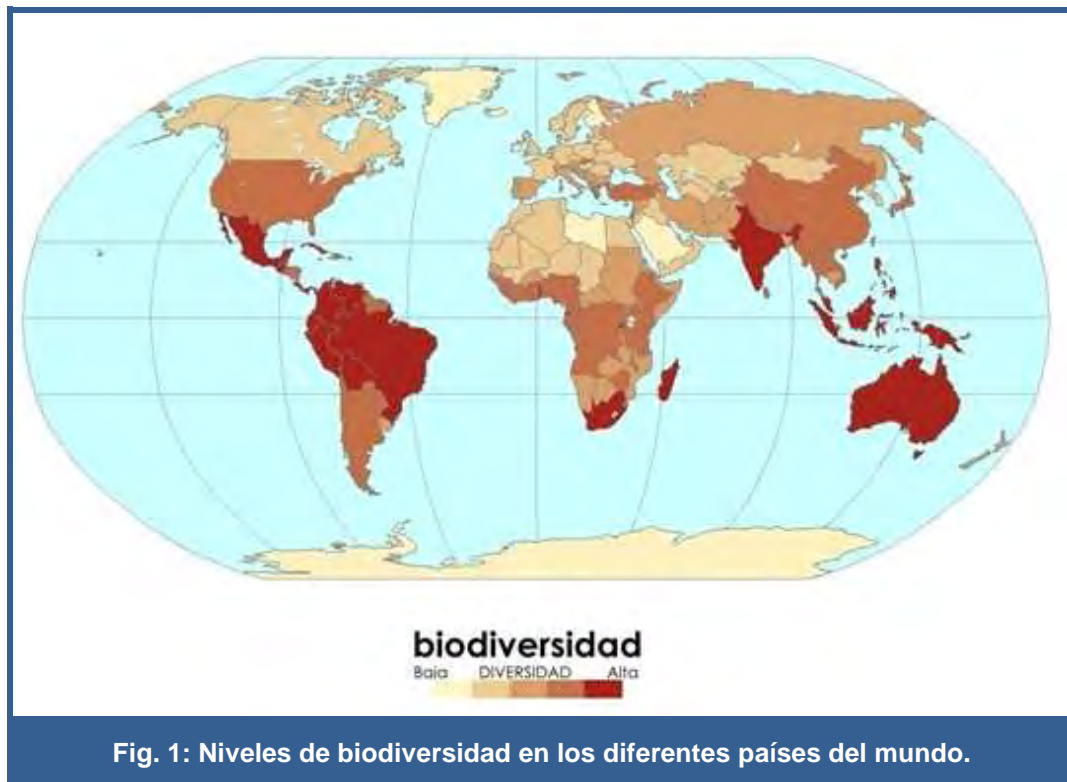


Fig. 1: Niveles de biodiversidad en los diferentes países del mundo.

La repartición geográfica de los organismos con frecuencia está ligada con la delimitación de las regiones naturales, definidas por condiciones fisiográficas, climáticas, edáficas, etc. (Rzedowski, 1991), dichas condiciones han propiciado la gran riqueza natural de México.

La fisiografía del territorio mexicano (figura 2) que comprende una extensión de 1,964,375 km², está dada por una compleja historia geológica. Ferrusquía–Villafranca (1998) menciona que la fisiografía de México es el resultado de más de 570 millones de años de evolución geológica a través de la interacción de cinco placas tectónicas (Norteamericana, Pacífica, Rivera, Cocos y Caribe), cuya acción conjunta ha generado cordilleras por plegamiento (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur) o por vulcanismo (Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre de Chiapas); las mesetas (Altiplano central) y depresiones (Balsas y Chiapas) quedaron confinadas entre las cordilleras principales (Espinosa-Organista *et al.*, 2004).

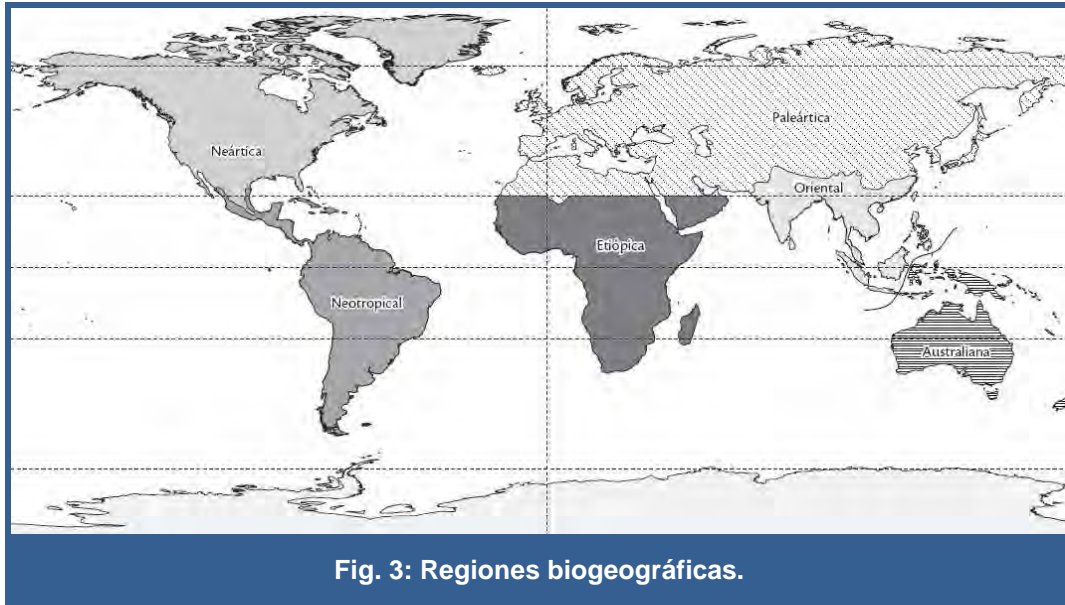


Fig. 2: Fisiografía de México.

Ferrusquía–Villafranca (1998) divide el territorio mexicano en once provincias morfotectónicas, las cuales se caracterizan por tener rasgos fisiográficos y geológicos–tectónicos distintivos, por lo que posee una complicada topografía derivada de una gran actividad tectónica ocurrida durante el Cenozoico. La composición geológica es variada y compleja; los tipos de roca abarcan todo el espectro lítico, con rocas sedimentarias, volcánicas, intrusivas y metamórficas. En términos de edad, los cuerpos de roca se extienden por todas las eras geológicas desde el Precámbrico (Proterozoico medio); lo cual repercute en la complicada geografía del país, ya que en él se encuentran representados un mosaico complejo de climas y suelos, que con excepción de la tundra y la taiga, alberga todos los tipos de vegetación del planeta.

La ubicación de México entre dos grandes océanos (al este con el Atlántico y al oeste con el Pacífico), le brinda una gran riqueza en ecosistemas acuáticos, pues su costa tiene al menos 11,000 km de litoral, donde se encuentran ambientes puramente marinos, o aquellos con predominancia de aguas salobres, además posee también una importante riqueza en cuerpos de agua dulce continentales, ambientes que albergan una gran multitud de especies (Semarnat, 2007).

México es el único país del mundo que contiene la totalidad de un límite continental entre dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical (figura 3), teniendo por ende una larga y compleja historia de aislamiento en la distribución geográfica de los seres vivos en el planeta, de ningún modo es azarosa, sino que en ella pueden reconocerse patrones generales, en muchos casos relacionados con los procesos que moldearon la configuración de la tierra (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2004).



Espinosa-Organista *et al.* (2004) expresan que la riqueza de especies, así como los endemismos, para los diferentes grupos no muestran una uniformidad, si no por el contrario los patrones muestran tendencias geográficas y discontinuidades, que se ven influenciados por el medio físico. Esto se muestra en la variedad de patrones geográficos que existen para la flora y fauna mexicana.

Luna-Vega (2008) supone que la riqueza florística y en general los patrones biogeográficos de la biota mexicana han sido explicados teniendo tres hipótesis: 1) la dispersalista, donde México es considerado receptor de elementos de diferentes fuentes geográficas, 2) la de refugios pleistocénicos, la cual señala que la explicación última de los patrones contemporáneos se encuentra en los cambios paleoclimáticos del pasado reciente y 3) la de la vicarianza, que propone que existe una estrecha correspondencia entre la historia de la biota y la historia geológica, por lo que el número de especies y su distribución endémica tendría que explicarse de acuerdo con la compleja historia geológica de México.

Los patrones de riqueza y diversidad de especies pueden ser estudiados a gran variedad de escalas, ambientes, hipótesis evolutivas y biogeográficas que pueden explicar estos patrones (Rosenzweig 1992; Willig *et al.*, 2003). La combinación de la distribución de las especies con las variables abióticas y el paisaje mediante sistemas de información geográfica pueden priorizar áreas para la protección de la biodiversidad mediante la identificación de zonas de gran riqueza, aunque el número de variables y la complejidad de las relaciones entre ellos puede resultar difícil para los métodos estadísticos tradicionales. El uso de estos métodos, que comúnmente asumen linealidad y baja correlación entre las variables independientes, puede ocultar incluso fuertes relaciones y patrones (Hopton y Mayer, 2006).

A lo largo del tiempo han surgido numerosos intentos de sistematización de estos patrones de distribución de la biota, los cuales se clasifican en un número variado de regiones, subregiones y provincias biogeográficas (Ruiz-Jímenez *et al.*, 2004). En el análisis biogeográfico, el reconocimiento de patrones, especialmente el descubrimiento de componentes bióticos, es el primer paso para someter a prueba las diferentes hipótesis acerca de la historia biótica de un área (Morrone, 2004).

La biota mexicana está compuesta por tres componentes principales: el Paleoamericano, el Transicional y el Neotropical (Halffter, 1964; Morrone y Marquez, 2001). No obstante, el análisis de la distribución de grupos de especies de distribución homóloga revela que cada uno de estos componentes está constituido por varios subcomponentes que indican una historia particular para diferentes conjuntos de especies que han compartido espacio y ambiente (Espinosa-Organista *et al.*, 2004).

Capítulo II

Marco Teórico

II.1 La Zona de Transición Mexicana.

El área comprendida entre las regiones Neártica y Neotropical, territorio donde confluyen las faunas de las dos regiones biogeográficas americanas, se conoce como la Zona de Transición Mexicana (ZTM; Halffter, 1976, 1978, 1987, 2003).

La limitación de las regiones Neotropical y Neártica ha sido objeto de controversia. Rzedowski (1978) sostiene que solo la provincia de California, la cual incluye las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir, en el noroeste de Baja California, tiene una afinidad netamente Neártica y que el resto de las cordilleras mexicanas tienen una mezcla de elementos Neárticos y Neotropicales tan compleja que es difícil asociar a cualquiera de ellas con una región en particular. Por ello, Rzedowski (1978) prefiere agrupar a todas las provincias de montaña de la parte continental de México como Región Mesoamericana de Montaña, una región de transición entre las regiones Neártica y Neotropical. Otros autores, en cambio establecen el límite entre las regiones en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Sin embargo, actualmente se considera que los límites del Neotrópico de México no son abruptos sino graduales.

Halffter (1976), define a la ZTM como la compleja y variada área de solapamiento entre las faunas Neotropical y Neártica, que comprende el sur y suroeste de los Estados

Unidos, México y gran parte de América Central, hasta las tierras bajas del sur de Nicaragua. Mientras que Smith (1941) estableció como límites entre la región Neártica y Neotropical las cercanías de Mazatlán, sobre la cuenca del Río Balsas, hasta el sur de Puebla; y en el este, por el norte de Tampico hasta el trópico de Cáncer.

A diferencia de los anteriores, Cabrera y Willink (1973) establecieron que son las regiones Holártica y la Neotropical, las que se encuentran representadas en México, dividieron éstas en dominios y provincias, donde el equivalente de la ZTM estaría dado por la provincia Mesoamericana de Montaña (región Neotropical), establecida en México sobre la Sierra Madre Occidental (SMO) y la Sierra Madre Oriental (SME), así como las cadenas montañosas al sur. Ortega y Arita (1998) indican que la ZTM tiene como límite Norte la Sierra El Encinal (Sonora), bajando a lo largo del Pacífico y la SMO.

La extensa ZTM posee una fisiografía variada y compleja, producto de la historia geológica accidentada que ha prevalecido desde el cenozoico medio. Su historia biológica le da una riqueza excepcional en flora y fauna. En ello han intervenido, por una parte, la gran variedad de ambientes y refugios ecológicos disponibles en la zona y, por otra parte, la contribución de faunas de distintas procedencias que han encontrado en la zona vías de dispersión adecuadas que van desde aquellas correspondientes a condiciones de montaña templada-fría, hasta corredores tropicales húmedos (Halffter, 2003).

Para Halffter (2003) es importante el que estas vías se encuentren en una posición N-S. Esta disposición ha facilitado los desplazamientos faunísticos y florísticos ante las grandes modificaciones de clima con un efecto de corredor y no de barrera.

Igualmente importante en la ZTM son las enormes posibilidades de diferenciación alopátrida que derivan de una orografía sumamente compleja en una región tropical.

Es difícil entender la composición biológica de la ZTM sin tomar en cuenta que la comunicación con América del Norte ha existido en forma constante desde el Mesozoico, aunque con barreras temporales especialmente a la altura del Istmo de Tehuantepec. Por el contrario, la comunicación con América del Sur y, por lo tanto, la posibilidad de inmigración de los elementos sudamericanos que actualmente forman parte importante de la biota de la zona, ha estado sujeta a condiciones sumamente variables a lo largo del tiempo (Halffter, 2003).

En la ZTM, el 70% del territorio se encuentra a altitudes superiores a los 1,000 m de altitud sobre el nivel del mar. Este porcentaje da una idea de la importancia que tienen las montañas en la zona.

En México, la notable presencia de cadenas montañosas a lo largo y ancho de su territorio, y la existencia de 30 cumbres de más de 3,000 m de altitud sobre el nivel del mar provoca una variación inusitada de hábitats. La distribución de la fauna del Componente Mexicano de Montaña (término usado por Halffter (1978) para nombrar a las provincias que integran la ZTM), depende tanto de la estructura actual, como de la historia de su base geográfica. Para muchas especies, las montañas han determinado y determinan las posibilidades de su dispersión a través de las condiciones ecológicas desfavorables de las tierras bajas. Sus cambios, su propia estructura espacial discontinua, son factores de aislamiento y especiación (Escalante *et al.*, 2005).

Esquemáticamente, tanto en un contexto histórico como actual, los conjuntos montañosos dividen a la ZTM en provincias que se distinguen claramente (Morrone y Márquez, 2001).

Son varios los trabajos biogeográficos en los que se divide esta zona en provincias y subprovincias (Udvardy, 1975), las cuales, además de diagnosticarse por la concentración de ciertos endemismos, poseen una relativa homogeneidad de condiciones ecológicas, es decir que se caracterizan por un conjunto particular de especies con fisiografía, clima, suelo y fisonomía vegetales muy similares (Espinosa-Organista *et al.*, 2004).

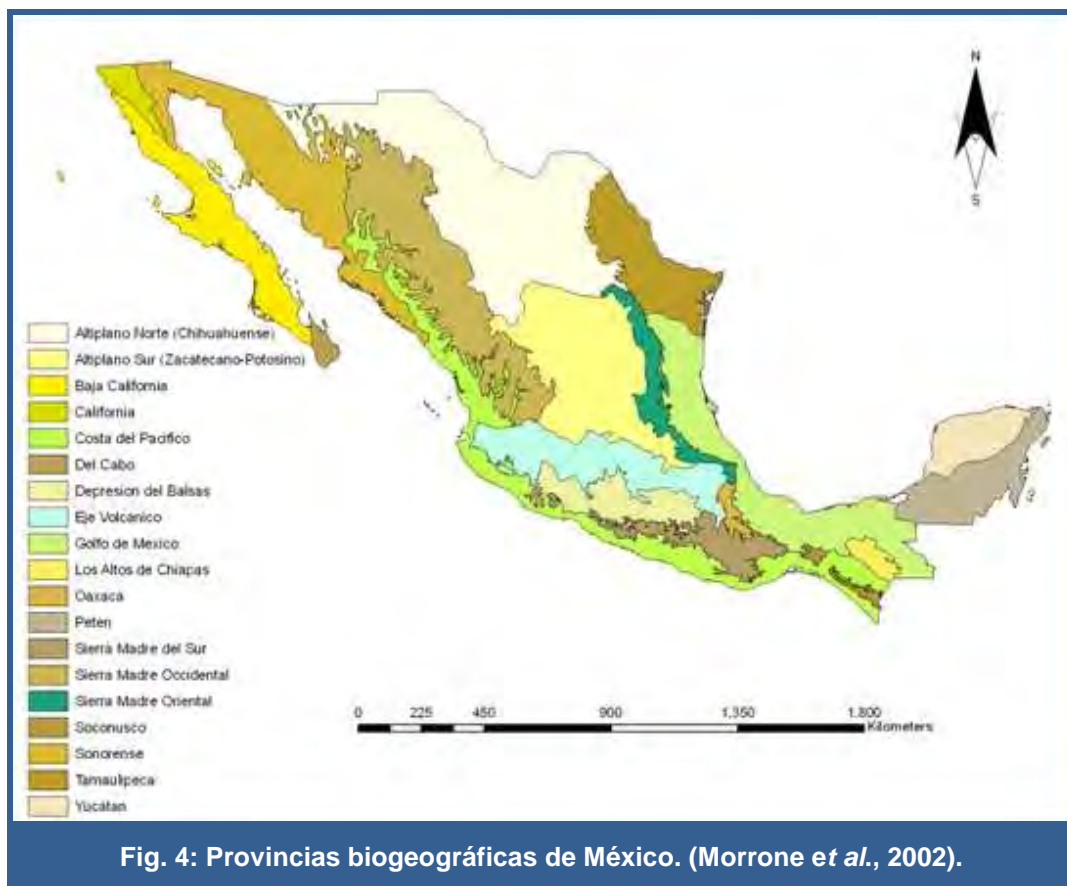


Fig. 4: Provincias biogeográficas de México. (Morrone *et al.*, 2002).

Las provincias biogeográficas señaladas por Morrone *et al.* (2002) para la ZTM se muestran en la figura 4 y son: la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, el Eje Volcánico Transmexicano (también llamado Faja Volcánica Transmexicana), la Depresión del Balsas, la Sierra Madre del Sur (SMS), el Golfo de México, la Costa del Pacífico Mexicano, la Península de Yucatán, las Provincias de Chiapas y América Central Este.

Los patrones de distribución de la fauna de montaña en la ZTM han sido definidos por Halffter (1976, 1978, 1987, 2003) como: Patrón de Distribución Neártico, Patrón Mesoamericano de Montaña y Patrón Paleoamericano.

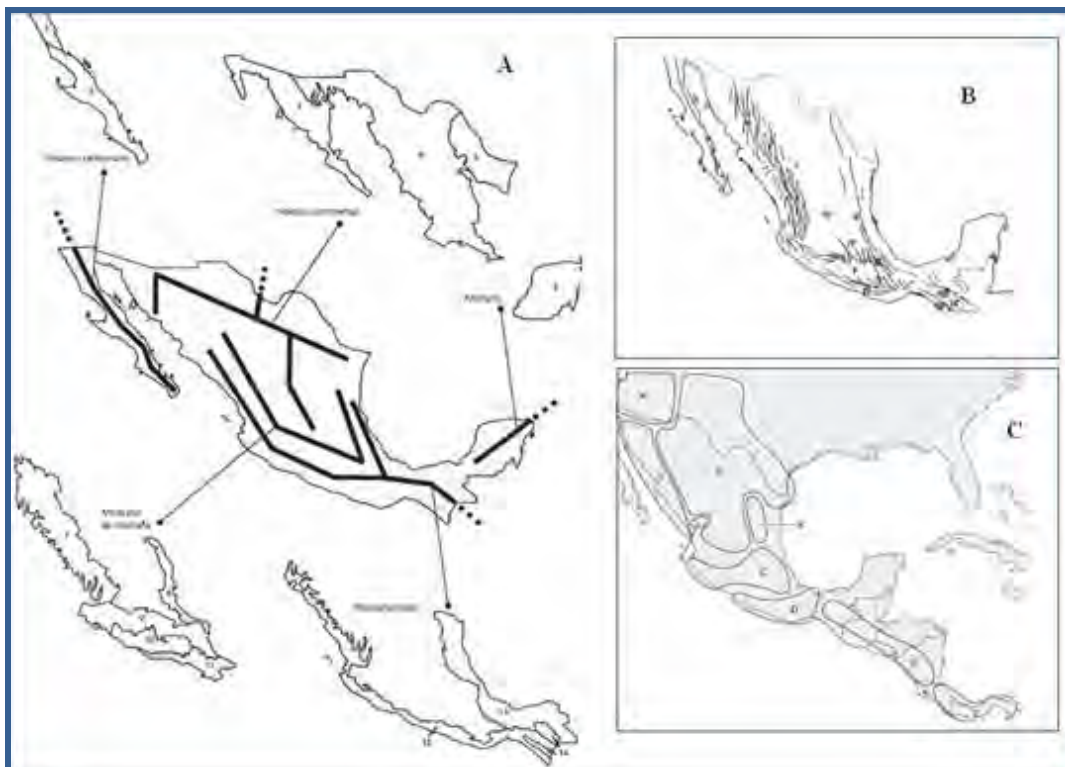


Fig. 5: Diferentes análisis para la ZTM. (A) Trazos generalizados por Morrone y Márquez (2003), (B) Sistemas orográficos por Halffter (1978) y (C) Análisis cladístico de Liebherr (1994).

La descripción de estos patrones y sus relaciones históricas se han enfocado a taxones particulares como plantas (Luna-Vega *et al.*, 2000), insectos (Marshall y Liebherr, 2000; Morrone y Márquez, 2001) o grupos asociados a cuerpos de agua (Huidobro *et al.*, 2006), algunos resultados de estos estudios se muestran en la figura 5.

II.2 Panorama histórico de la Biogeografía.

Desde diferentes épocas y concepciones se ha tratado de explicar la distribución de las especies en el planeta. Estas ideas han surgido desde diversas corrientes, incluyendo las religiosas, las cuales tuvieron gran cantidad de adeptos durante un largo tiempo. Papavero *et al.* (1997) mencionan 1) el mito de Edén al final de la creación, 2) el mito del diluvio universal y 3) el mito de la Torre de Babel. Todos ellos parten de la idea dispersialista de las especies.

Espinosa-Organista *et al.* (2002) resumen los enfoques y atribuciones de los diferentes autores al análisis de la diversidad biológica, menciona que D' Acosta reconoce el endemismo de las especies ligadas a América, como distintas a las del Nuevo Mundo previamente conocido. Más tarde, Lineo explicó su razonamiento "Biogeográfico" a partir del Edén mencionándolo como centro de origen y dispersión de la biota; además consideró los factores abióticos como limitantes para la distribución de las especies y asoció una zonificación climática altitudinal a la montaña del Edén, y entre otras cosas, tomó en cuenta las formas de dispersión de las especies.

Posteriormente Buffon destacó que cada área poseía su biota particular, inclusive entre áreas en diferentes lugares del mundo con gran similitud. Pero fue

De Candolle quien dio un gran avance a la biogeografía, él expresó la influencia que los elementos externos tienen sobre los vegetales y las modificaciones que resultan e incluso llegó a explicar procesos de competencia por los recursos entre las especies, reconoció la presencia de barreras naturales y que éstas impiden que la diseminación de las especies se extiendan por toda la tierra. Al igual que D'Acosta, De Candolle identificó los diferentes factores de dispersión de las especies. Por otra parte propone una regionalización de la biota; llamándolas "regiones botánicas", las describió como espacios con especies particulares, introdujo el concepto de endemismo y grupos esporádicos.

Cuvier admitió la fijeza de las especies y reconoció grandes procesos de extinción, propuso la teoría de las grandes revoluciones del globo terrestre con creaciones sucesivas; las creaciones eran separadas por grandes cataclismos o catástrofes. Por su parte Buch, estableció la importancia del aislamiento geográfico en la formación de las especies, pero a diferencia de Cuvier y Buch, después de una serie de experimentos, Hooker concluyó que la dispersión no era un factor importante para explicar la gran relación entre las floras de la Patagonia, la Antártida, Australia y Nueva Zelanda, también propuso que las floras australes pudieron haber formado una flora única, y que después se fragmentó.

Por su parte Sclater, contribuyó con la división terrestre de los continentes, en seis grandes regiones biogeográficas, que son usadas hasta hoy en día (Neártica, Neotropical, Paleártica, Etiópica, Oriental y Australiana), pero otra contribución no menos importante fue el método comparativo en la biogeografía (consolidado más tarde por Hennig).

Actualmente, la biogeografía es definida como la disciplina que estudia la distribución de los seres vivos, tanto en el tiempo como en el espacio, considerando los procesos que dieron lugar a dicha distribución (Contreras–Medina *et al.*, 2001a).

Según Morrone (2004), el reconocimiento de componentes bióticos resulta clave para comprender la evolución en espacio–tiempo. La panbiogeografía representa un enfoque biogeográfico que puede aplicarse para identificar estos componentes bióticos. Croizat (1958), quien fundó este enfoque de la biogeografía, propuso que las biotas pasan por un periodo de movilidad, es decir, de expansión de las poblaciones. El método panbiogeográfico, que hoy se conoce como análisis de trazos, consiste en construir trazos individuales mediante la conexión de localidades donde se distribuye un taxón; la evaluación de la superposición de los trazos individuales sirve para reconocer trazos generalizados y el reconocimiento de nodos (áreas de convergencia de dos o más trazos generalizados; Morrone, 2004).



Fig. 6: Trazos generalizados. (adaptado de Morrone y Crisci (1995)).

Cada trazo generalizado se considera entonces como una hipótesis sobre la historia de vicariación (fragmentación) de áreas ancestrales (figura 6). Estas hipótesis son evaluadas a la luz de evidencia geológica o paleoclimática Torres-Miranda y Luna-Vega (2006) sugieren que estos trazos representan historias comunes en la composición de sus biotas. Los nodos, al ser áreas de intersección de trazos generalizados, son centros donde están presentes componentes bióticos de distintas afinidades y, representan zonas de contacto de dos o más placas tectónicas.

Las áreas nodales son biológica y geológicamente complejas, por lo que son áreas de importancia histórica en la evolución de la biota general del área. La panbiogeografía es una metodología que permite integrar los patrones de distribución de los seres vivos con su pasado geológico, bajo la premisa que Croizat (1958) menciona "la vida y la Tierra evolucionan juntas". La presencia de una barrera geográfica en un tiempo geológico mayor puede ser la causa de la especiación por vicarianza (Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006).

Croizat (1958) asume que los patrones de distribución de las biotas son altamente repetitivos, por lo que de esta forma se podrían encontrar patrones similares en la distribución de taxones de alta vagilidad y en taxones altamente filopátridos.

Por su parte Grehan (1993) considera que las áreas donde se encuentran los nodos son zonas con alta prioridad para la conservación, debido a que representan áreas biológica y geológicamente complejas y estos representan los llamados 'hotspots' (áreas con alta riqueza de especies), que además incluyen elementos taxonómicos de diverso origen, es decir, poseen diversidad de relaciones geográficas y filogenéticas (Morrone, 2000; Aguilar-Aguilar y Contreras-Medina, 2001; Contreras-Medina *et al.*,

2001b). Estas áreas han sido identificadas también como Regiones Terrestres Prioritarias y como Áreas de Importancia en la Conservación de Aves, además que han sido identificados como zonas nodales (Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006).

Por ello, el análisis de la biogeografía histórica permite analizar e interpretar los patrones de distribución de los seres vivos, a partir de los cuales es posible identificar áreas con alto potencial para ser conservadas, que permitan preservar la riqueza de especies (Morrone y Espinosa–Organista, 1998).

II.3 Origen de la distribución de la biota en México.

II.3.1 Florística.

La flora fanerogámica de México, se calcula en aproximadamente 220 familias, 2,410 géneros y 22,000 especies (Rzedowski, 1991), aunque según las estimaciones podría alcanzarse las 30,000 especies de plantas vasculares (Toledo, 1988; Flores-Villela y Gerez, 1988), esto es un indicativo de que el territorio del país ha sido sitio de origen y desarrollo de un gran número de linajes vegetales (Rzedowski, 1991), producto de una evolución sin interrupción en las montañas de la zona subtropical donde formaron centros secundarios de desarrollo; los elementos que surgen en el Oligoceno juegan el papel más importante en el desarrollo florístico, el clima se enfrió en las latitudes medias y altas, los elementos tropicales desaparecieron casi completamente de algunas áreas continentales y la forma subtropical gradualmente dio forma a la templada (Takhtajan, 1987).

Por su parte Alcántara (1996), advierte que los patrones de distribución de los bosques templados de montaña en México, se ha explicado generalmente con un enfoque dispersionista y que éstos han surgido en el Terciario Tardío durante el Pleistoceno e inicios de Holoceno. En este tiempo existió una gran fluctuación en la temperatura, provocando un periodo glacial, teniendo como consecuencias grandes pérdidas de taxa. Las especies sobrevivientes cambiaron abruptamente su distribución, siguiendo corredores de clima y vegetación adecuados para su sobrevivencia. La temperatura disminuyó lo suficiente sobre el sur de los E.U. para permitir que taxones arbóreos templados migraran al sur en las tierras altas de México, donde contribuyeron al desarrollo de los bosques de montaña. Esto corresponde con el número de géneros de árboles característicos de latifoliadas en E.U., cuyo total es de 23, que se presentan también en las latitudes altas. Más tarde en el Oligoceno medio la flora subtropical comenzó a dar forma a la decidua templada en un proceso que inicio en el norte y se extendió hacia el sur.

Alcántara (1996), además señala que el patrón de distribución de algunos géneros de plantas de los bosques templados del este de México, coincide con otros taxones de animales que muestran patrones de distribución general ampliamente con los del este de Norteamérica y México-Centroamérica; estos patrones muestran disyunciones generales dentro de esta región.

Esto hace clara la existencia de una relación biológica entre el este de E.U. y el sureste de México y Norte de América Central, la cual quizá existió, para algunos de los taxones, desde hace mucho tiempo (al menos 50 a 60 Ma.). Esta gran relación biótica implicaría una continuidad biótica más antigua y la explicación de sus actuales patrones

de distribución disyunta pudiera hacerse con base en ciertos eventos histórico-geológicos o geográficos (Rosen, 1978).

En contraste (McVaugh y Rzedowski, 1965) con base en estudios taxónomicos-filogenéticos, concluyó que varios grupos de plantas de clima templado han tenido su centro de diversificación en el sur de México y Centroamérica, de donde posteriormente se dispersaron hacia el norte a lo largo de la SME y la SMO.

La significativa proporción de elementos endémicos permite especular que México en unión con una parte de Centroamérica funcionaron como centro de origen y radiación de la flora del bosque mesófilo de montaña. De hecho es probable que una parte de los que se consideran como géneros Neotropicales del bosque mesófilo se hayan generado en México o en Centroamérica y después se extendieran hacia América Meridional (Rzedowski, 1996)

Axelrod (1958) afirma que algunos elementos arbóreos podrían haber estado presentes en México, en conjuntos similares en el Cretácico y a principios del Terciario, cuando algunos elementos Holárticos tuvieron una distribución más amplia y continua que en la actualidad, y es a principios del Mioceno (Graham, 1973) cuando se revela la existencia de un gran número de géneros boreales, pues (Axelrod, 1958) el clima tendió al enfriamiento y a la aridez. Por su parte, Toledo (1976) asegura que fue en el Eoceno cuando ya hay presencia de géneros boreales.

El registro fósil, hasta ahora conocido, indica que las características fundamentales de la actual flora fanerogámica de México estaban ya bien establecidas desde el Terciario medio y muchas de ellas posiblemente desde tiempos anteriores (Rzedowski, 1991).

De acuerdo con Sharp (1953) en el Plioceno México presentaba áreas con suficiente altitud como para soportar una vegetación del tipo templado. Debido a que la mayoría de las familias distribuidas en las regiones templadas se encuentran principalmente en el hemisferio norte, él entonces consideró que los ancestros de la primera vegetación templada llegaron desde el norte, en el Plioceno tardío y en el Pleistoceno, ya que gran parte de la flora del país fue al menos subtropical durante la primera parte de Terciario. Igualmente Sharp (1966) explica que una parte de la flora actual de México se originó en Asia o en el norte de América y que los elementos originarios de Asia migraron a través de Alaska en el Cretácico y en el Terciario. Posteriormente los climas fríos del Terciario y del Pleistoceno extinguieron casi toda esa flora en grandes extensiones de Norteamérica. Sólo en México pudo sobrevivir un mayor porcentaje, aunque la evidencia paleobotánica indica que algunos elementos florísticos estaban presentes desde el Mioceno, en el sur de México, tales como especies del género *Liquidambar* y *Myrica* (Graham, 1973).

Quintana-Ascencio y González-Espinosa, (1993) explican que la estructura y composición de los bosques húmedos de pino-encino parece resultar de una mezcla de especies pertenecientes a géneros de origen diverso.

Sin embargo, para Martin y Harrel (1957) parece imposible que haya existido un corredor boscoso durante el Pleistoceno que permitiera la migración de biotas templadas hacia México, por lo que la mayoría de los elementos templados alcanzaron los bosques montanos de México al menos en el Cenozoico medio, llegando a presentar una disyunción.

Rico-Gray (1993) señala que el origen de los patrones de distribución, diversificación y dispersión de las floras del mundo ocurrió durante el Cretácico superior y el Cenozoico.

Por toda esta historia, Rzedowski (1991) menciona que las regiones montañosas de México registran un alto grado de endemismo; para el caso de bosques de coníferas y encinos un total de 70% y para el bosque mesófilo el 30%, esto se explica, desde la perspectiva de Rzedowski (1991) debido a que las porciones montañosas con clima templado y semihúmedo funcionan como islas ecológicas, provocando alto endemismo de las fanerógamas mexicanas. Las gimnospermas representan aproximadamente 22% de la diversidad de especies mexicanas de plantas, y según Contreras-Medina (2004) merecen una especial atención para la biogeografía histórica desde el punto de vista de la antigüedad y porque los eventos tectónicos y los cambios climáticos son importantes para definir los diferentes patrones de distribución.

II.3.2 Mastofauna.

En México existen 535 especies de mamíferos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008), esta diversidad la explican Fa y Morales (1998) por la influencia que ejercen las barreras geográficas, la heterogeneidad del hábitat y la combinación de ambientes. Las áreas de alto endemismo se encuentran a lo largo de la SMO y el Istmo de Tehuantepec (Fa y Morales, 1998). Tanto la SME como la FVTM son considerados como filtros biogeográficos para diferentes especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005). Un filtro biogeográfico según Ortega (1983) es un medio selectivo de especies de importantes centros de especiación en rangos geográficos aislados.

Los límites para los mamíferos están muy relacionados con la vegetación, y no se pueden marcar límites tajantemente, en una u otra provincia fisiográfica, pues estos son graduales (Ferrusquía-Villafranca, 1998; Fa, 1998; Fa y Morales, 1998).

La distribución de los mamíferos es cosmopolita, lo que ha sugerido que se le considere como el grupo más exitoso evolutivamente (Aguilar-Aguilar y Contreras-Medina, 2001). El origen de los mamíferos se remonta a principios de la era Mesozoica. Ceballos y Oliva (2005) indican que es durante el Pleistoceno cuando se originan varias especies como consecuencia de aislamientos provocados por cambios climáticos; existen especies con poblaciones separadas en los E.U. y México a consecuencia de aislamientos ocurridos en esta misma época.

La fauna de Centroamérica, es una mezcla de faunas tropicales y templadas, dicho intercambio surge en el Terciario, por el angosto istmo entre Norte y Sudamérica (Fa y Morales, 1998), ejemplo de ello, es el grupo de los équidos que tiene su origen en el Eoceno del Hemisferio Norte y no alcanzan América del Sur hasta el establecimiento del Istmo de Panamá, que se conoce como el "Gran Intercambio Biótico Americano", que tuvo lugar durante el límite Plioceno-Pleistoceno alrededor de 2.5 Millones de años (Marshall *et al.*, 1982; Webb, 1991; Prado y Cerdeño, 1998; Alberdi y Prado, 2004). Whitmore y Stewart (1965), indican que durante el Mioceno la mastofauna Norteamérica era continua hasta la actual zona del Canal de Panamá y que se mantenía separada del resto de Sudamérica por una barrera de tipo marina.

II.3.3 Avifauna.

Las aves mexicanas son un grupo particularmente importante ya que nuestro país ocupa el 12vo lugar mundial, se presenta una mezcla de avifauna de origen Neártico y Neotropical, se estima que la diversidad de especies es de aproximadamente 1,107, de ellas cerca de 100 especies son endémicas (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Las áreas de mayor riqueza de aves se encuentran en las tierras bajas del sureste, la Península de Yucatán, y el Istmo de Tehuantepec (Escalante *et al.*, 1998). Sin embargo, cuando hablamos de endemismos es diferente, pues las regiones de mayor concentración de endemismo de aves son la costa del Pacífico, la SMO y la FVTM (Escalante *et al.*, 1998).

De acuerdo con Escalante *et al.* (1998), la avifauna mexicana está compuesta por una mezcla de biotas procedentes tanto del norte como del sur del continente y, en algunos casos, también especies de origen caribeño. Sin embargo para algunos grupos particulares se puede considerar a México como su centro de diversificación.

II.3.4 Herpetofauna.

México es considerado como el país más rico en diversidad herpetofaunística. Se calcula que existen 306 especies de anfibios y 804 de reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004), del total se estima que el 59% son endémicas. De acuerdo con Flores-Villela (1998) esto se debe principalmente a los cambios climáticos y de vegetación que se dieron durante el Plioceno y Pleistoceno. Savage (1982) explica que existen cuatro

elementos que aportan especies a México: primero el Mesoamericano, elemento que está considerado como el más importante, y sus especies se distribuyen desde Mesoamérica hasta América del Sur; segundo el Sudamericano, cuya aportación de biota es muy reciente, tercero el Septentrional antiguo, constituido por especies con distribución circumpolar, cuya evolución se considera *in situ*; cuarto, también de aparente evolución *in situ* con representantes extratropicales (Morrone, 2005).

Actualmente, en México los tres estados con mayor diversidad herpetofaunística en orden decreciente son: Oaxaca, Chiapas y Veracruz. La Sierra de Juárez es considerada como la región de mayor endemismo. La posición geográfica, la variedad de climas y la antigua y estable geología son factores que han influido para que las zonas anteriormente mencionadas sean las de mayor diversidad en el país (Casas-Andreu *et al.*, 1996).

II.4 Provincias Biogeográficas.

El reconocimiento de endemismos y rasgos geomorfológicos, las condiciones geológicas, tectónicas y climáticas, similares en grandes extensiones de tierra, que las diferencian de otras regiones, han permitido la regionalización del territorio mexicano en provincias bióticas (Morrone, 2001a). A continuación se describe brevemente las provincias involucradas para el análisis de la ZTM en este trabajo.

II.4.1 Provincia Península de California y Baja California (PBC).

El espacio geográfico que ocupa la PBC queda comprendido por la provincia denominada Provincia Península de Baja California. Ésta se localiza en el noroeste de la República Mexicana. (Morrone, 2005; INEGI, 1995).

El origen de esta provincia, de acuerdo con la interpretación geológica de la tectónica de placas, se le atribuye a un eje de emersión de tales placas móviles litosféricas que recorre en forma longitudinal el fondo del golfo. Al ir emergiendo éstas, se deslizan en sentidos contrarios, con lo que se amplía constantemente el ancho del golfo y alejan la península y el continente. Este suceso se estima viene ocurriendo desde hace unos 20 millones de años, donde la península fue arrancada del continente, dando origen al Golfo de California (INEGI, 1995).

Con respecto a la riqueza de especies, se sabe que los diferentes grupos de vertebrados es baja, esto se debe al clima árido imperante en la PBC, por otro lado, también es el resultado de la relación especies-área, la cual indica que la diversidad de especies es menor en las penínsulas (a causa de la reducida superficie que ocupan y relativo aislamiento) que en las superficies continentales. La PBC tiene numerosas especies y aún géneros endémicos, los cuales le confieren el estatus de provincia biótica. El grado de endemismos es mayor en reptiles y aves, por lo que la hacen una provincia herpetofaunística distintiva, además la presencia de una ruta migratoria que recorre la costa del Pacífico y que engloba, la presencia de especies de aves continentales endémicas (Contreras-Medina *et al.*, 2007). Finalmente la vegetación consiste en bosques secos, bosques de coníferas y encinos, matorrales y chaparral perennifolio (Morrone, 2005).

II.4.2 Provincia Sierra Madre Oriental (SME).

Esta provincia está dispuesta en una posición Norte-Sur la SME que va desde la frontera de los Estados Unidos hasta el centro de México donde se une a la FVTM. Se ubica en el este de México, en los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Puebla y Querétaro, las cumbres de esta sierra van desde los 2,000 a 3,000 msnm. La ladera occidental es más seca; la oriental es más húmeda, pues recibe los vientos alisios del Golfo de México. Esto, aunado a la existencia de valles alargados, facilita la existencia de elementos tropicales a elevaciones relativamente altas y elementos montañosos a altitudes menores. Predominan los bosques templados, principalmente de encino, aunque también hay bosques de pino y otras comunidades vegetales (Morrone, 2005; Hernández y Carrasco, 2004; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2004).

El proceso orogénico que dio como resultado la formación de este sistema geológico data de fines del Cretácico y principios del Terciario y dejó una serie de estructuras semiparalelas en dirección noroeste sureste que se relacionan con fenómenos tectónicos laramídicos e invasión de rocas intrusivas que han propiciado la mineralización de algunas áreas. Está constituida por rocas sedimentarias en su mayoría marinas, en afloramientos que abarcan desde el Jurásico, hasta el Cretácico inferior (calizas y lutitas) y que presentan fallas inversas o cabalgaduras donde las más antiguas se superponen a las más modernas (Correa, 1978; INEGI, 1984).

La SME presenta una riqueza de 532 especies de aves (41.5% del total para México), seguida de la SMO que contiene el 30.94%, sin embargo si hablamos de endemismos, el sentido es inverso, siendo en la SMO especialmente alto (66.24% del

total de especies endémicas que se encuentran en México) (Navarro y Benítez, 1993).

Debido a que la SME tiene representado el 99% de los climas, esto la dota de una gran variedad de especies y es un elemento clave que ha permitido la presencia o ausencia de algunos grupos de especies, por lo tanto el total de las características climáticas (precipitación, humedad, temperatura) juegan un papel primordial para la distribución de las especies (Hernández y Carrasco, 2004).

La categorización de los climas y temperatura en la SME, según Hernández y Carrasco (2004) está dada en cuatro divisiones, sin embargo de acuerdo con los patrones de humedad la división solo se concentra en tres tipos diferentes de subdivisiones.

La SME representa un centro importante de diversidad para los géneros *Ceratozamia* y *Pinus* y, de manera general, de las gimnospermas de México, y en cuanto a endemismo se refiere, Contreras-Medina (2004) dice que el 18% del total de las especies distribuidas a lo largo de esta sierra son endémicas.

Finalmente, existe controversia para definir tanto los límites de esta provincia y también para considerarla como una provincia natural o no, actualmente existen varios análisis recientes que han reconocido unidades menores dentro de la SME, basados en taxones de hongos (Cifuentes-Blanco *et al.*, 2004), anfibios y reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004), aves (Navarro *et al.*, 2004) y mamíferos (León-Paniagua *et al.*, 2004). Espinosa-Organista *et al.* (2004) han reconocido cuatro distritos, teniendo en cuenta taxones animales y vegetales.

II.4.3 Provincia Sierra Madre Occidental (SMO).

La SMO ubica en el oeste de México, en los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Sonora, Sinaloa, Nayarit y el norte de Jalisco, por encima de 1,000 m de altitud. Ocupa el sistema montañoso de la SMO, el más largo y continuo de los sistemas orográficos mexicanos (Rzedowski, 1978; Ferrusquía-Villafranca, 1998; Dinerstein *et al.*, 1995).

Es una zona importante por su compleja topografía y diversidad de hábitat, en ella se puede encontrar desde las zonas áridas y desérticas del norte, pasando por el bosque tropical subcaducifolio hasta los bosques de coníferas de las montañas y los bosques húmedos de montaña en la porción sur (Rzedowski, 1991).

Desde la formación de las SMO y la SME en el Cretácico y del Desierto Chihuahuense a finales del Plioceno (Consejo de Recursos Minerales, 1991), tales regiones han funcionado como islas ecológicas (Rzedowski, 1991). La presencia de estas islas y su carácter dinámico, en función de los profundos cambios fisiográficos y climáticos que las afectaron, han contribuido a la notable riqueza florística de cada una de estas regiones. Asimismo, Rzedowski (1978) opina que el Desierto Chihuahuense y la SMO, sin dejar de ser diferentes, tienen muchas especies en común.

El oeste de México no solo es un importante centro de endemismo para la avifauna, también es patrón que se repite en una gran variedad de grupos taxonómicos (Peterson y Navarro, 2000). Un ejemplo claro son las burseras, las mariposas las abejas y la herpetofauna (García-Trejo y Navarro, 2004).

Quizás una de las razones por las que el oeste de México resulta tan importante, es su compleja topografía y diversidad de hábitat, ya que podemos encontrar desde las zonas áridas y desérticas del norte, pasando por el bosque tropical subcaducifolio hasta los bosques de coníferas de las montañas y los bosques húmedos de montaña en la porción sur (Rzedowski 1978, 1991), cada uno de estos hábitats con una avifauna muy característica (Binford, 1989; Navarro, 1992; Gordon y Ornelas, 2000). Sin embargo, pese a todo lo anterior, de acuerdo con Ferrusquía-Villafranca (1998), existen pocos estudios de esta provincia.

II.4.4 Provincia Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).

Se ubica en el centro de México, en los estados de Guanajuato, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz. Corresponde básicamente al sistema montañoso del neovolcánico, incluye las elevaciones mayores del territorio mexicano. Su posición es privilegiada, ya que conecta entre sí las SMO, SME y la SMS, y ha constituido un evento vicariante importante para muchos taxones (Marshall y Liebherr, 2000; Mateos *et al.*, 2002; Hulsey *et al.*, 2004). Predominan los bosques de pino-encino; también existen zacatonales o pastizales alpinos cerca de la cima de los grandes volcanes.

Desde el comienzo de su formación, la historia geológica de la Faja, según Gómez-Tuena *et al.* (2005), se puede dividir en cuatro episodios: 1) arco intermedio en el Mioceno medio y tardío; 2) episodio máfico del Mioceno tardío; 3) episodio silíceo al final del Mioceno y vulcanismo bimodal del Plioceno temprano; y 4) arco del Plioceno tardío-cuaternario, periodo en que se forma el complejo volcánico de Colima, Tequila

(Jalisco), Ceboruco, Sangangüey, Las Navajas y San Juan (Nayarit), así como el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, la Sierra del Chichinautzin y Apan, la Sierra Nevada (Cerro Tláloc, Iztaccíhuatl y Popocatepetl) y más al oriente el volcán La Malinche y el alineamiento del Pico de Orizaba-Cofre de Perote.

Lo anterior ha promovido su diferenciación en dos biotas regionales: Neártica, que ha ocupado la FVTM y el territorio situado al norte de ellas; y Neotropical, que ha ocupado principalmente el territorio al sur de la FVTM. Esta gradación persiste parcialmente, expresada en las complejas intercalaciones de las biotas (o segmentos de ellas) al norte y al sur de la FVTM (Ferrusquía-Villafranca, 2007).

Los valores de riqueza y endemidad colocan a la FVTM como la región montañosa florísticamente más diversa de México, tanto de manera general por su número total de plantas vasculares como particular por su número de asteráceas, sin embargo es la SMO la que tiene un mayor número de taxones endémicos (Halftter *et al.*, 2008).

Pocos han sido los intentos de conservación que se han hecho para la FVTM. Ceballos y Navarro (1991) señalaron la importancia de la FVTM como áreas ricas en endemismos de mamíferos y recalcaron que la expansión de las actividades humanas es uno de los principales problemas del deterioro del ambiente donde habitan estos organismos.

II.4.5 Provincia Sierra Madre del Sur (SMS).

Se ubica en el centro sur de México, desde el sur de Michoacán hasta Guerrero, Oaxaca y parte de Puebla, por encima de los 1,000 m de altitud. Corresponde al sistema montañoso de la SMS, que corre en dirección noroeste-sureste paralelamente a la costa del Pacífico, desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec. Su continuidad está interrumpida por valles, cuyos ríos se sitúan generalmente por encima de los 1,000 m. Posee unos 1,100 km de longitud y su ancho promedio es de 120 km. Aunque la SMS posee un origen laramídico común con la Sierra Madre de Chiapas, hace unos 70 millones de años, ambas están separadas por la depresión del Istmo de Tehuantepec. Predominan los bosques de pino-encino; también hay matorrales de cactus (Correa, 1978; INEGI, 1984)

El origen geológico de la SMS es de carácter ígneo con montañas y elevaciones menores, en forma de bloque de rocas intrusivas y metamórficas, esencialmente del Mesozoico, del Oligoceno y en menor proporción Paleozoicas y Cuaternarias (Lugo-Hubp, 1992).

García-Rendón (1993) reconoce que existen tres asociaciones principales de vegetación: bosques de robles creciendo a 1,900-2,500 m, bosques de niebla a 2,300 m, y bosques de pino-encino y algunos pinos dispersos a alturas entre 2,400 y 2,500 m, así como algunas plantas epífitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae, los musgos y líquenes crecen en abundancia

Debido a los ambientes aislados que ocurren en la SMS, sus niveles de altitud y escarpadas pendientes ha sido recientemente considerada un centro incomparable de endemismo y biodiversidad (Fa y Morales, 1998). Existen 595 especies de plantas, con

siete géneros endémicos, y de las 161 especies de plantas endémicas a México, 16 se producen sólo en Guerrero (Salazar-Chávez, 1993). El Cañón del Zopilote, ubicada en la parte norte de la sierra, se considera un centro de especies endémicas de plantas y el sitio de la diversificación de las especies de *Bursera* (Diego *et al.*, 1997). Muchos de los coleópteros (familia Pasalidae) también son endémicas de la SMS (Reyes-Castillo y Castillo, 1993), que también es una de las zonas más ricas en especies de mariposas (161 especies) en el Pacífico mexicano (Martínez y Llorente-Bousquets, 1993). A pesar de la herpetofauna no han radiado ampliamente (39 especies), la mitad de los anfibios y el 34% de los reptiles son endémicos.

II.4.6 Provincia Altiplano Mexicano (AM).

Corresponde al altiplano situado entre las SME y la SMO, en los estados mexicanos de Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora, y Nuevo México y el sur de Texas en los Estados Unidos de América. Su altitud varía entre 1,000 y 2,000 m. Abundan las cuencas endorreicas, algunas relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes; y otras más reducidas, como las de los Bolsones de Mapimí y del Salado. La vegetación consiste en estepas de gramíneas de los géneros *Bouteloua* y *Aristida*, extendidas entre matorrales xéricos, y bosques en los llanos y valles intermontanos (Morrone, 2005; INEGI, 1984).

Capítulo III

Justificación y Objetivo

III.1 Justificación.

Los métodos biogeográficos empleados actualmente permiten comprender los diferentes procesos evolutivos en espacio y tiempo determinados, los cuales son fundamentales para establecer las relaciones históricas entre los variados grupos bióticos que se distribuyen a lo largo y ancho del globo terrestre.

Esta información se vuelve de especial interés cuando hablamos de México cuya área es biológica y geológicamente compleja y de gran importancia por su alta diversidad (Márquez y Morrone, 2003), ya que las distribuciones geográficas se pueden usar como objetos directos de análisis (Croizat, 1958, 1964).

Estos conocimientos permiten desarrollar estrategias de trabajo para la conservación pues, como es sabido, en la actualidad hay una pérdida irremediable de la biodiversidad (Ehrlich, 1981), por lo que es urgente desarrollar estrategias tendientes a la conservación. Estas estrategias requieren de la evaluación de la biodiversidad desde la mayor cantidad de perspectivas posibles (Crisci *et al.*, 2000). Una de estas perspectivas debe enfocarse en relación con la dimensión espacial y es aquí donde la biogeografía está involucrada con la conservación, ya que es ésta la disciplina orientada a comprender e interpretar los patrones espaciales de la biodiversidad. Con

dicho conocimiento se pueden implementar planes de manejo de áreas, que por su alta diversidad y endemismos de especies son consideradas como prioritarias para su conservación.

Halffter (1992) señala que la conservación de ecosistemas que contienen muchos endemismos debería ocupar el primer lugar en una estrategia global, ya que la destrucción de estos ecosistemas representa la pérdida de líneas evolutivas que no se encuentran en ningún otro sitio. En el caso de México, los ecosistemas de montaña estarían en esta circunstancia.

III.2 Objetivo.

Describir los patrones de homología geográfica de diferentes grupos de plantas vasculares y animales vertebrados en la Zona de Transición Mexicana y, a partir de tales patrones, proponer las principales relaciones históricas de la biota transicional mexicana con las floras y faunas aledañas.

Capítulo IV

Material y Métodos

IV.1 Selección y manejo de datos.

Se seleccionaron 2,249 especies e infraespecies de vertebrados, angiospermas y gimnospermas cuya distribución preferencial es en las montañas de México y que tenían un número mayor a tres localidades geográficas en su distribución, pues, según Grehan (2001), éste es el número mínimo de localidades para establecer un trazo individual informativo. Los datos de distribución se obtuvieron a través de la Red Mexicana de Biodiversidad (REMIB) y del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB). Esta información se reunió en una base de datos en el programa Microsoft® Access 2005, la cual incluyó el arreglo taxonómico de la especie y su georreferencia. La base de datos se sometió a dos procesos de validación: la taxonómica y la geográfica. La validación taxonómica se realizó con base en catálogos de autoridades taxonómicas desarrollados en Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). La validación consistió en corregir errores tipográficos y actualizar la información taxonómica, manteniendo únicamente nombres válidos. La validación geográfica se valoró en relación con datos de medio físico (elevación, fisiografía y vegetación) y geoestadística (polígonos de estados y límites de costa), y se corroboraron con el nomenclátor geográfico de México (INEGI, 1988).

IV.2 Análisis Panbiogeográfico.

Se realizaron cortes de la información, los cuales fueron exportados a formato DBase IV, y agrupados en diferentes carpetas a nivel de género.

Se elaboraron mapas de localidades por cada taxón terminal (especies o subespecies) y se generaron trazos individuales de cada uno de ellos mediante el programa ArcView™ 3.2 (ESRI, 1999) y la extensión Trazos 2004® (Rojas-Parra, 2005). A partir de un conjunto de localidades donde se distribuye un taxón, Trazos 2004® construye redes de tendido mínimo (redes de Steiner), uniendo las localidades geográficas a través de la línea de menor distancia, la cual es medida no como segmentos de recta, sino como arcos sobre un geoide. Posteriormente, la extensión Trazos 2004® calcula los trazos generalizados, cuando detecta que dos o más trazos individuales coinciden topológicamente. Finalmente se obtuvieron los nodos, que se definen como la intersección de dos o más trazos generalizados (Morrone, 2001b).

Para la interpretación y análisis, cada uno de los trazos generales se sobrepusieron en los siguientes mapas de coberturas proporcionados por Conabio: regiones biogeográficas, vegetación, precipitación, temperatura, y vertientes (modificado por Espinosa-Organista com. pers., 2008) (ver figura 7).

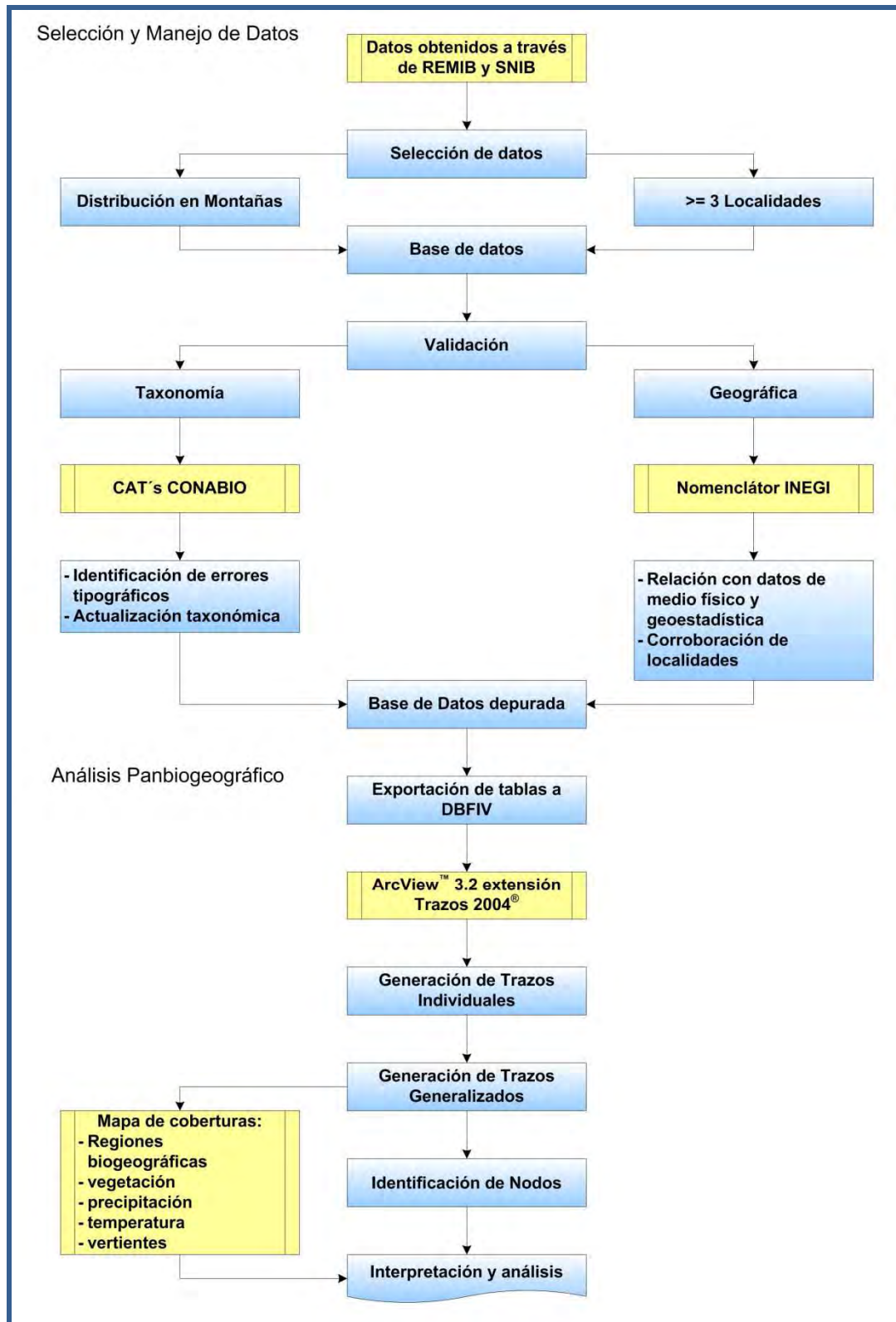


Fig. 7: Diagrama de flujo del método.

Capítulo V

Resultados

Del total de especies e infraespecies analizadas, se seleccionaron 2,244 cuyas distribuciones geográficas recorren ampliamente la Zona de Transición Mexicana (ZTM): 751 son angiospermas, 182 gimnospermas, 611 helechos, 137 anfibios, 171 reptiles, 175 aves y 217 mamíferos. A partir de los trazos individuales generados, se reconocieron nueve trazos generalizados sustentados por dos o más especies, los cuales se describen en la tabla I y se ilustran en las figuras 8 a 16.

Tabla I. Total de especies e infraespecies por grupos presentes en cada trazo generalizado.

Trazo	Anfibios		Dicotiledóneas		Helechos		Monocotiledóneas		Total por trazo
		Aves		Gimnospermas		Mamíferos		Reptiles	
Altiplano	0	8	3	20	27	14	11	11	94
Árido de Montaña	3	18	29	29	33	39	25	22	198
California	1	1	22	9	16	5	5	23	82
Meridional	20	37	29	5	58	40	29	26	244
Neovolcánico	22	46	34	10	46	20	38	14	230
Occidental	1	14	41	19	64	17	31	22	209
Oriental	87	30	152	30	183	59	87	28	656
Septentrional	0	0	73	48	149	0	106	0	376
Vertientes MI	3	21	19	12	35	23	17	25	155
Total por grupo	137	175	402	182	611	217	349	171	2244

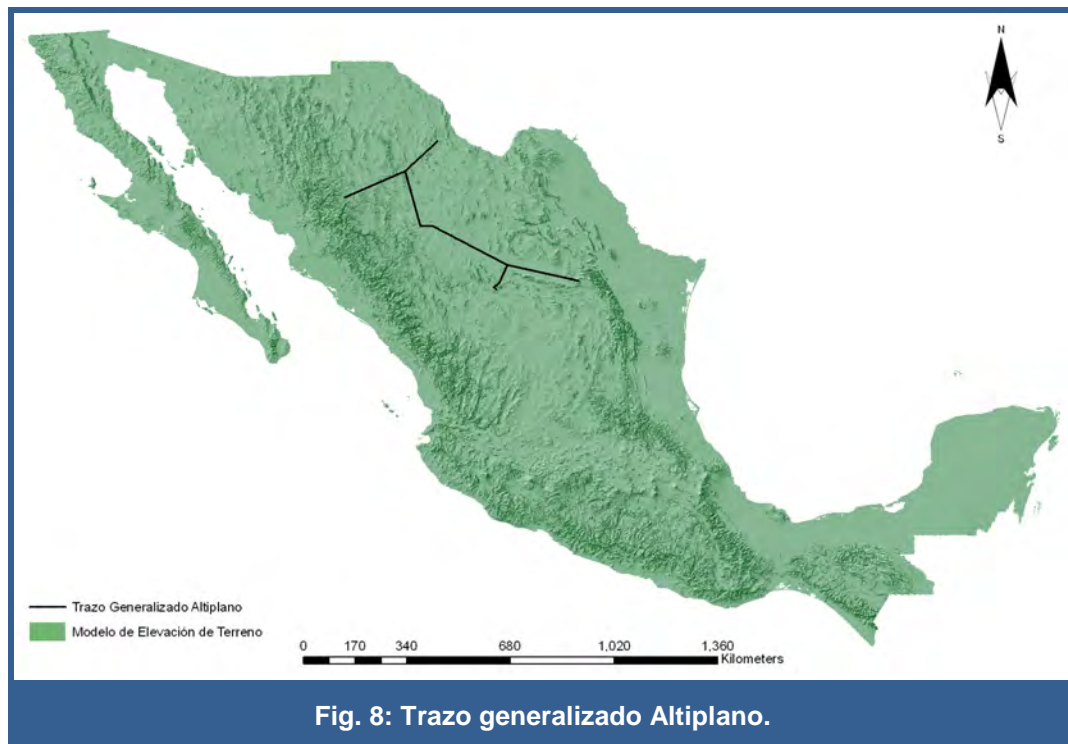
En este trabajo se reconocen patrones generales que indican la distribución de mayoría de las especies, sin embargo dentro de estos patrones llamados trazos generalizados, se encontró que existen porciones más pequeñas que integran estos trazos, y que por consecuencia deben de ser reconocidos, y en adelante se llamaran

“subtrazos”. En los casos que aplique, las especies que integran estos subtrazos son las marcadas con asterisco (*).

V.1 Trazos generalizados.

V.1.1 Trazo 1. Generalizado Altiplano.

Este trazo conecta las fachadas interiores de la Zona de Transición Mexicana (ZTM) y cruza el Altiplano Mexicano a través de las sierras transversales que dividen las cuencas de los Ríos Nazas y Aguanaval (figura 8). Las especies de este trazo habitan los bosques de climas semiáridos templados. Se ubica en los estados de Chihuahua, norte de Coahuila y sur de Durango.



Animales

Aves: *Aphelocoma californica* ssp. *cyanotis*, *A. californica* ssp. *grisea*, *A. californica* ssp. *hypoleuca*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *C. brunneicapillus* ssp. *affinis*, *C. brunneicapillus* ssp. *anthonyi*, *C. brunneicapillus* ssp. *couesi* y *C. brunneicapillus* ssp. *guttatus*.

Mamíferos: *Cratogeomys castanops*, *C. castanops* ssp. *excelsus*, *C. castanops* ssp. *surculus*, *Lepus californicus*, *L. californicus* ssp. *asellus*, *L. californicus* ssp. *festinus*, *L. californicus* ssp. *merriami*, *L. californicus* ssp. *texianus*, *Neotoma micropus*, *Sorex emarginatus*, *Thomomys bottae*, *T. bottae* ssp. *analogus*, *T. bottae* ssp. *camargensis* y *T. bottae* ssp. *toltecus*.

Reptiles: *Eumeces obsoletus*, *E. parviauriculatus*, *Phrynosoma cornutum*, *Thamnophis sirtalis*, *Urosaurus ornatus*, *U. ornatus* ssp. *caeruleus*, *U. ornatus* ssp. *caerulus*, *U. ornatus* ssp. *lateralis*, *U. ornatus* ssp. *schmidti*, *U. ornatus* ssp. *schottii* y *U. ornatus* ssp. *symmetricus*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Quercus endlichiana*, *Q. endlichiana* f. *serrata* y *Q. tinkhamii*.

Gimnospermas: *Abies concolor*, *A. concolor* var. *baja-californica*, *Ephedra torreyana*, *E. torreyana* var. *powelliorum*, *E. trifurca*, *Juniperus ashei*, *J. pinchotii*, *J. saltillensis*, *J. scopulorum*, *J. virginiana* subsp. *scopulorum*, *Pinus johannis*, *P. pinceana*, *P. ponderosa*, *P. ponderosa* var. *ponderosa*, *P. reflexa*, *P. remota*, *Pseudotsuga flahaulti*, *P. guinieri*, *P. mucronata* y *P. taxifolia*.

Helechos: *Asplenium potosinum*, *A. potosinum* var. *semipinnatum*, *Athyrium bourgaei*, *Cheilanthes aemula*, *C. feei*, *C. jamaicensis*, *C. lindheimeri*, *C. tomentosa*, *C. villosa*, *C. wrightii*, *Dryopteris pseudofilix-mas*, *Notholaena bryopoda*, *N. grayi*, *N. grayi* subsp. *grayi*, *N. greggii*, *N. hookeri*, *N. nealleyi*, *N. standleyi*, *Pellaea intermedia*, *P. wrightiana*, *Pleopeltis riograndense*, *Polypodium californicum*, *P. pseudoaureum*, *Selaginella novoleonensis*, *S. pilifera*, *S. pringlei* y *S. wrightii*.

Monocotiledóneas: *Carex agrostoides*, *C. chihuahuensis*, *C. planostachys*, *C. potosina*, *C. ultra*, *Cyperus acuminatus*, *C. aristatus*, *C. pseudothrysiflorus*, *C. schweinitzii*, *Encyclia pseudopygmaea* y *Smilax aristolochiifolia*.

V.1.2 Trazo 2. Generalizado Árido de Montaña.

Trazo de distribución Norte-Sur, abarca los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla y finaliza en el límite entre Oaxaca y Veracruz en la Sierra de Juárez (Oaxaca) hacia el valle de Tehuacán-Cuicatlán (figura 9). El trazo muestra dos subtrazos claramente identificados divididos por la Gran Sierra Plegada en dirección Norte-Sur. Este trazo involucra en su mayoría especies de origen

Neártico que se distribuyen en pequeñas sierras y lomeríos de pequeña altitud, como helechos y mamíferos, este último grupo es el más representativo.

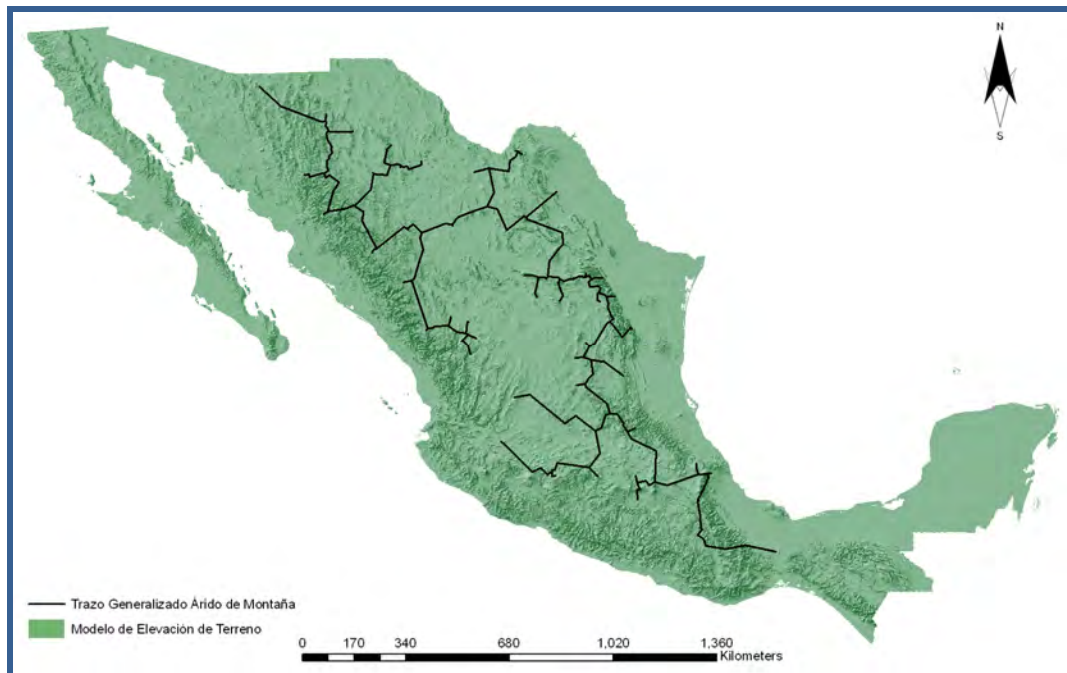


Fig. 9: Trazo generalizado Árido de Montaña.

Animales

Anfibios: *Ambystoma amblycephalum*, *A. granulatum*, *Eleutherodactylus tarahumaraensis*.

Aves: *Melanerpes formicivorus*, *M. formicivorus formicivorus*, *M. formicivorus lineatus*, *Pipilo fuscus*, *P. fuscus intermedius*, *P. fuscus mesoleucus*, *P. fuscus tenebrosus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Toxostoma curvirostre*, *T. curvirostre celsum*, *T. curvirostre curvirostre*, *T. curvirostre occidentale*, *T. curvirostre maculatum*, *T. curvirostre maculatum/celsum*, *T. curvirostre oberholseri*, *T. curvirostre occidentale*, *Trogon mexicanus*, *T. mexicanus mexicanus*.

Mamíferos: *Cryptotis mexicana*, *C. mexicana* ssp. *mexicana*, *C. mexicana* ssp. *obscura*, *C. mexicana* ssp. *peregrina*, *Neotoma goldmani*, *N. mexicana*, *N. mexicana* ssp. *chamula*, *N. mexicana* ssp. *distincta*, *N. mexicana* ssp. *isthmica*, *N. mexicana* ssp. *mexicana*, *N. mexicana* ssp. *navus*, *N. mexicana* ssp. *ochracea*, *N. mexicana* ssp. *parvidens*, *N. mexicana* ssp. *picta*, *N. mexicana* ssp. *sinaloae*, *N. mexicana* ssp. *solitaria*, *N. mexicana* ssp. *tenuicauda*, *N. mexicana* ssp. *torquata*, *N. mexicana* ssp. *tropicalis*, *N. mexicana* ssp. *vulcani*, *Notiosorex crawfordi*, *N. crawfordi* ssp. *crawfordi*, *N. crawfordi* ssp. *evotis*, *Sciurus aberti*, *S. aberti* ssp. *barberi*, *S. aberti* ssp. *durangi*, *S. aberti* ssp. *phaeurus*, *Spermophilus adocetus*, *S. adocetus* ssp. *adocetus*, *S. adocetus* ssp. *infernatus*, *S. madrensis*, *S. mexicanus*, *S. mexicanus* ssp. *mexicanus*, *S. mexicanus* ssp. *parvidens*, *S. spilosoma*, *S. spilosoma* ssp. *altiplanensis*, *S. spilosoma* ssp. *canescens*, *S. spilosoma* ssp. *pallescens*, *S. spilosoma* ssp. *spilosoma*

Reptiles: *Barisia levicollis**, *Crotalus atrox*, *C. lepidus*, *C. lepidus* ssp. *castaneus*, *C. lepidus* ssp. *klauberi*, *C. lepidus* ssp. *lepidus*, *C. lepidus* ssp. *maculosus*, *C. lepidus* ssp. *morulus*, *C. molossus*, *C. molossus* ssp. *estebanensis*, *C. molossus* ssp. *molossus*, *C.*

molossus ssp. *nigrescens*, *C. molossus* ssp. *oaxacus*, *C. scutulatus*, *C. scutulatus* ssp. *salvini*, *C. scutulatus* ssp. *scutulatus*, *C. tigris*, *Eumeces multilineatus*, *Phrynosoma douglasi* ssp. *brachycerum*, *P. douglasii*, *P. hernandesi*, *P. modestum*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Crataegus greggiana*, *C. greggiana* var. *greggiana*, *C. greggiana* var. *pepo*, *C. mexicana**, *Platanus lindeniana*, *Quercus arizonica*, *Q. cordifolia*, *Q. durifolia*, *Q. emoryi*, *Q. emoryi* var. *atrata*, *Q. emoryi* var. *chihuahuensis*, *Q. emoryi* var. *sanysidroana*, *Q. endlichiana*, *Q. endlichiana* f. *serrata*, *Q. gambelii*, *Q. glabrescens*, *Q. glaucoides*, *Q. gravesii*, *Q. grisea*, *Q. hypoleucoides*, *Q. mohriana*, *Q. oblongifolia*, *Q. omissa*, *Q. striatula*, *Sambucus nigra*, *S. nigra* subsp. *canadensis*, *S. nigra* subsp. *cerulea*, *Styrax jaliscanus*, *Viburnum loeseneri*.

Monocotiledóneas: *Carex endlichii*, *C. hystericina*, *C. schiedeana*, *C. schiedeana* var. *perstricta*, *C. schiedeana* var. *schiedeana*, *C. schiedeana* var. *stellata*, *C. spissa*, *C. spissa* subsp. *ultra*, *C. spissa* var. *seatoniana*, *Commelina angustifolia*, *C. pallida*, *Cyperus aristatus*, *C. calderoniae*, *C. compressus*, *C. fendlerianus*, *C. fendlerianus* var. *debilis*, *C. fendlerianus* var. *fendlerianus*, *C. pallidicolor*, *C. pumilus*, *C. spectabilis*, *C. sphaerolepis*, *C. squarrosus*, *Smilax aristolochiifolia*, *S. tamnoides*, *Spiranthes cinnabarina*.

Gimnospermas: *Abies durangensis*, *A. durangensis* var. *coahuilensis*, *Cupressus arizonica* subsp., *C. arizonica* subsp. *glomerata*, *C. arizonica* subsp. *minor*, *C. arizonica* subsp. *montana*, *C. arizonica* subsp. *revealiana*, *C. arizonica* subsp. *stephensonii*, *Ephedra antisiphilitica*, *E. aspera*, *E. pedunculata*, *Juniperus coahuilensis*, *J. erythrocarpa*, *J. erythrocarpa* var. *coahuilensis*, *J. monosperma*, *J. monosperma* var. *gracilis*, *Pinus arizonica**, *P. arizonica* var. *arizonica*, *P. arizonica* var. *cooperi*, *P. arizonica* var. *stormiae*, *P. cembroides*, *P. cembroides* subsp. *cembroides*, *P. cembroides* subsp. *lagunae*, *P. cembroides* subsp. *orizabensis*, *P. cembroides* var. *bicolor*, *P. engelmannii*, *Pseudotsuga macrolepis*, *P. menziesii*, *P. menziesii* subsp. *glauca*.

Helechos: *Adiantum capillus-veneris*, *Anemia tomentosa*, *A. tomentosa* var. *mexicana*, *Asplenium exiguum*, *A. pumilum*, *A. sphaerosporum*, *Athyrium filix-femina*, *A. filix-femina* subsp. *asplenioides*, *Cheilanthes arizonica*, *C. bonariensis*, *C. eatonii*, *C. horridula*, *C. leucopoda*, *C. longipila*, *C. mexicana*, *C. microphylla*, *C. microphylla* var. *microphylla*, *Cyathea horrida*, *Dryopteris cinnamomea*, *Equisetum haukeanum*, *Notholaena aschenborniana*, *N. candida*, *N. candida* var. *candida*, *Pellaea atropurpurea*, *Pleopeltis polypodioides*, *P. polypodioides* var. *acicularis*, *P. polypodioides* var. *michauxiana*, *P. polypodioides* var. *polypodioides*, *P. thysanolepis*, *Selaginella extensa*, *S. lepidophylla*, *S. rupicola*, *S. sartorii*.

V.1.3 Trazo 3. Generalizado California.

Este trazo se ubica únicamente entre Baja California y Baja California Sur y coincide totalmente con la Provincia Biogeográfica de California (figura 10), el grupo más representativo fue el de los reptiles con 23 especies e infraespecies.

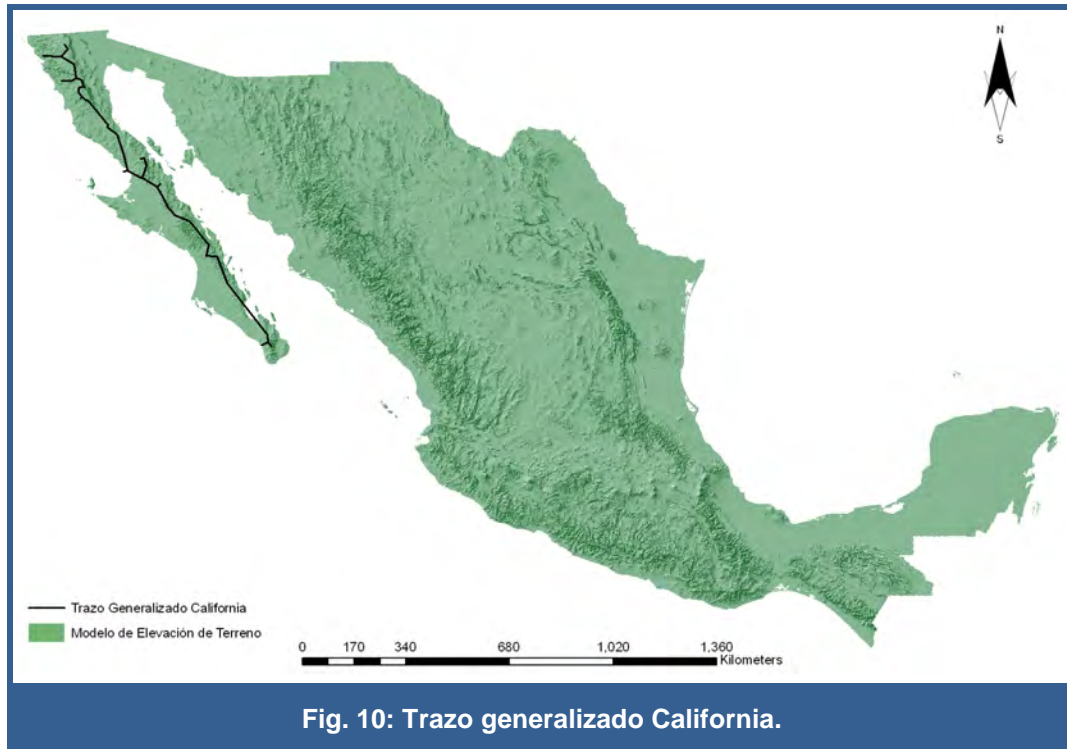


Fig. 10: Trazo generalizado California.

Animales

Anfibios: *Rana aurora ssp. draytonii*.

Aves: *Hylocharis xantusii*.

Mamíferos: *Neotoma lepida*, *N. lepida ssp. intermedia*, *Spermophilus atricapillus*, *S. beecheyi* y *Sylvilagus bachmani*.

Reptiles: *Crotalus mitchelli*, *C. mitchelli ssp. mitchelli*, *C. mitchelli ssp. muertensis*, *C. mitchelli ssp. pyrrhus*, *C. oreganus ssp. caliginis*, *C. oreganus ssp. helleri*, *C. ruber*, *C. ruber ssp. lorenzoensis*, *C. ruber ssp. lucasensis*, *C. ruber ssp. ruber*, *C. ruber ssp. ruber*, *Eumeces gilberti ssp. rubricaudatus*, *E. lagunensis*, *E. skiltonianus*, *E. skiltonianus ssp. interparietalis*, *E. skiltonianus ssp. skiltonianus*, *Phrynosoma coronatum*, *P. coronatum ssp. jamesi*, *Thamnophis elegans*, *T. elegans ssp. hueyi*, *T. elegans ssp. vagrans*, *T. hammondii*, *Urosaurus nigricaudus*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Arbutus peninsularis*, *Arctostaphylos bicolor*, *A. glauca*, *A. glauca var. glauca*, *A. oppositifolia*, *A. patula*, *A. patula f. platyphylla*, *A. peninsularis*, *A. peninsularis subsp. peninsularis*, *A. pringlei*, *A. pringlei subsp. drupacea*, *A. pringlei subsp. pringlei*, *Quercus brandegei*, *Q. cedrosensis*, *Q. dumosa*, *Q. dumosa f. berberidifolia*, *Q. palmeri*, *Q. peninsularis*, *Q. turbinella*, *Q. wislizeni*, *Q. wislizeni subsp. frutescens* y *Q. wislizeni subsp. wislizeni*.

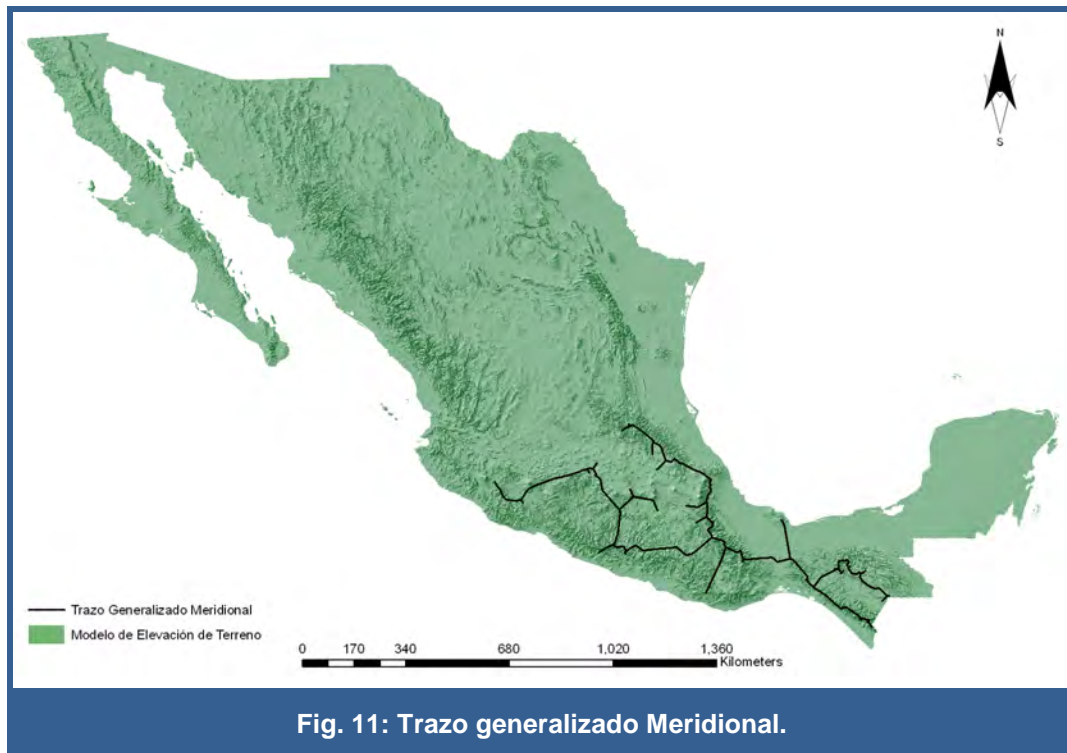
Monocotiledóneas: *Carex globosa*, *C. senta*, *C. subfusca*, *Cyperus dioicus** y *C. perennis*.

Gimnospermas: *Cupressus forbesii*, *C. montana*, *Ephedra californica*, *Pinus contorta*, *P. contorta var. murrayana*, *P. lambertiana*, *P. monophylla* y *P. muricata*, *P. quadrifolia*.

Helechos: *Cheilanthes brandegeei*, *C. clevelandii*, *C. covillei**, *C. fendleri*, *C. wootoni*, *Dryopteris arguta*, *Notholaena californica*, *N. lemmonii*, *N. lemmonii* var. *lemmonii*, *Pellaea andromedifolia*, *P. andromedifolia* var. *pubescens*, *P. mucronata*, *P. mucronata* subsp. *mucronata*, *Selaginella asprella*, *S. bigelovii*, *S. eremophylla*.

V.1.4 Trazo 4. Generalizado Meridional.

Conecta la porción meridional de la ZTM: En su límite hacia el pacifico rodea los límites del Balsas sur, la Sierra Madre Occidental (SMO), Sierra Madre Oriental (SME), Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), Sierra Madre del Sur (SMS) y Sierras Transísmicas (STI), además de los Tuxtlas (figura 11).



Las especies de este trazo pueden considerarse como un componente de montaña mesoamericano. El trazo es el más sureño con respecto a los otros trazos, pues recorre la Región del Soconusco. Este trazo está contenido por subtrazos,

identificados en la segunda bifurcación a la altura del Istmo de Tehuantepec. Las especies aquí representadas habitan los bosques de encinos y coníferas de climas templados y semicálidos, húmedos y subhúmedos.

Animales

Anfibios: *Ambystoma granulatum*, *A. tigrinum*, *A. tigrinum* ssp. *velascoi*, *A. velascoi*, *Eleutherodactylus pipilans*, *E. rupinius*, *Hyla arboreoscandens*, *H. bistrincta*, *H. erythromma*, *H. melanomma*, *H. melanomma* ssp. *bivocata*, *H. melanomma* ssp. *melanomma*, *H. smaragdina*, *H. sumichrasti*, *H. walkeri*, *H. xera*, *Ixalotriton parva*, *Pseudoeurycea brunnata*, *P. cochranae*, *P. smithi*.

Aves: *Amazilia cyanocephala*, *A. cyanocephala cyanocephala*, *A. yucatanensis*, *A. yucatanensis cerviniventris*, *A. yucatanensis chalconota*, *A. yucatanensis yucatanensis*, *Campylorhynchus jocosus*, *C. rufinucha*, *C. zonatus*, *C. zonatus zonatus*, *Chlorophonia occipitalis*, *C. occipitalis occipitalis*, *Hylocharis leucotis*, *H. leucotis borealis*, *H. leucotis leucotis*, *Icterus galbula*, *I. galbula abeillei*, *I. graduacauda*, *I. graduacauda auduboni*, *I. graduacauda dickeyae*, *I. graduacauda graduacauda*, *I. graduacauda nayaritensis*, *I. graduacauda richardsoni*, *I. maculialatus*, *I. pectoralis*, *I. pectoralis pectoralis*, *I. spurius*, *I. spurius phillipsi*, *Ortalis poliocephala*, *O. poliocephala poliocephala*, *Penelope purpurascens*, *P. purpurascens purpurascens*, *Trogon mexicanus*, *T. mexicanus mexicanus*, *T. violaceus*, *T. violaceus braccatus*, *T. violaceus violaceus*.

Mamíferos: *Cryptotis magna*, *Orthogeomys grandis*, *O. grandis* ssp. *alleni*, *O. grandis* ssp. *annexus*, *O. grandis* ssp. *carbo*, *O. grandis* ssp. *felipensis*, *O. grandis* ssp. *grandis*, *O. grandis* ssp. *huixtlae*, *O. grandis* ssp. *nelsoni*, *O. grandis* ssp. *scalops*, *Oryzomys palustris*, *O. rhabdops*, *O. rhabdops* ssp. *angusticeps*, *O. rostratus*, *O. rostratus* ssp. *megadon*, *O. rostratus* ssp. *rostratus*, *O. rostratus* ssp. *yucatanensis*, *O. saturator*, *O. saturator* ssp. *hylocetes*, *O. saturator* ssp. *saturator*, *Sciurus oculatus*, *S. oculatus* ssp. *oculatus*, *S. oculatus* ssp. *tolucae*, *S. variegatoides*, *S. variegatoides* ssp. *goldmani*, *Sorex saussurei*, *S. saussurei* ssp. *cristobalensis*, *S. saussurei* ssp. *oaxacae*, *S. saussurei* ssp. *saussurei*, *S. saussurei* ssp. *sclateri*, *S. saussurei* ssp. *veraecrucis*, *S. veraepacis*, *S. veraepacis* ssp. *chiapensis*, *S. veraepacis* ssp. *macrodon*, *S. veraepacis* ssp. *mutabilis*, *Sylvilagus cunicularius*, *S. cunicularius* ssp. *cunicularius*, *S. cunicularius* ssp. *insolitus*, *S. cunicularius* ssp. *pacificus*.

Reptiles: *Abronia deppii*, *A. matudai*, *A. mixteca*, *A. oaxacae*, *A. ochoterenai*, *Anolis sericeus* ssp. *sallaei*, *A. sericeus* ssp. *wellbornae*, *A. tropidonotus* ssp. *siplorhipis*, *A. tropidonotus* ssp. *spilorhipis*, *A. tropidonotus* ssp. *tropidonotus*, *Crotalus intermedius* ssp. *gloydii*, *C. intermedius* ssp. *intermedius*, *C. intermedius* ssp. *omiltemanus*, *Eumeces brevirostris*, *E. brevirostris* ssp. *bilineatus*, *E. brevirostris* ssp. *brevirostris*, *E. brevirostris* ssp. *dicei*, *E. brevirostris* ssp. *indubitus*, *E. brevirostris* ssp. *pineus*, *E. ochoterenae*, *E. sumichrasti*, *Gerrhonotus infernalis*, *Phrynosoma taurus*, *Thamnophis sumichrasti*, *T. sumichrasti* ssp. *fulvus*, *T. sumichrasti* ssp. *sumichrasti*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Amyris sylvatica*, *Arctostaphylos arguta*, *Clethra mexicana*, *Crataegus pubescens*, *Ostrya guatemalensis*, *O. virginiana*, *O. virginiana* subsp. *guatemalensis*, *O. virginiana* subsp. *virginiana*, *Quercus brachystachys*, *Q. conspersa*, *Q. cortesii*, *Q. glaucescens*, *Q. grahamii*, *Q. insignis*, *Q. martinezii*, *Q. paxtalensis*, *Q. peduncularis*, *Q. salicifolia*, *Styrax argenteus*, *S. argenteus* var. *argenteus*, *S. argenteus* var. *grandiflorus*, *S. argenteus* var. *hintonii*, *S. argenteus* var. *parvifolius*, *S. argenteus* var. *ramirezii*,

Viburnum acerifolium, *V. acerifolium* subsp. *acutifolium*, *V. acerifolium* subsp. *lautum*, *V. acerifolium* subsp. *microphyllum*, *V. caudatum*.

Monocotiledóneas: *Bletia lilacina*, *Cyperus panamensis*, *C. pseudovegetus*, *C. pseudovegetus* var. *megalanthus*, *C. tenuifolius*, *Encyclia ambigua*, *E. aromatica*, *E. asperula*, *E. brassavolae*, *E. ceratistes*, *E. incumbens*, *E. neurosa*, *E. panthera*, *E. selligera*, *E. tripunctata*, *E. tuerckheimii*, *Oncidium bicallosum*, *O. brachyandrum*, *O. crista-galli*, *O. endocharis*, *O. fasciculatum*, *O. hagsaterianum*, *O. laeve*, *O. leucochilum*, *O. lindleyi*, *O. microchilum*, *O. oliganthum*, *O. ornithorhynchum*, *Smilax purpusii*.

Gimnospermas: *Abies hickelii*, *Ceratozamia microstrobila*, *C. norstogii*, *Juniperus martinezii*, *Pinus oaxacana*.

Helechos: *Adiantum tetraphyllum*, *Asplenium blepharophorum*, *A. cristatum*, *A. flabellulatum* var. *flabellulatum*, *A. flabellulatum* var. *partitum*, *A. juglandifolium*, *A. lacerum*, *A. laetum*, *A. lamprocaulon*, *A. pyramidatum*, *A. sessilifolium*, *A. soleiolioides*, *A. trichomanes-dentatum*, *A. tuerckheimii*, *Athyrium arcuatum*, *Blechnum stoloniferum*, *B. varians*, *Cheilanthes brachypus*, *C. candida*, *C. candida* var. *candida*, *C. membranacea*, *Dennstaedtia cicutaria*, *Diplazium hians*, *Dryopteris futura*, *D. parallelogramma*, *Elaphoglossum erinaceum*, *E. mathewsii*, *E. petiolatum*, *Hymenophyllum elegantulum*, *H. fendlerianum*, *Lycopodium cernua*, *L. clavatu**, *Notholaena galeottii*, *N. integerrima*, *Pellaea allosuroides*, *Pleopeltis interjecta*, *Polypodium angustifolium*, *P. angustifolium* var. *angustifolium*, *P. fissidens*, *P. hartwegianum*, *P. hygrometricum*, *P. martensii*, *P. pleolepis*, *Polystichum fourneri*, *Pteris paucinervata*, *P. podophylla*, *P. quadriaurita*, *Selaginella guatemalensis*, *S. reflexa*, *S. subrugosa*, *S. tarapotensis*, *Thelypteris albicaulis*, *T. deflexa*, *T. ghiesbreghtii*, *Trichomanes crispum*, *T. diversifrons*, *T. reptans*, *Woodwardia spinulosa*.

V.1.5 Trazo 5. Generalizado Neovolcánico.

Este trazo tiene una orientación Este-Oeste, sobre la orilla norte de la cuenca del Río Balsas, es eminentemente Neovolcánico y conecta marginalmente la SMS, a través de la Sierra de Taxco y la Sierra Norte de Oaxaca (SNO). Sus límites al occidente se ubican entre los estados de Jalisco y Colima, continua por Michoacán, donde se divide en una porción pequeña hacia Querétaro, y la otra hacia el Estado de México para continuar por Morelos, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla, baja por Veracruz y finaliza en el estado de Oaxaca (figura 12). Las especies de este trazo habitan los bosques templados subhúmedos con verano fresco largo de toda la FVTM.

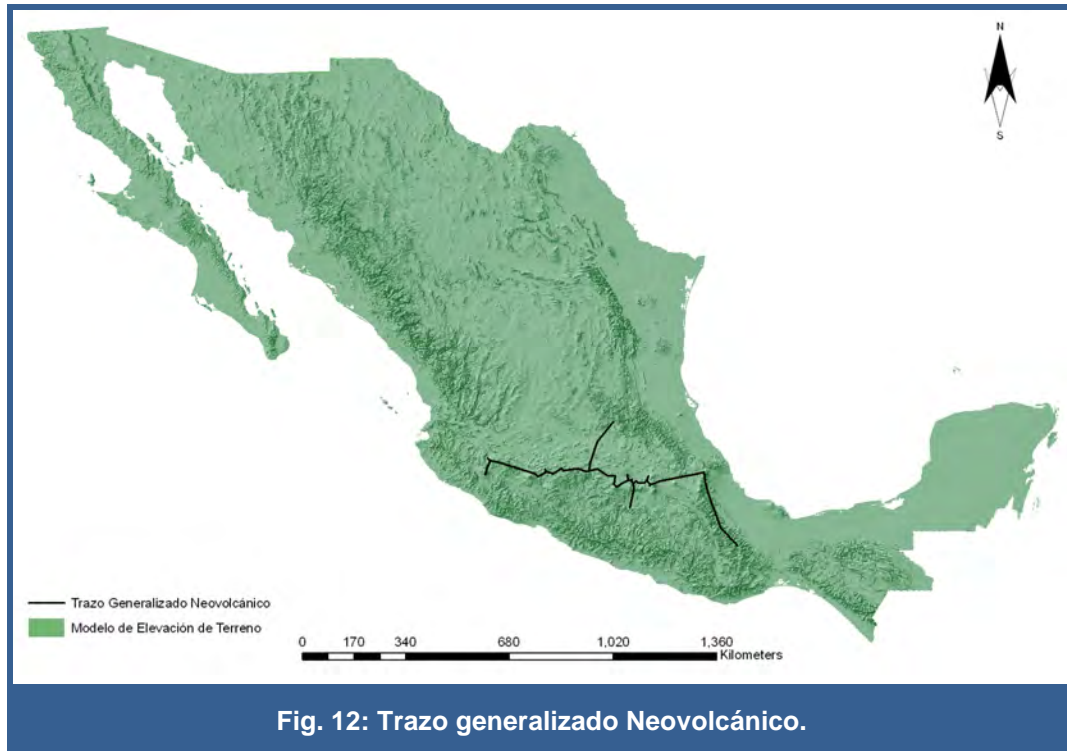


Fig. 12: Trazo generalizado Neovolcánico.

Animales

Anfibios: *Ambystoma altamirani*, *A. amblycephalum*, *A. bombypellum*, *A. dumerili*, *A. lermaensis*, *A. mexicanum*, *A. ordinarium*, *A. rivulare*, *A. taylori*, *A. zempoalaense*, *Chiropetrotriton chiropetrotritus*, *Eleutherodactylus angustidigitum*, *E. vocalis*, *Hyla plicata*, *Pseudoeurycea altamontana*, *P. belli*, *P. firscheini*, *P. gadovi*, *P. goebeli*, *P. leprosa*, *P. longicauda* y *P. robertsi*.

Aves: *Amazilia violiceps*, *A. violiceps ellioti*, *A. violiceps violiceps*, *Atlapetes pileatus*, *A. pileatus dilutus*, *A. pileatus pileatus*, *A. pileatus pileatus/canescens*, *Campylorhynchus megalopterus*, *C. megalopterus megalopterus*, *C. megalopterus nelsoni*, *Cyanocitta stelleri*, *C. stelleri azteca*, *C. stelleri coronata*, *C. stelleri diademata*, *C. stelleri ridgwayi*, *C. stelleri teotepecensis*, *Diglossa baritula*, *D. baritula baritula*, *D. baritula montana*, *Glaucidium gnoma*, *G. gnoma gnoma*, *Hylocharis leucotis*, *H. leucotis borealis*, *H. leucotis leucotis*, *Icterus abeillei*, *I. bullockii bullockii*, *Lampornis amethystinus*, *L. amethystinus amethystinus*, *L. amethystinus brevirostris*, *L. clemenciae*, *L. clemenciae clemenciae*, *Peucedramus taeniatus*, *Pipilo erythrophthalmus*, *P. ocai*, *P. ocai alticola*, *P. ocai brunnescens*, *P. ocai guerrensis*, *P. ocai nigrescens*, *Poecile sclateri*, *P. sclateri eidos*, *P. sclateri rayi*, *P. sclateri sclateri*, *Selasphorus platycercus*, *S. platycercus platycercus* y *S. rufus*.

Mamíferos: *Cratogeomys gymnuris*, *C. gymnuris ssp. imparilis*, *C. merriami*, *C. merriami ssp. estor*, *C. merriami ssp. fulvescens*, *C. merriami ssp. irolonis*, *C. merriami ssp. merriami*, *C. merriami ssp. peraltus*, *C. merriami ssp. perotensis*, *C. merriami ssp. saccharalis*, *C. tylosinus*, *C. tylosinus ssp. angustirostris*, *Cryptotis goldmani*, *C. goldmani ssp. alticola*, *C. goldmani ssp. goldmani*, *Romerolagus diazi*, *Sorex monticolus*, *S. monticolus ssp. monticolus*, *S. ventralis*, y *Spermophilus perotensis*.

Reptiles: *Abronia taeniata*, *Crotalus polystictus*, *C. pusillus*, *C. transversus*, *C. triseriatus*, *C. triseriatus* ssp. *armstrongi*, *C. triseriatus* ssp. *triseriatus*, *Eumeces copei*, *E. dugesii*, *Thamnophis errans*, *T. godmani*, *T. scalaris*, *T. scaliger* y *Urosaurus gadovi*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Alnus firmifolia*, *Amyris rekoii*, *Arbutus mollis*, *Arctostaphylos discolor*, *A. discolor* subsp. *discolor*, *A. discolor* subsp. *manantlanensis*, *A. longifolia*, *A. rupestris*, *Clethra sierrajuezica*, *C. vicentina*, *Crataegus stipulosa*, *Juglans olanchana*, *J. olanchana* var. *standleyi*, *J. pyriformis*, *J. regia*, *Quercus barbinervis*, *Q. centralis*, *Q. frutex*, *Q. galeottii*, *Q. hahnii*, *Q. hintonii*, *Q. lanceolata*, *Q. liebmannii*, *Q. macrophylla*, *Q. sororia*, *Q. texcocana*, *Q. uxoris*, *Styrax ramirezii*, *S. ramirezii* var. *hintonii*, *S. ramirezii* var. *orizabensis*, *S. ramirezii* var. *ramirezii*, *Viburnum dispar*, *V. microphyllum* y *V. stenocalyx*.

Monocotiledóneas: *Bletia neglecta*, *Carex boliviensis*, *C. boliviensis* subsp. *occidentalis*, *C. coulteri*, *C. hermannii*, *C. madrensis*, *C. marianensis*, *C. orizabae*, *C. volcanica*, *Commelina orchioides*, *C. pallida*, *C. standleyi*, *C. texcocana*, *Cyperus arsenei*, *C. aschenbornianus*, *C. entrerianus*, *C. incompletus*, *C. michoacanensis*, *C. nayaritensis*, *C. papyrus*, *C. semiochraceus**, *Encyclia adenocaula*, *E. linkiana*, *E. meliosma*, *E. microbulbon*, *E. pastoris*, *E. pringlei*, *E. spatella*, *Oncidium cavendishianum*, *O. hyalinobulbon*, *O. reflexum*, *O. reichenheimii*, *O. tigrinum*, *O. unguiculatum*, *Spiranthes durangensis*, *S. graminea*, *S. hyemali* y *S. michuacana*.

Gimnospermas: *Abies concolor*, *A. concolor* var. *baja-californica*, *Juniperus monticola*, *J. monticola* f. *compacta*, *J. monticola* f. *orizabensis*, *J. monticola* var. *monticola*, *Pinus maximartinezii*, *Podocarpus reichei*, *Thuja occidentalis* y *Zamia loddigesii*.

Helechos: *Adiantum shepherdii*, *Asplenium abscissum*, *A. castaneum*, *A. formosum*, *A. munchii*, *A. myapteron*, *A. praemorsum*, *Cheilanthes chaerophylla*, *C. cuneata*, *C. decomposita*, *C. marginata*, *C. marsupianthes*, *Diplazium lindbergii*, *Dryopteris maxonii*, *D. patula*, *Elaphoglossum laxipes*, *E. monicae*, *Pecluma alfredii*, *Pleopeltis macrocarpa*, *P. macrocarpa* var. *interjecta*, *P. macrocarpa* var. *macrocarpa*, *P. macrocarpa* var. *trichophora*, *P. mexicana*, *Polypodium heteromorpha*, *P. madrense*, *P. plumula*, *Polystichum aculeatum*, *P. muricatum*, *P. rachichlaena*, *P. speciosissimum*, *P. turrialbae*, *Pteridium arachnoideum*, *Selaginella lineolata*, *S. porphyrospora*, *S. schiedeana*, *Thelypteris cheilanthoides*, *T. hispidula*, *T. interrupta*, *T. linkiana*, *T. patens*, *T. patens* var. *patens*, *T. pilosa*, *T. pilosa* var. *pilosa*, *T. pilosula*, *T. resinifera* y *T. rudis*.

V.1.6 Trazo 6. Generalizado Occidental.

Abarca la fachada occidental de la ZTM: SMO, occidente de la FVTM, hasta la SMS (figura 13). Las especies de este trazo habitan bosques de coníferas y encinos, en climas templados húmedos con lluvias de verano.



Fig. 13: Trazo generalizado Occidental.

En este trazo se presentan dos subtrazos, divididos por la FVTM, el del sur es muy evidente al ser representado por una gran cantidad de especies. La semejanza entre estas especies es alta, sobre todo en grupos de plantas. Su distribución abarca siguientes estados: Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Estado de México, Guerrero y Oaxaca.

Animales

Anfibios: *Hyla smithii*.

Aves: *Amazilia beryllina*, *A. beryllina beryllina*, *A. beryllina viola*, *A. viridifrons*, *Dendrortyx macroura*, *D. macroura striatus*, *Icterus pustulatus*, *I. pustulatus microstictus*, *I. pustulatus pustulatus*, *I. pustulatus sclateri/formosus*, *Lampornis viridipallens*, *Ortalis wagleri*, *Pipilo crissalis*, *P. crissalis fuscus*.

Mamíferos: *Lepus alleni*, *L. callotis*, *L. callotis ssp. callotis*, *L. callotis ssp. gaillardii*, *Neotoma palatina*, *Sciurus colliaei*, *S. colliaei ssp. colliaei*, *S. colliaei ssp. sinaloensis*, *S. colliaei ssp. truei*, *S. nayaritensis*, *S. nayaritensis ssp. apache*, *S. nayaritensis ssp. nayaritensis*, *Spermophilus annulatus*, *S. annulatus ssp. annulatus*, *S. tereticaudus*, *S. tereticaudus ssp. neglectus*, *S. tereticaudus ssp. tereticaudus*.

Reptiles: *Barisia rudicollis*, *Crotalus basiliscus*, *C. viridis*, *C. viridis* ssp. *viridis*, *C. willardi*, *C. willardi* ssp. *meridionalis*, *C. willardi* ssp. *silus*, *Eumeces colimensis*, *E. parvulus*, *Phrynosoma asio*, *P. braconnieri*, *Thamnophis cyrtopsis*, *T. cyrtopsis* ssp. *collaris*, *T. cyrtopsis* ssp. *cyrtopsis*, *T. cyrtopsis* ssp. *postremus*, *T. cyrtopsis* ssp. *pulchrilatus*, *T. rufipunctatus*, *Urosaurus bicarinatus*, *U. bicarinatus* ssp. *anonymorphus*, *U. bicarinatus* ssp. *nelsoni*, *U. bicarinatus* ssp. *spinosus* y *U. bicarinatus* ssp. *tuberculatus*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Alnus oblongifolia*, *Arbutus macrophylla*, *Arctostaphylos glaucescens*, *A. lucida*, *Clethra hartwegii*, *C. rosei*, *Platanus racemosa*, *P. racemosa* subsp. *wrightii*, *P. wrightii*, *Quercus alveolata*, *Q. conzattii*, *Q. deserticola*, *Q. devia*, *Q. epileuca*, *Q. gentryi*, *Q. incarnata*, *Q. incarnata* f. *ampla*, *Q. incarnata* f. *longa*, *Q. knoblochii*, *Q. laxa*, *Q. macvaughii*, *Q. magnoliifolia*, *Q. mcvaughii*, *Q. nudinervis*, *Q. perpallida*, *Q. planipocula*, *Q. praeco*, *Q. praineana*, *Q. pulchella*, *Q. radiata*, *Q. resinosa*, *Q. spicata*, *Q. splendens*, *Q. subspathulata*, *Q. tarahumara*, *Q. toumeyii*, *Q. tuberculata*, *Q. urbanii*, *Q. urbanii* subsp. *pennivenia*, *Q. vicentensis* y *Styrax radians*.

Monocotiledóneas: *Arpophyllum spicatum*, *Bletia adenocarpa*, *B. amabilis*, *B. coccinea*, *B. ensifolia*, *B. gracilis*, *B. jucunda*, *B. macristhmochila*, *Carex standleyana*, *Commelina jaliscana*, *Cyperus amabilis*, *C. amabilis* var. *amabilis*, *C. amabilis* var. *macrostachyus*, *C. bipartitus*, *C. difformis*, *C. dipsaceus*, *C. flavicomus*, *C. fugax*, *C. giganteus*, *C. hypopitys*, *C. ischnos*, *C. regionontanus*, *C. sordidus*, *C. tenerimus*, *Encyclia aenicta*, *E. pterocarpa*, *E. tenuissima*, *Oncidium graminifolium**, *O. oblongatum*, *O. suave*, *Spiranthes gramínea*.

Gimnospermas: *Juniperus blancoi*, *J. durangensis*, *J. jaliscana**, *Pinus chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. herrerae*, *P. jaliscana*, *P. jeffreyi*, *P. lumholtzii**, *P. lutea*, *P. luzmariae*, *P. maximinoi*, *P. parryana*, *P. praetermissa*, *P. radiata*, *P. radiata* f. *binata*, *P. rzedowskii*, *P. tenuifolia*, *P. yecorensis*.

Helechos: *Adiantum lunulatum*, *A. patens*, *A. raddianum*, *Anemia affinis*, *A. jaliscana*, *A. karwinskyana*, *A. oblongifolia*, *A. pastinacaria*, *Asplenium commutatum*, *A. gentryi*, *Athyrium palmense*, *A. skinneri*, *Blechnum ensiforme*, *B. gracile*, *Campyloneurum ensifolium*, *Cheilanthes aurantiaca*, *C. aurea*, *C. brachypus*, *C. hintoniorum*, *C. incana*, *C. lemmonii*, *C. lerstenii*, *C. lozaniai*, *C. lozaniai* var. *seemannii*, *C. pyramidalis*, *C. pyramidalis* var. *pyramidalis*, *C. skinneri*, *Diplazium cristatum*, *Dryopteris karwinskyana*, *D. rossii*, *Elaphoglossum affine*, *E. gratum*, *E. muelleri*, *E. paleaceum*, *E. rzedowskii*, *E. sartorii*, *Equisetum laevigatum*, *Isoetes mexicana*, *Isoetes mexicana*, *Lycopodium cuernavacense*, *L. pringlei*, *Nephrolepis occidentalis*, *Notholaena affinis*, *N. brachypus*, *Pellaea lozaniai*, *P. pringlei*, *P. seemannii*, *Phlebodium araneosum*, *Pleopeltis astrolepis*, *P. conzattii*, *Polypodium cryptocarpon*, *P. montigenum*, *P. polylepis*, *P. rosei*, *Selaginella cladorrhizans*, *S. hoffmanni*, *S. hoffmannii*, *S. landii*, *S. nothohybrida*, *S. tarda*, *Tectaria mexicana*, *T. mexicana* var. *pubescens*, *Trichomanes krausii*, *Woodwardia fimbriata*.

V.1.7 Trazo 7. Generalizado Oriental.

En contraparte al trazo generalizado Occidental previamente descrito, este oriental recorre toda la fachada oriental de la ZTM: SME, el extremo Oriente de la FVTM, las SNO y las STI (figura 14).



Fig. 14: Trazo generalizado Oriental.

Este trazo está conformado por especies que habitan bosques con climas templados y semicálidos húmedos y subhúmedos de la vertiente del Golfo de México, desde la Sierra de la Paila, en el norte de SME, hasta el macizo montañoso del norte de Chiapas. Por otra parte se reconoce claramente la integración de tres subtrazos que se pueden diferenciar de acuerdo al tipo de humedad según la clasificación de Köppen modificado por García (1988) en: subhúmedos (w_2), húmedos (f) y húmedos f(m). El primero va desde el extremo norte del trazo ubicado en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, y llega a la parte norte de Veracruz, el segundo ubicado a la mitad del

trazo corresponde a las especies más pegadas a la costa que tienen como límite la Sierra de los Tuxtlas, y el tercero que tiene como límite la SMS.

Animales

Anfibios: *Chiropetrotriton arboreus*, *C. chondrostega*, *C. dimidiatus*, *C. lavae*, *C. magnipes*, *C. multidentatus*, *C. priscus*, *Eleutherodactylus alfredi*, *E. alfredi* ssp. *conspicuus*, *E. amniscola*, *E. augusti*, *E. augusti* ssp. *cactorum*, *E. augusti* ssp. *fuscifemora*, *E. batrachylus*, *E. berkenbuschi*, *E. chalchihuitlicue*, *E. cystignathoides*, *E. decoratus*, *E. dixonii*, *E. greggi*, *E. guttillatus*, *E. hobartsmithi*, *E. laticeps*, *E. leprus*, *E. lineatus*, *E. loki*, *E. longipes*, *E. matudai*, *E. megalotypanum*, *E. mexicanus*, *E. modestus*, *E. nitidus*, *E. nitidus orarius*, *E. nitidus petersi*, *E. occidentalis*, *E. pygmaeus*, *E. rhodopis*, *E. rubrimaculatus*, *E. sartori*, *E. spatulatus*, *E. stuarti*, *E. verrucipes*, *E. verruculatus*, *Hyla chaneque*, *H. charadricola*, *H. crassa*, *H. dendroscarta*, *H. ebraccata*, *H. euphorbiacea*, *H. euphorbiacea* ssp. *biseriata*, *H. godmani*, *H. loquax*, *H. microcephala*, *H. miotypanum*, *H. mixomaculata*, *H. picta*, *H. robertmertensi*, *H. robertsorum*, *H. siopela*, *H. taeniopus*, *H. valancifer*, *Pseudoeurycea cephalica**, *P. galeanae*, *P. nigromaculata*, *P. scandens*, *P. scandens* ssp. *walker*, *P. werleri*, *Rana brownorum*, *R. catesbeiana*, *R. chiricahuensis*, *R. dunni*, *R. forreri*, *R. maculata*, *R. maculata* ssp. *krukoffi*, *R. maculata* ssp. *maculata*, *R. magnaocularis*, *R. montezumae*, *R. neovolcanica*, *R. palmipes*, *R. pipiens*, *R. sierramadrensis*, *R. spectabilis*, *R. tarahumarae*, *R. trilobata*, *R. vaillanti*, *R. yavapaiensis*, *R. zweifeli*.

Aves: *Amazilia candida*, *A. candida candida*, *A. candida genini*, *A. tzacatl*, *A. tzacatl* ssp. *tzacatl*, *Aphelocoma coerulescens*, *A. coerulescens remota*, *Atlapetes albinucha*, *A. albinucha griseipectus*, *Dendrortyx barbatus*, *Glaucidium brasilianum*, *G. brasilianum cactorum*, *G. brasilianum ridgwayi*, *Melanerpes aurifrons*, *M. aurifrons aurifrons*, *M. aurifrons dubius*, *M. aurifrons grateloupensis*, *M. aurifrons leei*, *M. aurifrons polygrammus*, *M. chrysogenys*, *M. chrysogenys chrysogenys*, *M. chrysogenys flavinuchus*, *Peucedramus taeniatus*, *P. taeniatus arizonae*, *P. taeniatus giraudi*, *P. taeniatus olivaceus = taeniatus*, *P. taeniatus taeniatus*, *Trogon collaris*, *T. collaris puella*, *T. melanocephalus*.

Mamíferos: *Cratogeomys neglectus*, *Cryptotis mexicana*, *C. mexicana* ssp. *mexicana*, *C. mexicana* ssp. *obscura*, *C. mexicana* ssp. *peregrina*, *C. parva*, *C. parva* ssp. *berlandieri*, *C. parva* ssp. *pueblensis*, *C. parva* ssp. *tropicalis*, *Neotoma mexicana*, *N. mexicana* ssp. *chamula*, *N. mexicana* ssp. *distincta*, *N. mexicana* ssp. *isthmica*, *N. mexicana* ssp. *mexicana*, *N. mexicana* ssp. *navus*, *N. mexicana* ssp. *ochracea*, *N. mexicana* ssp. *parvidens*, *N. mexicana* ssp. *picta*, *N. mexicana* ssp. *sinaloae*, *N. mexicana* ssp. *solitaria*, *N. mexicana* ssp. *tenuicauda*, *N. mexicana* ssp. *torquata*, *N. mexicana* ssp. *tropicalis*, *N. mexicana* ssp. *vulcani*, *Orthogeomys hispidus*, *O. hispidus* ssp. *chiapensis*, *O. hispidus* ssp. *hispidus*, *O. hispidus* ssp. *isthmicus*, *O. hispidus* ssp. *negatus*, *O. hispidus* ssp. *tehuantepecus*, *O. hispidus* ssp. *torridus*, *O. hispidus* ssp. *yucatanensis*, *Oryzomys alfaroi*, *O. alfaroi* ssp. *agrestis*, *O. alfaroi* ssp. *gloriaensis*, *O. alfaroi* ssp. *palatinus*, *O. chapmani*, *O. chapmani* ssp. *caudatus*, *O. chapmani* ssp. *chapmani*, *O. chapmani* ssp. *dilutior*, *O. chapmani* ssp. *guerrerensis*, *O. chapmani* ssp. *huastecae*, *O. melanotis*, *O. melanotis* ssp. *colimensis*, *O. melanotis* ssp. *melanotis*, *Sciurus alleni*, *S. deppei*, *S. deppei* ssp. *deppei*, *S. deppei* ssp. *negligens*, *S. deppei* ssp. *vivax*, *S. niger*, *S. niger* ssp. *limitis*, *Sorex macrodon*, *S. milleri*, *Spermophilus mexicanus*, *S. mexicanus* ssp. *mexicanus*, *S. mexicanus* ssp. *parvidens*, *Sylvilagus brasiliensis*, *S. brasiliensis* ssp. *truei*

Reptiles: *Abronia taeniata*, *Crotalus durissus*, *C. durissus* ssp. *culminatus*, *C. durissus* ssp. *durissus*, *C. durissus* ssp. *totonacus*, *C. durissus* ssp. *tzabcan*, *Eumeces lynxe*, *E. lynxe* ssp. *belly*, *E. lynxe* ssp. *lynxe*, *Gerrhonotus liocephalus*, *G. liocephalus* ssp.

austrinus, *G. liocephalus* ssp. *loweryi*, *G. liocephalus* ssp. *ophiurus*, *G. liocephalus* ssp. *taylori*, *G. ophiurus*, *Thamnophis chrysocephalus*, *T. marcianus*, *T. marcianus* ssp. *marcianus*, *T. melanogaster*, *T. melanogaster* ssp. *linearis*, *T. melanogaster* ssp. *melanogaster*, *T. mendax*, *T. proximus*, *T. proximus* ssp. *alpinus*, *T. proximus* ssp. *diabolicus*, *T. proximus* ssp. *orarius*, *T. proximus* ssp. *ratiloris*, *T. proximus* ssp. *rutiloris*.

Plantas

Dicotiledóneas: *Alnus ferruginea*, *Amyris attenuata*, *A. cordata*, *A. elemifera*, *A. madrensis*, *A. marshii*, *A. monophylla*, *A. purpusii*, *A. texana*, *A. thyriflora*, *Clethra alcoceri*, *C. kenoyeri*, *C. macrophylla**, *C. oleoides*, *C. pachecoana*, *C. pringlei*, *C. quercifolia*, *C. schlechatendalii*, *C. suaveolens*, *Cleyera serrulata*, *C. theoides*, *Cornus florida*, *C. florida* var. *urbiniiana*, *C. stolonifera urbiniiana*, *C. urbiniiana*, *Crataegus baroussana*, *C. gracilior*, *C. greggiana*, *C. greggiana* var. *greggiana*, *C. greggiana* var. *pepo*, *C. tracyi*, *C. tracyi* var. *coahuilensis*, *C. tracyi* var. *madrensis*, *Illicium floridanum*, *Juglans microcarpa*, *J. microcarpa* var. *microcarpa*, *J. microcarpa* var. *stewartii*, *J. mollis*, *Liquidambar macrophylla*, *L. styraciflua*, *L. styraciflua* var. *mexicana*, *Platanus chiapensis*, *P. glabrata*, *P. mexicana*, *P. mexicana* var. *interior*, *P. mexicana* var. *mexicana*, *P. occidentalis*, *P. occidentalis* f. *occidentalis*, *P. occidentalis* subsp. *palmeri*, *P. occidentalis* var. *glabrata*, *P. rzedowskii*, *P. rzedowskii* var., *Quercus acatenangensis*, *Q. acherdophylla*, *Q. affinis*, *Q. affinis* f. *subintegra*, *Q. canbyi*, *Q. canbyi* f. *berlandieri*, *Q. clivicola*, *Q. corrugata*, *Q. depressa*, *Q. duratifolia*, *Q. durifolia*, *Q. endlichiana*, *Q. endlichiana* f. *serrata*, *Q. eugeniifolia*, *Q. excelsa*, *Q. fusiformis*, *Q. galeanensis*, *Q. germana**, *Q. ghiesbreghtii*, *Q. glaucooides*, *Q. gravesii*, *Q. greggii*, *Q. hintoniorum*, *Q. hondurensis*, *Q. hypoxantha*, *Q. imbricaria*, *Q. intricata*, *Q. invaginata*, *Q. invaginata* f. *purpusiana*, *Q. jonesii*, *Q. laceyi*, *Q. lancifolia*, *Q. leiophylla*, *Q. martensiana*, *Q. miqhuianensis*, *Q. muehlenbergii*, *Q. oblongifolia*, *Q. ocoteaefolia*, *Q. ocoteifolia*, *Q. oleoides*, *Q. omissa*, *Q. opaca*, *Q. perseifolia*, *Q. pilarius*, *Q. platyphylla*, *Q. polymorpha*, *Q. pringlei*, *Q. pungens*, *Q. pungens* subsp. *vaseyana*, *Q. pungens* var. *pungens*, *Q. pungens* var. *vaseyana*, *Q. purulhana*, *Q. repanda*, *Q. reticulata*, *Q. revoluta*, *Q. rhysophylla*, *Q. rubramenta*, *Q. rysophylla*, *Q. saltillensis*, *Q. sapotifolia*, *Q. sartorii*, *Q. sebifera*, *Q. segoviensis*, *Q. sinuata* subsp. *breviloba*, *Q. skinneri*, *Q. skutchii*, *Q. striatula*, *Q. trinitatis*, *Q. virginiana*, *Q. virginiana* subsp. *fusiformis*, *Q. xalapensis*, *Sambucus caerulea**, *S. canadensis*, *S. nigra*, *S. nigra* subsp. *canadensis*, *S. nigra* subsp. *cerulea*, *Styrax glabrescens*, *S. glabrescens* subsp. *pilosa*, *S. glabrescens* var. *glabrescens*, *S. glabrescens* var. *pilosus*, *S. magnus*, *S. pilosus*, *S. platanifolius* subsp. *mollis*, *S. platanifolius* var. *youngae*, *S. warscewiczii*, *Ternstroemia oocarpa*, *T. seleriana*, *Viburnum blandum*, *V. ciliatum*, *V. discolor*, *V. hartwegii*, *V. jucundum*, *V. jucundum* subsp. *disjunctum*, *V. jucundum* subsp. *jucundum*, *V. microcarpum*, *V. obtusatum*, *V. rafinesquianum*, *V. rafinesquianum* var. *affine*, *V. rhombifolium*, *V. tiliaefolium*.

Monocotiledóneas: *Arpophyllum giganteum*, *A. giganteum* subsp. *alpinum*, *A. giganteum* subsp. *giganteum*, *A. giganteum* subsp. *medium*, *A. laxiflorum*, *Bletia reflexa*, *B. tenuifolia*, *Carex anisostachys*, *C. cortesii*, *C. donnell-smithii*, *C. longii*, *C. perlonga*, *C. physorhyncha*, *C. pringlei*, *C. psilocarpa*, *C. rhynchoperigynium*, *C. xalapensis*, *Commelina elliptica*, *Cyperus densicaesпитosus*, *C. humilis*, *C. lentiginosus*, *C. lundellii*, *C. megalanthus*, *C. reflexus*, *C. reflexus* var. *fraternus*, *C. reflexus* var. *reflexus*, *C. retroflexus*, *C. retroflexus* var. *pumilus*, *C. retroflexus* var. *retroflexus*, *C. tenerrimus*, *C. tenuis*, *C. unioides*, *Encyclia baculus**, *E. belizensis*, *E. belizensis* subsp. *belizensis*, *E. belizensis* subsp. *parviflora*, *E. bractescens*, *E. candollei*, *E. cochleata*, *E. cochleata* var. *cochleata*, *E. cyanocolumna*, *E. glauca*, *E. livida*, *E. maculosa*, *E. michuacana*, *E. ochracea*, *E. parviflora*, *E. polybulbon*, *E. pseudopygmaea*, *E. pygmaea*, *E. radiata*, *E. rhynchophora*, *E. tenuissima*, *E. varicosa*, *E. varicosa* subsp. *leiobulbon*, *E. varicosa* subsp. *varicosa*, *E. vitellina*, *Oncidium ascendens*, *O. carthagenense*, *O. cosymbephorum*, *O. incurvum*, *O. luridum*, *O. pergameneum*, *O. pusillum*, *O.*

reflexum, *O. sphacelatum*, *O. stramineum*, *Smilax bona-nox*, *S. bona-nox* var. *hederifolia*, *S. glauca*, *S. glauca* var. *discolor*, *S. jalapensis*, *S. lanceolata*, *S. mollis*, *S. mollis* var. *acuminata*, *S. mollis* var. *mollis*, *S. ornata*, *S. regelii*, *S. subpubescens*, *S. velutina*, *Spiranthes llaveana*, *S. llaveana* var. *llaveana*, *S. llaveana* var. *violacea*, *S. polyantha*, *S. prasophylla*, *S. seminuda*, *S. speciosa*.

Gimnospermas: *Abies vejari**, *Ceratozamia euryphyllidia*, *C. hildae*, *C. zaragozae**, *Cunninghamia lanceolata*, *Juniperus angosturana*, *J. mexicana*, *Pinus caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. catarinae*, *P. chiapensis*, *P. culminicola*, *P. greggii*, *P. nelsonii*, *P. patula*, *P. patula* subsp. *tecunumanii*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. patula* var. *patula*, *P. rudis*, *P. strobus*, *P. strobus* subsp. *chiapensis*, *Podocarpus guatemalensis*, *P. guatemalensis* subsp. *pinetorum*, *Taxus globosa*, *Thuja orientalis*, *Zamia fischeri*, *Z. furfuracea*, *Z. inermis*, *Z. purpurea*.

Helechos: *Adiantum feei*, *A. latifolium*, *A. petiolatum*, *A. pulverulentum**, *A. tenerum*, *A. wilesianum*, *Alsophila firma*, *A. salvinii*, *A. tryoniana*, *Anemia adiantifolia*, *A. adiantifolia* var. *makrinii*, *A. hirsuta*, *Asplenium alatum*, *A. auriculatum**, *A. auritum*, *A. auritum* subsp. *moritzianum*, *A. cirrhatum*, *A. cristatum*, *A. delitescens*, *A. feei*, *A. formosum*, *A. harpeodes*, *A. heterochroum*, *A. mínimum**, *A. monodon*, *A. myriophyllum*, *A. pteropus*, *A. radicans*, *A. resiliens*, *A. riparium*, *A. rutaceum*, *A. salicifolium**, *A. serratum*, *A. sphaerosporum*, *A. sulcatum*, *A. uniseriale*, *Blechnum ensiforme*, *B. fragile*, *B. serrulatum*, *Bolbitis aliena*, *B. bernoullii**, *B. pergamentacea*, *Campyloneurum phyllitidis*, *C. repens*, *C. xalapense*, *Cheilanthes formosa*, *C. intramarginalis*, *C. meifolia*, *C. notholaenoides*, *C. radiata*, *Cochlidium linearifolium*, *C. rostratum*, *C. serrulatum*, *Ctenitis mexicana*, *C. nigrovenia*, *C. subincisum*, *Cyathea bicrenata*, *C. divergens*, *C. divergens* var. *Tuerckheimii**, *C. firma*, *C. fulva*, *C. myosuroides*, *C. valdecrenata*, *Dennstaedtia bipinnata*, *Diplazium drepanolobium*, *D. expansum*, *D. grandifolium*, *D. plantaginifolium*, *D. striatum*, *D. ternatum**, *D. urticifolium**, *D. werckleanum*, *Dryopteris correllii*, *Elaphoglossum glaucum*, *E. guatemalense*, *E. huacsaro*, *E. lindenii*, *E. lonchophyllum*, *E. muscosum*, *E. rubescens*, *E. vestitum*, *Equisetum giganteum*, *Hymenophyllum abruptum*, *H. hirsutum*, *H. microcarpum*, *H. nigrescens*, *H. polyanthos*, *H. pulchellum*, *H. tegularis*, *H. trapezoidale**, *H. tunbrigense*, *Lycopodium complanatum*, *L. dichotoma*, *L. linifolia*, *L. pithyoides*, *L. reflexum*, *L. reflexum* var. *reflexum*, *L. taxifolium*, *L. thyoides*, *Nephrolepis biserrata*, *N. cordifolia*, *N. exaltata*, *N. multiflora*, *N. pectinata*, *N. pendula*, *Notholaena brachypus*, *N. sulphurea*, *Pecluma atra*, *P. cyathicola*, *P. divaricata*, *P. plumula*, *P. ptilodon*, *P. ptilodon* var. *bourgaeana*, *Phanerophlebia macrosora*, *P. umbonata*, *Phlebodium aureum*, *P. decumanum*, *P. pseudoaureum*, *Pleopeltis crassinervata*, *P. fallax**, *P. munchii*, *Polypodium collinsii*, *P. colysoides*, *P. conterminans*, *P. crassifolium*, *P. dissimile*, *P. eatonii*, *P. echinolepis*, *P. fallax*, *P. guttatum*, *P. lepidotrichum*, *P. lindenianum*, *P. longepinnulatum*, *P. loriceum*, *P. plebejum*, *P. pseudoaureum*, *P. puberulum*, *P. pyrrolepis*, *P. remotum*, *P. rhachipterygium*, *P. rhodopleuron*, *P. triseriale*, *Polystichum acrostichoides*, *Pteris altissima*, *P. grandifolia*, *P. muricella*, *P. pulchra*, *Selaginella gypsophila*, *S. harrisii*, *S. martensii*, *S. oaxacana*, *S. peruviana*, *S. pulcherrima*, *S. reflexa*, *S. silvestris*, *S. stellata*, *S. stenophylla*, *Sticherus brevipubis*, *S. underwoodianus*, *Thelypteris blanda*, *T. concinna*, *T. dentata*, *T. falcata*, *T. kunthii*, *T. melanochlaena*, *T. meniscioides*, *T. ovata* var. *lindheimeri*, *T. paucipinnata*, *T. puberula*, *T. puberula* var. *puberula*, *T. puberula* var. *sonorensis*, *T. serrata*, *T. tetragona*, *T. torresiana*, *Trichomanes collariatum*, *T. galeottii*, *T. hymenoides*, *T. hymenophylloides*, *T. pinnatum*, *T. polypodioides*, *T. pyxidiferum*, *T. rigidum*, *Woodwardia martinezii*.

V.1.8 Trazo 8. Generalizado Septentrional.

Este trazo recorre tanto la porción norte como la sur de la ZTM: SMO, SME, FVTM, SMS, STI y las SNO (figura 15). Las especies que constituyen este trazo corresponden únicamente a plantas, habitan los bosques de climas templados subhúmedos con verano fresco largo.



Este trazo se puede dividir en dos subtrazos más, ya que la relación entre algunas especies sugieren la existencia de éstos; el primero abarca gran parte de la FVTM y sigue al norte por las dos bifurcaciones de las SMO y SME y el segundo, que también toma parte de la FVTM y cruza la región del Soconusco, en éste caso las especies son de afinidad más tropical, y su distribución es la más sureña, en comparación con el resto de los trazos

Plantas

Dicotiledóneas: *Alnus acuminata*, *A. acuminata* subsp. *acuminata*, *A. acuminata* subsp. *arguta*, *A. acuminata* subsp. *glabrata*, *A. arguta*, *A. arguta* var. *arguta*, *A. ferruginea*, *A. glabrata*, *A. glabrata* subsp. *durangensis*, *A. jorullensis*, *A. jorullensis* f. *jorullensis*, *A. jorullensis* f. *media*, *A. jorullensis* subsp. *firmifolia*, *A. jorullensis* subsp. *lutea*, *Amyris balsamifera*, *Arbutus xalapensis*, *A. xalapensis* f. *glandulosa*, *A. xalapensis* f. *longiflora*, *A. xalapensis* subsp. *bicolor*, *A. xalapensis* subsp. *indita*, *A. xalapensis* var. *pubescens*, *A. xalapensis* var. *texana*, *Arctostaphylos pungens*, *Carpinus caroliniana*, *C. tropicalis*, *C. tropicalis* subsp. *mexicana*, *Clethra lanata*, *C. oleoides*, *C. pachecoana*, *Cleyera integrifolia*, *Cornus disciflora*, *C. excelsa*, *Platanus chiapensis*, *Quercus acatenangensis*, *Q. acutifolia*, *Q. acutifolia* var. *xalapensis*, *Q. aristata*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. diversifolia*, *Q. dysophylla*, *Q. elliptica*, *Q. hondurensis*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. mexicana* f. *lanosa*, *Q. obtusata*, *Q. platyphylla*, *Q. purulhana*, *Q. rubramenta*, *Q. rugosa*, *Q. rugosa* f. *apus*, *Q. rugosa* f. *crenata*, *Q. scytophylla*, *Q. segoviensis*, *Q. skutchii*, *Sambucus mexicana*, *Styrax magnus*, *S. warscewiczii*, *Ternstroemia lineata*, *T. lineata* subsp. *chalicophila*, *T. lineata* subsp. *lineata*, *T. pringlei*, *T. seleriana*, *Viburnum discolor*, *V. elatum*, *V. elatum* var. *cuneifolium*, *V. hartwegii*, *V. jucundum*, *V. jucundum* subsp. *disjunctum*, *V. jucundum* subsp. *jucundum*, *V. obtusatum*

Monocotiledóneas: *Bletia campanulata*, *B. parkinsonii*, *B. punctata*, *B. purpurata*, *B. purpurea*, *B. reflexa*, *B. roezlii*, *Carex aztecica*, *C. chordalis*, *C. echinata* subsp. *echinata*, *C. echinata* subsp. *townsendii*, *C. humboldtiana*, *C. longicaulis*, *C. madrensis*, *C. peucophila*, *C. polystachya*, *C. polystachya* var. *polystachya*, *C. turbinata*, *Commelina coelestis*, *C. coelestis* var. *bourgeauii*, *C. dianthifolia*, *C. diffusa*, *C. erecta*, *C. erecta* f. *candida*, *C. erecta* f. *crispa*, *C. erecta* f. *erecta*, *C. erecta* f. *intercusa*, *C. erecta* var. *angustifolia*, *C. leiocarpa*, *C. rufipes*, *C. rufipes* var. *glabrata*, *C. rufipes* var. *rufipes*, *C. tuberosa*, *Cyperus aggregatus*, *C. alternifolius*, *C. canus*, *C. ciliatus*, *C. cuspidatus*, *C. dentoniae*, *C. diffusus*, *C. diffusus* subsp. *entrerianus*, *C. digitatus*, *C. digitatus* f. *digitatus*, *C. elegans*, *C. esculentus*, *C. esculentus* f. *esculentus*, *C. esculentus* f. *macrostachyus*, *C. flavescens*, *C. flavescens* f. *flavescens*, *C. flavescens* var. *piceus*, *C. haspan*, *C. hermaphroditus*, *C. imbricatus*, *C. involucratus*, *C. iria*, *C. laevigatus*, *C. lanceolatus*, *C. luzulae*, *C. macrocephalus*, *C. macrocephalus* var. *eggertii*, *C. manimae*, *C. manimae* var. *apiculatus*, *C. manimae* var. *asperimus*, *C. manimae* var. *asperrimus*, *C. manimae* var. *divergens*, *C. manimae* var. *manimae*, *C. manimae* var. *phaeocephalus*, *C. mutisii*, *C. mutisii* var. *asper*, *C. mutisii* var. *mutisii*, *C. niger*, *C. niger* var. *capitatus*, *C. niger* var. *castaneus*, *C. niger* var. *niger*, *C. ochraceus*, *C. odoratus*, *C. prolixus*, *C. rotundus*, *C. sanguineo-ater*, *C. sanguineo-ater* var. *floribundus*, *C. seslerioides*, *C. surinamensis*, *C. thyrsoflorus*, *Encyclia chacaoensis*, *E. chondylobulbon*, *E. citrina*, *E. concolor*, *E. cordigera*, *E. diota*, *E. diota* subsp. *diota*, *E. ochracea*, *Oncidium cebolleta*, *O. hastatum*, *O. maculatum*, *O. oerstedii*, *Smilax domingensis**, *S. moranensis*, *S. spinosa*, *S. spinosa* var. *spinosa*, *Spiranthes aurantiaca*, *S. elata*, *S. eriophora*, *S. lanceolata*, *S. orchioides*, *S. rubrocalosa*, *S. transversalis*.

Gimnospermas: *Abies guatemalensis**, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *A. guatemalensis* var. *tacanensis*, *A. religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata*, *Cupressus benthamii*, *C. benthamii* var. *benthamii*, *C. benthamii* var. *lindleyi*, *C. lindleyi*, *C. lusitanica*, *C. lusitanica* subsp. *lindleyi*, *C. lusitanica* var. *benthamii*, *C. lusitanica* var. *lusitanica*, *Juniperus comitana*, *J. flaccida*, *J. flaccida* var. *flaccida*, *J. flaccida* var. *poblana*, *J. gamboana*, *Pinus ayacahuite*, *P. ayacahuite* subsp. *ayacahuite*, *P. ayacahuite* var. *brachyptera*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. devoniana*, *P. devoniana* var. *cornuta*, *P. douglasiana*, *P. lawsonii**, *P. leiophylla*, *P. leiophylla* subsp. *chihuahuana*, *P. leiophylla* subsp. *leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. montezumae* var. *montezumae*, *P. montezumae*

var. *rudis*, *P. oocarpa**, *P. oocarpa* var. *oocarpa*, *P. oocarpa* var. *trifoliata*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobis*, *P. pseudostrobis* f. *protuberans*, *P. pseudostrobis* f. *pseudostrobis*, *P. pseudostrobis* subsp. *apulcensis*, *P. tecunumanii* subsp. *ochoterenai*, *Podocarpus matudae*, *P. matudae* var. *macrocarpus*, *P. matudae* var. *reichei*, *Taxodium distichum* var. *mexicanum*, *T. distichum* var. *mucronatum*, *T. mucronatum*.

Helechos: *Acrostichum aureum*, *Adiantum andicola*, *A. braunii*, *A. galeottianum*, *A. macrophyllum*, *A. obliquum*, *A. poiretii*, *A. princeps*, *A. trapeziforme*, *A. tricholepis*, *A. villosum*, *Anemia hirsuta*, *Asplenium achilleifolium*, *A. cuspidatum*, *A. cuspidatum* var. *cuspidatum*, *A. cuspidatum* var. *foeniculaceum*, *A. fragrans*, *A. hallbergii*, *A. hoffmannii*, *A. miradoreense*, *A. monanthes*, *A. monanthes* var. *monanthes*, *A. palmeri*, *A. polyphyllum*, *A. pumilum*, *A. radicans*, *A. serra**, *A. trichomanes-dentatum*, *Blechnum divergens*, *B. falciforme*, *B. glandulosum*, *B. gracile*, *B. occidentale*, *B. occidentale* var. *occidentale*, *B. occidentale* var. *pubirhachis*, *B. polypodioides*, *B. schiedeana**, *Bolbitis portoricensis*, *Campyloneurum amphostenon*, *C. angustifolium*, *C. angustifolium* var. *angustifolium*, *C. tenuipes*, *Cheilanthes angustifolia*, *C. hirsuta*, *C. sinuata*, *C. sinuata* var. *sinuata*, *C. villosa*, *Ctenitis equestris*, *C. equestris* var. *equestris*, *C. excelsa*, *Cyathea costaricensis*, *C. horrida*, *C. schiedeana*, *Dennstaedtia dissecta*, *D. distenta*, *D. globulifera*, *Diplazium franconis*, *D. lonchophyllum*, *Dryopteris wallichiana*, *D. wallichiana* subsp. *wallichiana*, *Elaphoglossum dissitifrons*, *E. latifolium*, *E. piloselloides*, *E. pilosum*, *E. revolutum*, *E. setigerum*, *E. setosum*, *E. squamipes*, *E. tenuifolium*, *Equisetum hyemale*, *E. hyemale* subsp. *affine*, *E. hyemale* subsp. *affine* x *myriochaetum*, *E. hyemale* subsp. *hyemale*, *E. hyemale* subspecies *affine*, *Hymenophyllum fragile*, *H. fucoides*, *H. myriocarpum*, *Nephrolepis undulata*, *Notholaena bonariensis*, *N. formosa*, *N. incana*, *N. sinuata*, *N. sinuata* f. *cochisensis*, *N. sinuata* f. *madriensis*, *N. sinuata* f. *robusta*, *N. sinuata* f. *sinuata*, *Pecluma ferruginea*, *Pellaea ovata*, *P. sagittata*, *P. sagittata* var. *cordata*, *P. sagittata* var. *sagittata*, *P. ternifolia*, *P. ternifolia* subsp. *arizonica*, *P. ternifolia* subsp. *ternifolia*, *P. ternifolia* subspecies *ternifolia*, *P. ternifolia* subspecies *villosa*, *P. ternifolia* var. *wrightiana*, *Phanerophlebia nobilis*, *P. nobilis* var. *nobilis*, *P. nobilis* var. *remotispora*, *Phlebodium areolatum*, *Pleopeltis angusta*, *P. angusta* var. *angusta*, *Polypodium angustifolium*, *P. angustifolium* var. *angustifolium*, *P. astrolepis*, *P. astrolepis* subsp. *elongata*, *P. fraternum*, *P. furfuraceum*, *P. fuscopetiolatum*, *P. hispidulum*, *P. platylepis*, *P. plebeium*, *P. plesiosorum*, *P. plesiosorum* var. *bakeri*, *P. pleurosorum*, *P. sanctae-rosae*, *P. thyssanolepis*, *Polystichum distans*, *Pteridium aquilinum*, *P. aquilinum* subsp. *pubescens*, *P. aquilinum* var. *caudatum*, *P. aquilinum* var. *latiusculum*, *P. aquilinum* var. *pubescens*, *P. caudatum*, *Pteris cretica*, *P. longifolia*, *P. orizabae**, *Selaginella huehuetenangensis*, *S. mollis*, *S. pallescens*, *S. pallescens* var. *pallescens*, *Sticherus bifidus*, *S. palmatus*, *Tectaria heracleifolia*, *T. heracleifolia* var. *heracleifolia*, *T. incisa*, *T. incisa* var. *incisa*, *Thelypteris balbisii*, *T. imbricata*, *T. pilosula*, *T. puberula*, *T. puberula* var. *puberula*, *T. puberula* var. *sonorensis*, *Trichomanes capillaceum*, *T. capillaceum* var. *capillaceum*, *T. radicans*, *Woodwardia radicans*.

V.1.9 Trazo 9. Generalizado Vertientes Montanas Internas.

Este trazo se encuentra ubicado al norte de la FVTM en las fachadas interiores de la SMO y la SME, su límite máximo hacia el sur es en las cercanías de los Tuxtlas, es reconocido por correr al margen de las vertientes interiores principales del país. A pesar de que la orientación del trazo es N-S, también se comparten especies entre las dos sierras antes mencionadas (SMO y SME), las especies en su mayoría son de clima templado subhúmedo en transición hacia los climas secos. Abarca los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Queretaro, Hidalgo, Distrito federal, Estado de México y Puebla (figura 16).



Fig. 16: Trazo generalizado Vertientes Montanas Internas.

Animales

Anfibios: *Ambystoma rosaceum*, *Hyla arenicolor*, *H. eximia*

Aves: *Aphelocoma ultramarina*, *A. ultramarina arizonae*, *A. ultramarina colimae*, *A. ultramarina couchii*, *A. ultramarina gracilis*, *A. ultramarina ultramarina*, *A. ultramarina wollweberi*, *Icterus parisorum*, *Pipilo chlorurus*, *P. maculatus*, *P. maculatus chiapensis*, *P.*

maculatus griseipygius, *P. maculatus macronyx*, *P. maculatus maculatus*, *P. maculatus magnirostris*, *P. maculatus megalonyx*, *P. maculatus oaxacae*, *P. maculatus vulcanorum*, *Toxostoma ocellatum*, *Trogon elegans*, *T. melanocephalus*.

Mamíferos: *Cratogeomys zinseri*, *Oryzomys melanotis*, *O. melanotis* ssp. *colimensis*, *O. melanotis* ssp. *melanotis*, *Sorex oreopolus*, *Spermophilus variegatus*, *S. variegatus* ssp. *couchii*, *S. variegatus* ssp. *grammurus*, *S. variegatus* ssp. *rupestris*, *S. variegatus* ssp. *variegatus*, *Thomomys umbrinus*, *T. umbrinus* ssp. *albigularis*, *T. umbrinus* ssp. *chihuahuae*, *T. umbrinus* ssp. *durangi*, *T. umbrinus* ssp. *evexus*, *T. umbrinus* ssp. *goldmani*, *T. umbrinus* ssp. *musculus*, *T. umbrinus* ssp. *orizabae*, *T. umbrinus* ssp. *parviceps*, *T. umbrinus* ssp. *perditus*, *T. umbrinus* ssp. *pullus*, *T. umbrinus* ssp. *sheldoni*, *T. umbrinus* ssp. *umbrinus*

Reptiles: *Barisia imbricata*, *B. imbricata* ssp. *ciliaris*, *B. imbricata* ssp. *imbricata*, *B. imbricata* ssp. *planifrons*, *Crotalus pricei*, *C. pricei* ssp. *miquihuanus*, *C. pricei* ssp. *pricei*, *Eumeces tetragrammus*, *E. tetragrammus* ssp. *brevilineatus*, *E. tetragrammus* ssp. *tetragrammus*, *Phrynosoma orbiculare*, *P. orbiculare* ssp. *alticola*, *P. orbiculare* ssp. *boucardi*, *P. orbiculare* ssp. *bradti*, *P. orbiculare* ssp. *cortezii*, *P. orbiculare* ssp. *cortezii*, *P. orbiculare* ssp. *dugesii*, *P. orbiculare* ssp. *orbiculare*, *P. orbiculare* ssp. *orientale*, *Thamnophis eques*, *T. eques* ssp. *eques*, *T. eques* ssp. *megalops*, *T. melanogaster*, *T. melanogaster* ssp. *linearis*, *T. melanogaster* ssp. *melanogaster*

Plantas

Dicotiledóneas: *Arbutus occidentalis*, *A. occidentalis* var. *occidentalis*, *A. occidentalis* var. *villosa*, *Arctostaphylos polifolia*, *A. polifolia* subsp. *minor*, *A. polifolia* subsp. *polifolia*, *Crataegus rosei*, *C. rosei* subsp. *parryana*, *C. rosei* var. *amoena*, *C. rosei* var. *mahindae*, *C. rosei* var. *rosei*, *Juglans major*, *J. major* var. *glabrata*, *Quercus hartwegii*, *Q. microphylla*, *Q. microphylla* f. *ovata*, *Q. potosina*, *Q. sideroxyla*, *Q. sideroxyla* f. *ciliifera*

Monocotiledóneas: *Carex ciliaris*, *C. leucodonta*, *C. melanosperma*, *C. praegracilis*, *C. thurberi*, *C. wootonii*, *Commelina scabra*, *Cyperus orbicephalus*, *C. pennellii*, *C. pennellii* var. *australis*, *C. sesquiflorus*, *C. virens*, *C. virens* var. *drummondii*, *C. virens* var. *minarum*, *C. virens* var. *virens*, *Encyclia mariae*, *Smilax cordifolia*

Gimnospermas: *Juniperus deppeana*, *J. deppeana* f. *deppeana*, *J. deppeana* var. *deppeana*, *J. deppeana* var. *pachyphlaea*, *J. deppeana* var. *patoniana*, *J. deppeana* var. *robusta*, *J. deppeana* var. *zacatecensis*, *Pinus durangensis*, *P. hartwegii*, *P. strobiformis*, *P. strobiformis* subsp. *brachyptera*, *P. teocote*.

Helechos: *Anemia mexicana*, *A. mexicana* var. *makrinii*, *A. mexicana* var. *mexicana*, *A. phyllitidis*, *Asplenium fibrillosum*, *A. potosinum*, *A. potosinum* var. *semipinnatum*, *Cheilanthes alabamensis*, *C. allosuroides*, *C. aschenborniana*, *C. cucullans*, *C. farinosa*, *C. galeottii*, *C. integerrima*, *C. kaulfussii*, *C. lendigera*, *C. wootoni*, *Ctenitis melanosticta*, *Elaphoglossum minutum*, *Notholaena integerrima*, *Pleopeltis peltata*, *P. peltata* var. *peltata*, *P. polylepis*, *P. polylepis* var. *erythrolepis*, *P. polylepis* var. *interjecta*, *P. polylepis* var. *polylepis*, *Polypodium arcanum*, *P. subpetiolatum*, *Selaginella chrismarii*, *S. chrismarii* var. *karwinskyana*, *S. delicatissima*, *S. rzedowskii*, *S. schaffneri*, *S. sellowii*, *Thelypteris oligocarpa*.

V.2 Nodos.

La superposición de los nueve trazos generalizados mencionados anteriormente permitió el reconocimiento de los siguientes 10 nodos, tal como se resume en la tabla II y se muestra espacialmente en la figura 17.

Tabla II. Total de nodos y trazos involucrados.

Trazo	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Total de nodos por trazo
Altiplano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Árido de Montaña	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
California	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meridional	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7
Neovolcánico	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
Occidental	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
Oriental	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Septentrional	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Vertientes MI	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
Total de trazos por nodo	3	4	3	5	6	5	5	4	6	3	

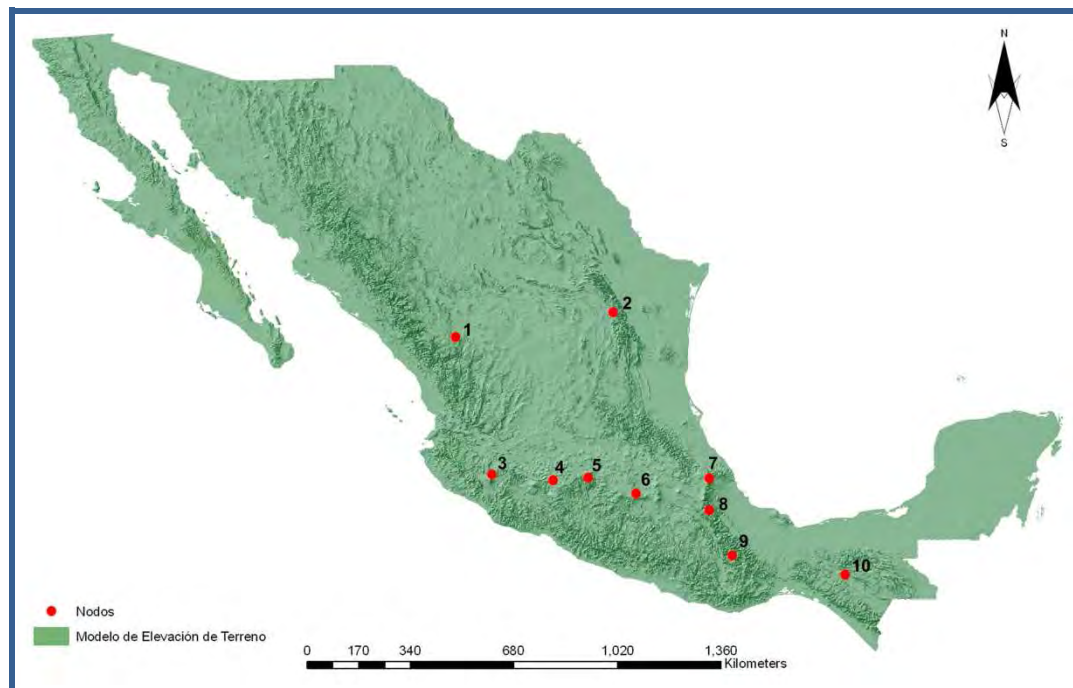


Fig. 17: Nodos (Hot Spots).

Nodo 1: Ubicado en el sur del estado de Durango, formado por los trazos generalizados Árido de Montaña, Vertientes Montanas Internas (Vertientes MI) y Occidental, con especies de afinidad Neártica. Se encuentra en el límite de las provincias biogeográficas Altiplano Chihuahense, Altiplano potosino-zacatecano y en la SMO.

Nodo 2: Parte sur de estado de Nuevo León, coincide con el límite norte de la SME, formado por los trazos generalizados Árido de Montaña, Vertientes MI y Oriental, es el nodo de distribución más norteña, con especies de afinidad Neártica. Se encuentra en la Gran Sierra Plegada.

Nodo 3: En el Este del estado de Jalisco, donde contactan sus límites la FVTM y la SMO, coinciden los trazos generalizados Occidental, Septentrional y el Neovolcánico, con especies de afinidad Neártica y Neotropical. Ubicado en el límite del Volcán de Colima.

Nodo 4 y 5: Ubicados transversalmente en el estado de Michoacán, corren en el límite norte de la cuenca del Río Balsas, constituidos por los trazos generalizados: Occidental, Neovolcánico, Árido de Montaña, Septentrional, Vertientes MI y el Meridional. El nodo 5 contacta más trazos generalizados en comparación con el 4.

Nodo 6: En el Estado de México, formado por los trazos generalizados: Árido de Montaña, Septentrional, Neovolcánico, Vertientes MI y Meridional, coincide con la provincia biogeográfica de la FVTM, En el límite entre la cuenca del Valle de México y la del Balsas, sobre las sierras del Ajusco, Chichinautzin y Sierra Nevada (Iztaccíhuatl – Popocatepetl – Tlaloc). Existe una mezcla de especies tanto de afinidad Neártica como Neotropical.

Nodo 7: En el estado de Veracruz, los trazos generalizados que lo integran son Árido de Montaña, Oriental, Neovolcánico, Septentrional y el Meridional, es de los nodos centrales el que se encuentra ubicado en la parte más oriental del país, se ubica cercano al volcán Cofre de Perote.

Nodo 8: En la parte centro del estado de Veracruz, en el límite con Puebla y Oaxaca. Localizado en el límite entre la SME y la FVTM, cercano al corredor Tehuacán-Cuicatlán. Los trazos que lo integran son: Árido de Montaña, Meridional, Oriental y Septentrional.

Nodo 9: Ubicado en el noreste del estado de Oaxaca, involucra los trazos generalizados Árido de Montaña, Meridional, Neovolcánico, Occidental, Oriental y Septentrional, Se encuentra dentro de la cuenca del Papaloapan, en el extremo suroeste, cercano al Istmo de Tehuantepec. Este es el nodo que junto con el 5 integran la mayor cantidad de trazos (6 de 9).

Nodo 10: Ubicado en el estado de Chiapas, conformado por los trazos del Septentrional, Meridional y el Oriental, en su porción más sur de ambos trazos. Este nodo se caracteriza por ubicarse en medio de las provincias del Golfo de México y Costa del Pacífico, entre la Provincia del Soconusco y los Altos de Chiapas, es el nodo más sureño y las especies que contiene son de afinidad Neotropical.

V.3 Factores abióticos.

La sobreposición de los trazos generalizados Septentrional, Oriental, Neovolcánico y Meridional en la cobertura de precipitación, muestra una clara

preferencia de las especies que integran estos trazos, por áreas donde la precipitación en promedio va de los 800 a los 1,200 mm, por otra parte las especies que integran el trazo Árido de Montaña se distribuyen en áreas con una precipitación entre los 400 y 600 mm. El trazo California y Altiplano son los que se distribuyen en áreas de menor precipitación, ya que se mantienen en áreas entre 125 y 400 mm, caso contrario a las especies que integran el trazo Oriental, cuyas áreas preferenciales de distribución están claramente entre los 2,000 a los 2,500 mm. Sin embargo para el trazo Occidental no es fácil definir el tipo de precipitación en el que se distribuye.

La distribución de las especies de acuerdo con la temperatura está relacionada de la siguiente manera: Trazo Occidental, Oriental y Altiplano coinciden con áreas donde la temperatura es clasificada como semicálida, los trazos Septentrional, California y Árido de Montaña tienen una distribución entre los remanentes de cálidos a semicálidos. En el trazo Neovolcánico sus especies están asociadas a temperaturas de tipo fría a templada. Para el trazo Vertientes MI y Meridional su relación con la temperatura no es clara.

De acuerdo con la distribución de los trazos en el mapa de cuencas hidrológicas (modificado por Espinosa-Organista, *com. pers.* 2008), los trazos Septentrional, Neovolcánico y Vertientes MI, muestran una estrecha relación con la posición de las cuencas hidrológicas, para el resto de los trazos esta asociación existe pero en menor grado. En comparación con los parámetros anteriores la relación trazo-parámetro es mayor.

Capítulo VI

Discusión

VI.1 Patrones generales.

La biota mexicana está constituida por tres principales componentes bióticos, el Paleoamericano, el Transicional y el Neotropical (Halffter, 1964, 1976, 1978; Morrone y Márquez, 2001). La biota de las montañas de México tiene un alto porcentaje de elementos de transición. La superposición de varios patrones de distribución de los elementos de transición ha derivado en diferentes concepciones acerca de las dimensiones de la Zona de Transición Mexicana (ZTM). Mientras algunos autores consideran a la ZTM constituida por todas las cordilleras continentales con excepción de las sierras de la península de Baja California (Halffter, 1978, 1987, 2003), otros en cambio excluyen también a las Sierras Transísmicas constituidas por el macizo montañoso del norte de Chiapas, como la Sierra Madre de Chiapas.

Los patrones encontrados en este trabajo revelan que la evolución de la biota del componente biótico transicional involucra una correspondencia entre geografía, especiación y ambiente, y al igual que Fa y Morales (1989), aquí se reconocen homologías biogeográficas para organismos con diferentes capacidades de dispersión.

Los componentes montanos del trazo Septentrional y trazo Meridional segregan dos historias de grupos de especies diferenciados por la irrupción de la Faja Volcánica

Transmexicana (FVTM); en cambio, los componentes montanos del trazo Oriental y trazo Occidental separan dos biotas mutuamente discriminantes por la diferenciación climática; el oriental, que habita la porción húmeda, y la occidental, la subhúmeda; el componente biótico del trazo Árido de Montaña está compuesto por un grupo de especies que evolucionaron sobre las fachadas internas y más secas de todas las cordilleras de la ZTM; finalmente, el componente Neovolcánico es el más reciente y sus especies están restringidas generalmente a segmentos de la FTVM.

Ferrusquía-Villafranca (2007) afirma que el desarrollo de la FVTM ha ocasionado que ésta haya operado como una barrera para los desplazamientos norte-sur de las especies, y que esta gradación persiste parcialmente, expresada en las complejas intercalaciones de las biotas (o segmentos de ellas) al norte y al sur de la FVTM. En la parte extrema de la FVTM, prácticamente en la costa, en la parte sur de Bahía Banderas, parece encontrarse una barrera biogeografía que separa algunas de las especies de la agrupación norte central (García-Trejo y Navarro, 2004). Ortega y Arita (1998) consideran como barreras principales de dispersión de los organismos de América de Norte tanto a la FVTM como a las Sierras Madres Occidental (SMO) y Oriental (SME), y que América Central y las zonas de México adyacentes a Guatemala y Belice, incluyendo las tierras bajas de Tabasco, Chiapas y la península de Yucatán son completamente neotropicales.

Si consideramos únicamente a las especies endémicas de distribución más restringida, sus patrones biogeográficos sustentan lo anterior. Sin embargo, esa hipótesis no explica que haya especies cuyo patrón va más allá de los límites de estas regiones y que más bien su distribución es tan amplia que es muy difícil agruparlos en

una sola región, como sucede con las especies del género *Quercus* y *Pinus*, cuyo origen es holártico, y cuya distribución es amplia en las regiones montañosas de México y Centroamérica (Quintana-Ascencio y González-Espinosa, 1993).

Los trazos generalizados Árido de Montaña, Neovolcánico y Occidental convergen sus límites sureños máximos en el Istmo de Tehuantepec, es ahí donde los taxones endémicos de las altas montañas limitan sus distribuciones, quizá debido a la existencia de esta barrera. Rico-Arce (2001) menciona al Istmo de Tehuantepec como otra área donde confluyen taxones que son propios tanto del norte y sur del continente como de las vertientes Atlántica y Pacífica. Según Lorence y García-Mendoza (1989), esto se debe a la diversidad biológica y complicada orografía que forman los sistemas montañosos. El Istmo de Tehuantepec es considerado por Ferrusquía-Villafranca (1998) como una zona compleja por los grandes eventos tectónicos y considerada por Croizat (1976) como un importante nodo biogeográfico.

Por otra parte, los trazos generalizados Septentrional, Meridional y Oriental tienen bifurcaciones de distribución hacia Oaxaca y Chiapas, de tal forma que García-Trejo y Navarro (2004) señalan que existen taxones endémicos que solo circunscriben sus distribuciones a esta área. Estos datos confirman al Istmo de Tehuantepec también como una zona de intercambio de biotas que ha dirigido la fauna de tierras bajas Neotropical hacia ambientes costeros (Huidobro *et al.*, 2006) y muestra la importancia de esta zona, pues de los nueve trazos generalizados encontrados (seis de ellos con distribución de especies por debajo de la FVTM), cinco se sobreponen en esta área (trazo generalizado Árido de Montaña, Oriental, Occidental, Meridional y Septentrional).

El Istmo de Tehuantepec, representa una barrera mayor para especies de tierras altas y un corredor importante entre las faunas de la planicie Atlántica y Pacífica.

Diferentes autores definen los límites de las diferentes provincias de acuerdo con diferentes métodos y taxones. Según los resultados aquí obtenidos, mediante el uso del método panbiogeográfico, los límites encontrados para la Sierra Madre Oriental (SME) coinciden con las Sierras Transversales Saltillo – Parras al norte, y con la FVTM al sur. La delimitación de la provincia de la SME ha resultado un poco difícil, debido a las discrepancias que existen entre los diferentes autores, Espinosa-Organista *et al.* (2004) señalan que alguna de las razones por las que sucede esto es que cada taxón está delimitado por el medio físico y biótico de forma diferente.

Morrone y Márquez (2003) reconocen para México cinco trazos generalizados o componentes bióticos principales diferentes, llamados Neártico Californiano, Neártico Continental, Mexicano de Montaña, Mesoamericano y Antillano, dichos trazos coinciden parcialmente con los resultados encontrados. Por ejemplo, el trazo Neártico Californiano, la coincidencia es total con el trazo aquí nombrado como California, pero en su contraparte tenemos el trazo del Altiplano el cual solo coincide en su orientación oeste-este con el trazo llamado Neártico continental (Morrone y Márquez, 2003), otra coincidencia parcial está dada en los patrones Mexicano de Montaña y Mesoamericano, éstos coinciden en sus porciones altitudinales con los trazos Septentrional y Meridional.

Marshall y Liebherr (2000) llevaron a cabo un estudio biogeográfico señalando que existen dos grandes regiones, una Septentrional y otra Meridional, lo cual corresponde con los resultados de este proyecto. Sin embargo, el número de subcomponentes encontrados no se reduce únicamente a dos, si bien hay especies

cuya distribución es marcadamente septentrional (*Arbutus xalapensis*, *Smilax moranensis*, *Pinus montezumae*, *Pellaea ovata*, etc.) y otras de tipo meridional (*Crataegus pubescens* y *Elaphoglossum petiolatum*), también hay una larga lista de especies que no pueden ser agrupadas en uno u otro grupo, estas especies tienen una distribución correspondiente a otros dos patrones, en este caso llamados Árido de Montaña y Vertientes Montañas Internas.

Por otra parte, resulta interesante conocer que para el caso del trazo Septentrional, únicamente taxones pertenecientes a las plantas fueron los que se distribuyeron en este patrón. Sin embargo, este trazo coincide con el reportado por Oñate-Ocaña *et al.* (2006) para Papilionidae (Lepidoptera), quienes obtuvieron estos trazos a partir de un Análisis de Parsimonia de Endemismos con Caracteres Progresivos de Eliminación (por sus siglas en inglés PAE-PCE) y además del trazo Septentrional, hay una coincidencia también con el trazo Oriental y con tres (2, 3 y 9) de los cuatro nodos encontrados, hay que tomar en cuenta que en particular los papilionidos son un grupo ampliamente estudiado, por lo tanto se tiene un gran conocimiento sobre este, y que el estudio se hizo con un análisis biogeográfico diferente al usado aquí.

La SME representa problemas para su ubicación al no ser considerada como una unidad natural (Luna-Vega *et al.*, 2000), y generalmente es dividida en dos porciones al norte y sur del Río Pánuco e incluso se llega a considerar ambas porciones por separado como unidades naturales. Esto difiere a lo encontrado aquí, pues aunque se pueden distinguir claramente las dos divisiones, norte y sur, existe un patrón intermedio que se superpone parcialmente a ambos, por lo que se reconocen tres subpatrones

para esta provincia, los cuales se diferencian de acuerdo con el grado de humedad. Halffter (1976) ya había reconocido este hecho, destacando la existencia de subpatrones de distribución con respecto a las preferencias o limitaciones de las especies según la precipitación o la humedad. Por otra parte, con respecto a considerar a la SME como unidad natural o no, se puede tomar en cuenta que el mayor número de trazos individuales coinciden con el patrón reconocido como Oriental con un total de 656 especies. Morrone (2001b) explica que las áreas donde ocurren varios taxones de distribución congruente y convergente pueden considerarse como áreas naturales y constituyen nodos panbiogeográficos. Esto no solo explicaría la gran diversidad de la zona, sino también por qué estas áreas no son incluidas como provincias pues al ser áreas compuestas se dificulta asignarlas a cualquier provincia o región. Hernández y Carrasco (2004) expresan que en la SME se encuentra el 99% de todos los climas desde ambientes muy áridos hasta cálidos húmedos, lo que genera una gran riqueza biológica, y es también aquí donde se concentra el 18% de especies endémicas del país.

El patrón correspondiente al trazo Occidental y parte del Mesoamericano han sido reportados para estudios de grupos aislados, por ejemplo burseras, mariposas, abejas, anfibios y reptiles, mamíferos y aves (García-Trejo y Navarro, 2004). Ellos reconocen, en la vertiente montana occidental, tres grupos faunísticos principales según sus distribuciones: 1) porción sur, desde el este de Oaxaca hasta el sur de Chiapas, 2) porción centro y norte del país, que va desde el sur de Colima y este de Michoacán hasta el centro de Oaxaca, 3) La porción Norte, que abarca desde el norte de Sonora hasta el sur de Nayarit (García-Trejo y Navarro, 2004). En contraste, aquí solo se

encontraron dos subpatrones uno al norte y otro al sur del Cabo Corrientes (extremo occidental de la FVTM), aunque esta división no es muy clara, pues hay algunos taxones de distribución congruente con los tres subpatrones indicados por García-Trejo y Navarro (2004).

El trazo Meridional ha sido ampliamente investigado y corresponde al llamado por algunos otros autores como Mesoamericano de Montaña (Halffter, 1978; Escalante *et al.*, 2005; Reyes-Castillo *et al.*, 2006).

Al contrario del trazo anterior, el trazo Árido de Montaña no había sido reconocido, a pesar de estar fuertemente sustentado tanto por varias especies de mamíferos, helechos y reptiles que ocupan los remanentes montañosos del altiplano (*Crotalus molossus*, *Spiranthes cinnabarina*, *Adiantum capillus-veneris*, *Cheilanthes mexicana*, etc.). Sin embargo, la gran mayoría de las especies incluidas en este patrón ocupan pequeñas áreas. El Altiplano Mexicano (APM) es cruzado por cordilleras de poca elevación y corta extensión, por lo que muchas especies endémicas muestran distribuciones archipelágicas.

El trazo del Altiplano es muy parecido al hallado por Luis-Martínez *et al.* (2006) para la subfamilia Danainae (Lepidoptera: Nymphalidae), y con el de Morrone y Márquez (2003) nombrado Neártico Continental. Marshall y Liebherr (2000), en cambio, combinan la provincia del APM con la provincia de la SMO, considerándolas como una sola unidad biogeográfica, pues, según ellos, ambas áreas tienen varios taxones en común. En efecto, algunas de las especies, como *Thamnophis cyrtopsis* y *Sciurus colliaei*, se distribuyen en ambas áreas, pero hay muchas más cuya distribución corresponde perfectamente al trazo del Altiplano, por lo que se consideró necesario su

separación (*Aphelocoma californica subsp. cyanotis*, *Cheilanthes villosa*, *Pellaea intermedia*, etc.). En este trazo se encontró la menor riqueza de especies, esto puede explicarse por la falta de muestreo en la zona (Gutiérrez-Velázquez *et al.*, 2006), pero también por ser una zona con fuerte aislamiento con una alta diversidad beta (Halffter *et al.*, 2008).

El trazo llamado California agrupa las especies con distribución en las provincias de California y Baja California, al igual que en otros estudios (Morrone *et al.*, 1999; Espinosa-Organista *et al.*, 2000), todos los patrones de distribución encontrados en la provincia de Baja California y California han sido agrupados dentro un solo patrón, y aunque en otros estudios se consideran separados también tienen relaciones estrechas (Morrone, 2001b).

VI.2 Relaciones y nodos.

Las relaciones principales entre los patrones reconocidos son más estrechas en función de la vertiente general en la que se ubican. Estos patrones son responsables de las relaciones y agrupamientos que se han propuesto entre las provincias florísticas y biogeográficas propuestas por diferentes autores (Rzedowski, 1978; Morrone *et al.*, 1999; Contreras-Medina *et al.*, 2007).

Rzedowski (1978) señaló la dificultad de establecer los límites precisos entre las regiones y provincias. Una estrategia que ayuda a definir más claramente los límites de las unidades biogeográficas es el estudio de estas regiones, pero involucrando aspectos ecológicos, así como tomar en cuenta más taxones.

Los nodos 5 y 9 son los que involucran la mayor cantidad de trazos generalizados: Altiplano, Árido de Montaña, Meridional Neovolcánico, Occidental, Oriental, Septentrional y Vertientes MC (ver tabla II para cada nodo). La identificación de límites de distribución para los trazos generalizados como el Mesoamericano, Oriental, Occidental y Neovolcánico coinciden con las áreas de mayor complejidad geográfica y geológica (Ortega *et al.*, 2000) y por lo tanto complejos en fisiografía, clima y fisionomía de la vegetación. Así como también la mayor riqueza de especies y un alto número de endemismos

Los nodos resultan de la convergencia de dos o más trazos generalizados y sirven para establecer límites biogeográficos (Craw, *et al.*, 1999), pero según Craw (1989) también pueden considerarse límites entre áreas de endemismo. Los resultados presentados muestran que en la mayoría de los casos los nodos indican límites de áreas de endemismos pues la mayoría de éstos cayeron sobre la FVTM (lugar donde corre el trazo Neovolcánico), si consideramos que ésta es una de las cordilleras más jóvenes en formarse, el número de endemismos debería ser mayor. Los nodos de la FVTM caen sobre el parteaguas que limita las cuencas del Lerma – Santiago y Valle de México, al norte, y del Balsas y Armería – Coahuayana, al sur (Nodos 3, 4, 5, 6, 7 y 8). La FVTM es considerada por Cornejo-Tenorio *et al.* (2003) como una provincia fisiográfica que resalta por su importancia biológica en cuanto a riqueza de especies y endemismos de anfibios, aves, briofitas, fanerógamas, mamíferos y reptiles. La ubicación de estos nodos coincide con los señalados por Marshall y Liebherr (2000), la mezcla de las biotas procedentes del norte y del sur encuentran sus límites de distribución en la FVTM.

Los casos de estudio han generado conclusiones diametralmente opuestas, por un lado, Gutiérrez-Velázquez *et al.* (2006) encuentran que la FVTM es una región con gran número de endemismos, mientras que Oñate-Ocaña *et al.* (2006) señalan que la FVTM funciona como una barrera solo para las provincias adyacentes, y que no representa un escenario de endemismo, con excepción de los extremos donde converge con otras provincias, en estos extremos se ubican tres nodos (3, 7 y 8), considerándose así áreas de intercambio de especies entre la FVTM y las SMO y SME, por lo tanto, dan una clara referencia de contacto que existe entre elementos Neárticos y Neotropicales (Miller, 1966; Bussing, 1976, 1985; Brooks y Mayden, 1992; Huidobro *et al.*, 2006). Por su parte el Nodo 3, ubicado en el cinturón de la cuenca del río Balsas, es considerado como una de las áreas con mayor biodiversidad por Morrone y Márquez (2008).

Por otra parte, el otro conjunto de nodos (8, 9 y 10), se ubican en los límites del Istmo de Tehuantepec con las Sierras del Norte de Oaxaca, finalizando en la SMS, en esta área es donde convergen cinco provincias bióticas. Ahí se concentran los límites de distribución para diferentes especies.

Los nodos: 2, 3, 7, 8, 9 y 10, coinciden con seis de los 15 nodos obtenidos por Morrone y Márquez (2008), en un análisis hecho para artrópodos. Por su parte, Gutiérrez-Velázquez *et al.* (2006) encontraron un total de 18 nodos, (la mitad de ellos concentrados en la FVTM), y cuatro de éstos coinciden con nodos de este estudio (nodos 2, 6, 4 y 9). Sin embargo, de todo los estudios en lo que se ha encontrado tanto semejanza de nodos como correspondencia de trazos, en ninguno de ellos se menciona el nodo encontrado en el norte de la SMO (Nodo 1), pese a que éste coincide

con el límite propuesto por Smith (1941) entre las provincias Austro-occidental y Duranguense, ya que García-Trejo y Navarro (2004) señalan a la SMO como un área de alto endemismo de aves, y que por la orientación Norte-Sur la anchura y la continuidad hacen que esta sierra sea el principal corredor de penetración Neártica. Son pocos los estudios y análisis de relaciones biogeográficas realizados en esta área, Gutiérrez-Velázquez *et al.* (2006) señalan que esta ausencia posiblemente también se deba a que hay un esfuerzo menor de colecta. Reconocer la importancia de este nodo es necesario, pues la identificación de las regiones del territorio nacional que ameriten una atención prioritaria para su conservación y manejo apropiado ha sido una antigua preocupación de investigadores, tomadores de decisiones y en general estudiosos de la naturaleza y su protección (Benítez y Loa, 1996), para proponer estrategias adecuadas de conservación y aprovechamiento de sus recursos. La identificación de Hot Spots puede ser un acercamiento eficaz para priorizar esfuerzos de conservación para contener la pérdida de diversidad biológica en algunas regiones del mundo (Orme *et al.*, 2005; Leroux y Schmiegelow, 2007).

Lamoreux *et al.* (2006) sugieren que, en general, los endemismos son un sustituto eficaz para la conservación de todos los vertebrados terrestres. Sin embargo Leroux y Schmiegelow (2007) mencionan que los endemismos pasan por alto muchos otros valores de conservación y en todos los casos no existe coincidencia entre diversidad y endemismo, como ejemplo está el caso de las aves, pues la mayor riqueza de especies se distribuye en las tierras bajas del sureste de México, mientras que la riqueza de especies endémicas se concentra en el oeste del país, sobre todo en los pies de montañas (Peterson y Navarro, 2000). Por lo tanto, tomar en cuenta únicamente

los endemismos no es suficiente para alcanzar objetivos de conservación. Es necesario considerar diversidad de factores. Algunos autores (Hernández-Baños *et al.*, 1995; Meynard *et al.*, 2004; Ruíz-Jiménez *et al.*, 2004; Huidobro *et al.*, 2006) coinciden en reconocer la importancia de los procesos históricos, sin dejar de lado los factores bióticos y abióticos.

Para algunas especies, los factores abióticos funcionan bien como barreras biogeográficas, y por lo tanto enmarcan la distribución que las especies tienen en la actualidad. Por ejemplo, para algunas especies de murciélagos el gradiente altitudinal juega un papel importante (Sánchez y Romero, 1995). De acuerdo con la vegetación, Ceballos y Oliva (2005) refieren que es en el bosque tropical perennifolio y caducifolio donde se presenta mayor riqueza de especies de mamíferos. Dichos tipos de vegetación están concentrados principalmente en el sur y sureste de México. Pero es el bosque tropical caducifolio donde hay una mayor cantidad de especies endémicas. Por otra parte, Wilson (1974) afirma que el número de especies de mamíferos terrestres en Norteamérica se incrementa conforme decrece la latitud que es entre los 200 y 360 msnm.

México posee la mayor riqueza de especies del género *Pinus*, y se reconoce que la mayoría de ellas son endémicas (Farjon y Styles, 1997). Según Alba-López *et al.* (2003), la distribución de los pinos está asociada con variables como cantidad de humedad, temperatura, fertilidad de los suelos, precipitación, entre otras. El trazo representado con mayor cantidad de especies de gimnospermas fue el Septentrional, y este trazo se encuentra entre los 800 y 1,200 mm, por lo tanto la precipitación resulta ser una variable que limita la distribución de varias especies de gimnospermas, esta

variables puede ser usada como un factor que enmarca los límites entre las provincias, pues se encontró que los trazos Occidental, Neovolcánico, Meridional, Árido de Montaña, Oriental, California, Altiplano y claramente el Septentrional (8 de 9 trazos) están limitados de acuerdo con la cantidad de precipitación. Farjon y Page (1999), también sugiere que las especies de *Pinus* pueden distinguirse claramente entre especies de climas templado-fríos y las tropicales.

Forero y Gentry (1989) afirman que algunos factores ecológicos juegan un papel importante en la distribución de los seres vivos, tales como el relieve, el tipo de suelo, precipitación y competencia por polinizadores entre otros. Sin embargo, no todos los factores son relevantes para todas las gimnospermas, la altitud no es un factor relevante para su distribución ya que según Contreras–Medina (2004), éstas se distribuyen en prácticamente todo el intervalo altitudinal de la SME, aunque esta observación podría estar limitada únicamente por grupos y áreas biogeográficas específicas.

Como ejemplo de la importancia de los factores para la distribución de las especies podemos mencionar la humedad, pues de los diez trazos encontrados, solo dos (Occidental y Oriental) muestran una alta relación espacial con este factor, sin embargo para estos trazos la relación es tal, que incluso llega a ser el que define los subpatrones presentes en estos trazos, además son los que presentan una mayor cantidad de especies de helechos, pese a que uno es un trazo de áreas húmedas (Oriental) y el otro de áreas subhúmedas (Occidental).

Finalmente, la sobreposición de los trazos generales con la cobertura de cuencas hidrológicas (modificado por Espinosa-Organista, com. pers., 2008), muestra una alta

correspondencia entre los trazos pues la mayoría de los trazos (6 de 9) se distribuyen en los márgenes de las cuencas hidrológicas. Este hecho se debe a que los límites de las grandes regiones hidrológicas son fronteras entre dominios y grupos climáticos. A ambos lados de las sierras hay una fuerte diferenciación climática debida a efecto de sombra pluvial. Los trazos tienen identidad ecológica, por ello, éstos suelen recorrer principalmente una de las dos fachadas (ya sea húmeda o seca) y por la misma razón los nodos se ubican prácticamente sobre los grandes parteaguas que limitan las cuencas.

Todo lo anterior concuerda con Ruiz-Jiménez *et al.* (2004) quienes explican que los sistemas de provincias intentan conjugar diferentes criterios para su delimitación (criterios agrupados entre bióticos y abióticos) y que se establecen sobre la sobreposición de diferentes sistemas ya establecidos, en vez de empezar por analizar los datos de distribución sin procesar de todos los grupos en conjunto. El tomar estos datos ya procesados tiene el inconveniente de reproducir los mismos errores y las mismas restricciones en las que se basaron, y al ser regionalizadas biogeográficamente dejan de representar una unidad natural.

Croizat (1958) propuso que las diferentes conexiones geográficas en un trazo representan historias de fragmentación de una biota ancestral y, por lo tanto, representan también el espacio donde sus especies evolucionaron.

Hopton y Mayer (2006) manifiestan que es necesario que se tomen en cuenta variables de tipo abiótico para realizar análisis de priorización de áreas para la protección de la biodiversidad mediante la identificación de zonas de gran riqueza, ya que comúnmente linealidad y la baja correlación entre las variables independientes

puede ocultar incluso fuertes relaciones y patrones. De forma semejante Leroux y Schmiegelow (2007) señalan que una estrategia más comprensiva global debe ser adoptada para la planificación de conservación eficaz en regiones donde estos accesos fallan y es necesario tomar en cuenta procesos ecológicos, evolutivos y servicios de ecosistema. El análisis panbiogeográfico es un método útil que permite maximizar el número de especies prioritarias para la conservación en un área mínima y se pueden contemplar variables de tipo biótico y abiótico sin dejar de lado los eventos históricos. Sin embargo, Ruiz-Jiménez *et al.* (2004) señalan que todavía falta mucho para poder proponer una delimitación del país que tome en cuenta varios criterios.

Capítulo VII

Conclusiones

- Los patrones y nodos encontrados en este trabajo coinciden con otros estudios donde se usaron grupos y métodos diferentes, esto denota la correspondencia entre geografía, especiación y ambiente. Ello permite que se pueden reconocer homologías biogeográficas para organismos con diferentes capacidades de dispersión, siendo la vicarianza la hipótesis que sustenta la distribución de la biota en la Zona de Transición Mexicana.
- Los componentes montanos del trazo Septentrional y Trazo Meridional segregan dos historias de grupos de especies diferenciados por la irrupción de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).
- Los trazos Oriental y Occidental están definidos por la diferenciación climática, el Oriental, que habita la porción húmeda, y el Occidental, la subhúmeda, las porciones más secas están ocupadas por un grupo de especies representadas por el trazo Árido de Montaña.
- Las especies endémicas de distribución restringida sustentan los patrones Occidental, Oriental, Neovolcánico, California y Altiplano, las especies de distribución archipelágica quedan incluidas en el trazo Árido de Montaña, mientras que las especies cuyo patrón va más allá de los límites de las regiones biogeográficas y que

por lo tanto son de amplia distribución quedan agrupadas en los patrones Septentrional, Meridional y de Vertientes Montanas Internas.

- El Istmo de Tehuantepec es considerado como una barrera mayor para especies de tierras altas (los trazos generalizados Árido de Montaña, Neovolcánico y Occidental convergen en este punto sus límites sureños) y un corredor importante para especies de distribución tropical (los trazos generalizados Septentrional, Meridional y Oriental tiene bifurcaciones de distribución hacia Oaxaca y Chiapas).
- Se reconoció un nuevo patrón llamado Árido de Montaña, que está sustentado por especies de mamíferos, helechos y reptiles que ocupan los remanentes montañosos del altiplano (especies de distribución archipelágica).
- El trazo altiplano debe ser considerado como un trazo independiente de la provincia SMO, pues a pesar de que ambas comparten especies, el Altiplano tiene una identidad propia y específica de especies.
- La mayoría de los nodos se concentran en la FTVM, resultado de una mezcla de biotas procedentes del norte y del sur del continente, también es el punto de convergencia de diferentes provincias bióticas y concentra los límites de distribución para diferentes especies. Todo lo anterior la dota de una alta diversidad y alto grado de endemismo.
- El Nodo 1 queda fuera de las áreas reconocidas como áreas de importancia para la conservación de las aves y de otras áreas de conservación de especies (Sitios Terrestres Prioritarios, Áreas Naturales Protegidas y Áreas Hidrológicas Prioritarias) es necesario identificar y dimensionar la importancia de este nodo, pues podría permitir la conservación y manejo apropiado.

- La precipitación y por lo tanto de humedad, son variables que limita la distribución de las especies por lo que pueden ser usadas como factores que enmarcan los límites entre las provincias biogeográficas, e incluso pueden señalar la existencia de subtrazos dentro de las mismas provincias.
- Se reconocieron tres y dos subtrazos para las SME y la SMO respectivamente diferenciados cada uno por el tipo de humedad.
- La cobertura de cuencas hidrológicas (modificado por Espinosa-Organista, com. pers., 2008) representa los límites de las grandes regiones hidrológicas entre dominios y grupos climáticos evidenciada por la alta correspondencia entre los trazos y la cobertura.
- Es necesario construir una propuesta de delimitación del territorio nacional que sin dejar de lado las características bióticas y abióticas reconozca la importancia de los procesos históricos y los incorpore en la delimitación.

Bibliografía

Aguilar–Aguilar, R. y R. Contreras-Medina. 2001. La distribución de los mamíferos marinos de México: un enfoque panbiogeográfico. En: Llorente-Bousquets, J. y J.J. Morrone (Eds.). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp. 197–211.

Alba-López, M.P., M. González-Espinosa, N. Ramírez y M.A. Castillo. 2003. Determinantes de la distribución de *Pinus* spp. en la Altiplanicie Central de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 73: 7-15.

Alberdi, M.T. y J.L. Prado. 2004. Los équidos fósiles de América del Sur. En: Baquedano, E. y S. Rubio (Eds.). *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre*. Zona Arqueológica, Volumen 2–Paleontología, Museo Arqueológico Regional. Madrid. pp. 26-38.

Alcántara, A. O. 1996. Estudio florístico y biogeografía del Bosque Mesófilo de Montaña del municipio de Tenango de Doria, Hgo., México. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 83 p.

Axelrod, D. I. 1958. Evolution of the Madro-Tertiary geoflora. *Botanical Review*. 24: 433-509.

Benítez, H. y E. Loa. 1996. Regiones prioritarias para la conservación en México. *Biodiversitas*. 9: 7-10.

Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. *Ornithological Monographs*. 43: 1-412.

Brooks, M.B. y R.L. Mayden. 1992. Phylogenetics and North American freshwater fishes. En: Mayden, R.L. (Ed.). *Systematics, historical ecology, and North American freshwater fishes*. Stanford University Press. Stanford. pp. 18–75.

Bussing, W.A. 1976. Geographical distribution of the San Juan ichthyofauna of Central America with remarks on its origin and ecology. En: Thorson, T.B. (Ed.). *Investigations of the ichthyofauna of Nicaraguan lakes*. University of Nebraska. Lincoln. pp. 157–175.

Bussing, W.A. 1985. Patterns of distribution of the Central American ichthyofauna. *The great American biological interchange*. En: Stehli, F.G. y S.D. Webb (Eds.). *Geobiology series*. Plenum Press. Fort Collins. pp. 453–472.

Cabrera, A.L. y A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie de Biología, Organización de Estados Americanos. Washington, D.C. 117 p.

Casas-Andreu, G., F.R. Mendez de la Cruz y J.L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, Distribucion y Conservacion. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 69: 1-35.

Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. En: Mares M.A. y D.J. Schmidly (Eds.). *Latin American Mammalogy: History, Biodiversity and Conservation*. University of Oklahoma Press. Norman. pp. 167-198.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México. 988 p.

Cifuentes Blanco, J., M. Villegas Ríos, R. García-Sandoval, G. Vidal-Gaona, S. Sierra Galván, R. Valenzuela-Garza, L. Pérez-Ramírez y E. Morales-Torres. 2004. Distribución de macromicetos: una aproximación al análisis de áreas de endemismos. En Luna-Vega, I., J.J. Morrone y D. Espinosa-Organista (Eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 355-374.

Consejo de Recursos Minerales. 1991. *Monografía geológico-minera del estado de Zacatecas*. SEMIP. Publicación M-2e. 154 p.

Contreras–Medina, R., I. Luna–Vega y J.J. Morrone. 2001a. Conceptos biogeográficos. *Elementos*. 41: 33–37.

Contreras–Medina, R., J.J. Morrone y I. Luna–Vega. 2001b. Biogeographic methods identify gymnosperm biodiversity hotspots. *Naturwissenschaften*. 88: 427–430.

Contreras-Medina, R. 2004. Gimnospermas. En: Luna-Vega, I., J.J. Morrone y D. Espinosa-Organista (Eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 137-148.

Contreras–Medina, R., I. Luna-Vega y J.J. Morrone. 2007. Gymnosperms and cladistic biogeography of the Mexican Transition Zone. *Taxon*. 56: 905–915.

Cornejo-Tenorio, G., A. Casas, B. Farfán, J.L. Villaseñor y G. Ibarra-Manríquez. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Mariposa Monarca. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 73: 43-62.

- Correa P.G. 1978. *Atlas Geográfico del Estado de Michoacán*. EDDISA. Morelia. 58 p.
- Craw, R.C. 1989. Quantitative panbiogeography: introduction to methods. *New Zealand Journal of Zoology*. 16: 485-494.
- Craw, R.C., J.R. Grehan y M.J. Heads. 1999. *Panbiogeography: Tracking the history of life*. Oxford Biogeography, Series 11. Nueva York, EEUU. 229 p.
- Crisci J, L. Katinas y P. Posadas. 2000. *Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica*. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina. 169 p.
- Croizat, L. 1958. *Panbiogeography*. Vols. 1 y 2. Publicado por el autor. Caracas, Venezuela. 1,731 p.
- Croizat, L. 1964. *Space, time, form: The biological synthesis*. Publicado por el autor. Caracas, Venezuela. 881 p.
- Croizat, L. 1976. *Biogeografía analítica y sintética ('panbiogeografía') de las Américas*. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. Vols. 15 y 16. 890 p.
- Diego, N., R.M. Fonseca, F. Lorea, L. Lozada y L. Monroy. 1997. Canyon of the Zopilote Region Mexico. En: Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos, y A.C. Hamilton (Eds.). *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation*, Vol. 3 The Americas, IUCN, WWF. Oxford, R.U. pp. 144-147.
- Dinerstein, E.D., M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. *Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe*. World Bank. Washington, D.C. 129 p.
- Ehrlich, P. 1981. *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species*. Ballantine Books. Nueva York, EEUU. 403 p.
- Escalante, P., A. Navarro y A.T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 279-304.
- Escalante, T., G. Rodríguez y J.J. Morrone. 2005. Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76 (2): 199–205.
- Espinosa–Organista, D., J.J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente-Bousquets. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas. En: Llorente-Bousquets, J., E. González y N. Papavero

(Eds.). *Biodiversidad taxonómica y biogeográfica de artrópodos de México: Hacia una síntesis de conocimiento. Vol. II.* Facultad de Ciencias, CONABIO. México. pp. 61–94.

Espinosa–Organista, D., J.J. Morrone, J. Llorente-Bousquets y O. Flores. 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica.* Las Prensas de Ciencias, UNAM, México. 133 p.

Espinosa–Organista, D., C. Aguilar y S. Ocegueda. 2004. Identidad biogeográfica de la Sierra Madre Oriental y posibles subdivisiones bióticas. En: Luna-Vega I., J.J. Morrone y D. Espinosa–Organista (Eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental.* Las Prensas de Ciencias, UNAM, México. pp. 487–500.

ESRI. 1999. *ArcView versión 3.2 GIS.* Environmental Systems Research Institute Inc. Nueva York, EEUU.

Fa, J.E. y L.M. Morales. 1998. Patrones y diversidad de mamíferos en México. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 315-354.

Farjon, A. y C.N. Page. 1999. *Conifers: Status Survey and Conservation Action Plan.* Gland (Switzerland): IUCN. 121 p.

Farjon, A. y B.T. Styles. 1997. *Pinus (Pinaceae).* Flora Neotropica Monograph 75. The New York Botanical Garden. New York. 239 p.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 3-108.

Ferrusquia-Villafranca, I. 2007. La Faja Volcánica Transmexicana: Un Ensayo sobre su Caracterización y Significación Biológica. En: Luna-Vega I., J.J. Morrone y D. Espinosa-Organista (Eds.). *Biodiversidad del Eje Volcánico Transmexicano: Un Estudio Multidisciplinario.* Facultad de Ciencias, UNAM, CONABIO. México. pp. 461-483.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1988. *Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo.* Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos-Conservación Internacional. México. 302 pp.

Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 315-354.

Flores-Villela O. y L. Canseco-Marquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonomicos para la Herpetofauna de Mexico. *Acta Zooologica Mexicana (nueva serie).* 20 (2): 115-144.

- Forero, E. y A.H. Gentry. 1989. *Lista Anotada de las Plantas del Departamento del Chocó, Colombia*. Biblioteca J.J. Triana, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Bogotá, Colombia. pp. 1-142.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Offset Larios. México. 217 p.
- García-Rendón, M. 1993. Vegetación. En: Luna-Vega I. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi. Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO-UNAM. México. pp. 39-58.
- García-Trejo, E.A. y A. Navarro. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 20: 167-185.
- Gómez-Tuena, A., T. Orozco-Esquivel, y L. Ferrari. 2005. Petrogénesis Ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Volumen Conmemorativo del Centenario. Temas Selectos de la Geología Mexicana. Tomo LVII, número 3: 227-285.
- Gordon, C.E. y J.F. Ornelas. 2000. Comparing endemism and habitat restriction in the Mesoamerican tropical deciduous forest avifauna: implications for biodiversity conservation planning. *Bird Conservation International*. 10: 289-304.
- Graham, A. 1973. History of the arborescent temperate element in the northern Latin American biota. En: Graham, A. (Ed.). *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier. Amsterdam. pp. 301-314.
- Grehan, J.R. 1993. Conservation biogeography and the biodiversity crisis: A global problem in space/time. *Biodiversity Letters*. 1: 134-140.
- Grehan, J.R. 2001. Panbiogeografía y la geografía de la vida. En: Llorente- Bousquets, J. y J.J. Morrone (Eds.). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teoría, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México. pp. 181–195.
- Gutiérrez-Velázquez, A.L, R. Acosta Gutierrez y L. Ortiz Lozano. 2006. Patrones de distribución del orden Siphonaptera. En: Morrone, J.J. y J. Llorente- Bousquets (Eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 591-627.
- Halffter, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomológica Mexicana*. 6: 1-108.
- Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana: Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana*. 35: 1–64.

- Halffter, G. 1978. Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: El mesoamericano de montaña. *Folia Entomológica Mexicana*. 39–40: pp. 219–222.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology*. 32: 95–114.
- Halffter, G. 1992. Diversidad biológica y cambio global. *Ciencia y Desarrollo*. 18: 33-38.
- Halffter, G. 2003. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central. En: Morrone, J.J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 87–97.
- Halffter, G., J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone. 2008. La perspectiva biogeográfica histórica. En: *Capital Natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. pp. 67-86.
- Hernández, M.E. y A.G. Carrasco. 2004. Climatología de la Sierra Madre Oriental. En: Luna-Vega, I., J.J. Morrone, y D. Espinosa-Organista, (Eds.). *La Sierra Madre Oriental*. Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias de la UNAM. México. pp. 63-110.
- Hernández-Baños, B.E., A.T. Peterson, A. Navarro, y B.P. Escalante-Pliego. 1995. Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International*. pp. 251–277.
- Hopton, M.E. y A.L. Mayer. 2006. Using Self-Organizing Maps to explore patterns in species richness and protection. *Biodiversity and Conservation*. 15: 4477-4494.
- Huidobro, L., J.J. Morrone, J.L. Villalobos y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans and plants) from the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography*. 33: 731–741.
- Hulseay, C.D., F.J. García de León, Y. Sánchez Johnson, D.A. Hendrickson y T.J. Near. 2004. Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major biogeographic boundary. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 31: 754-764.
- INEGI. 1984. *Carta edafológica, escala 1:250,000*. Hojas diversas. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 1988. *Carta de México Topográfica. Escala 1:250,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI. 1995. *Síntesis geográfica del estado de Baja California*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 50 p.

- Lamoreux, J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight y H.H. Shugart. 2006. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*. 440: 212-214.
- León-Paniagua, L., E. García-Trejo, J. Arroyo-Cabrales y S. Castañeda-Rico. 2004. Patrones biogeográficos de la mastofauna. En: Luna-Vega, I., J.J. Morrone, y D. Espinosa-Organista. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 469–486.
- Leroux, S.J. y F.K.A. Schmiegelow. 2007. Biodiversity concordance and the importance of endemism. *Conservation Biology*. 21: 266-268.
- Liebherr, J.K. 1994. Biogeographic patterns of montane Mexican and Central American Carabidae (Coleoptera). *The Canadian Entomologist*. 126: 841-860.
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. pp. 283-322.
- Lorence, D.H. y A. García-Mendoza. 1989. Oaxaca, Mexico. En Campbell, D.G. y H.D. Hammond (Eds.). *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York Botanical Garden. Nueva York. pp. 253-269.
- Lugo-Hubp, J. 1992. Morfometría de la República Mexicana. *Estudios Geográficos*. 53 (206): 77-92.
- Luis-Martínez, M.A., M. Trujano, J. Llorente-Bousquets y I. Vargas-Fernández. 2006. Patrones de distribución de las subfamilias Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). En: Morrone, J.J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 771-865.
- Luna-Vega, I. y R. Contreras-Medina. 2000. Distribution of the genera of Theaceae (Angiospermae: Theales): A panbiogeographic analysis. *Biogeographica*. 76: 79–88.
- Luna-Vega, I., O. Alcántara, D. Espinosa-Organista y J.J. Morrone. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forest of Hidalgo, México. *Diversity and Distribution*. 6: 137-143.
- Luna-Vega, I. 2008. Aplicaciones de la biogeografía histórica a la distribución de las plantas mexicanas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 217-242.
- Márquez, J. y J.J. Morrone. 2003. Análisis Panbiogeográfico de las especies de Homalolinus y Heterolinus (Coleoptera: Staphylinidae: Xantholinini). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 90: 15–25.
- Marshall, L. G., S.D. Webb, J.J. Sepkoski, jr. y D.M. Raup. 1982. Mammalian evolution and the great American interchange. *Science*. 215: 1351-1357.

- Marshall, C.J. y J.K. Liebherr. 2000. Cladistic biogeography of the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography*. 27: 203–216.
- Martin, P.S. y B.E. Harrell. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and eastern United States. *Ecology*. 38: 468-480.
- Martínez, A.L. y J. Llorente-Bousquets. 1993. Mariposas. En: Luna-Vega I. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi. Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO-UNAM. México. pp. 307-386.
- Mateos, M., O.I. Sanjur y R.C. Vrijenhoek. 2002. Historical biogeography of the livebearing fish genus *Poeciliopsis* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes). *Evolution*. 56: 972-984.
- McVaugh, R. y J. Rzedowski. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé y Mociño. *Kew Bulletin*. 18: 317–382.
- Meynard, C., H. Samaniego y P.A. Marquet. 2004. Biogeografía de aves rapaces de Chile. En: Muñoz, A., J. Rau y J. Yañez (Eds.). *Aves Rapaces de Chile*. Ediciones CEA. Valdivia, Chile. pp. 129-143.
- Miller, R.R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia*. 4: 773–802.
- Morrone, J.J. 2000. La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone y A. Melic (Eds.). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES. Vol. 1*. SEA-CYTED-Instituto Humboldt, Monografías Tercer Milenio. Zaragoza, España. pp. 69–78.
- Morrone, J.J. 2001a. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. MyT-Manuales y Tesis SEA, vol. 3. Zaragoza, España. 148 p.
- Morrone, J.J. 2001b. *Sistemática, biogeografía, evolución. Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio*. Las prensas de Ciencias, UNAM. México. 124 p.
- Morrone, J.J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia*. 48:(2) 149–162.
- Morrone, J.J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76 (2): 207-252.
- 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. y D. Espinosa-Organista. 1998. La relevancia de los Atlas Biogeográficos para la conservación de la biodiversidad mexicana. *Ciencia* 49: 12–16.
- Morrone, J.J., D. Espinosa-Organista, C. Aguilar y J. Llorente-Bousquets. 1999. Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: A parsimony analysis of endemism based on plant, insect, and bird taxa. *The Southwestern Naturalist*. 44: 507-514.
- Morrone, J.J. y J. Márquez. 2001. Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalised tracks, and geographical homology. *Journal of Biogeography*. 28: pp. 635–650.
- Morrone, J.J., D. Espinosa-Organista y J. Llorente-Bousquets. 2002. Mexican Biogeographic Provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 85: 83–108.
- Morrone, J.J. y J. Márquez. 2003. Aproximación a un Atlas Biogeográfico Mexicano: Componentes bióticos principales y provincias biogeográficas. En: Morrone, J.J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México. pp. 217-220.
- Morrone, J.J. y J. Márquez. 2008. Biodiversity of Mexican terrestrial arthropods (Arachnida and Hexapoda): a biogeographical puzzle. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 24: 15-41.
- Navarro, A. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, México. *Condor*. 94: 29-39.
- Navarro, A. y H. Benítez. 1993. Patrones de diversidad y endemismo de las aves. *Ciencias*. 8: 45-54.
- Navarro, A., H.A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O.R. Rojas-Soto y L.A. Sánchez-González. 2004. Patrones biogeográficos de la avifauna. En: Luna-Vega, I., J.J. Morrone, y D. Espinosa-Organista (Eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 439–467.
- Oñate-Ocaña, L., M. Trujano-Ortega, J. Llorente-Bousquets, A. Luis-Martínez y I. Vargas-Fernández. 2006. Patrones de distribución de la familia Papilionidae (Lepidoptera). En: Morrone, J.J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México. pp. 661-714.
- Orme, C.D.L., R.G. Davies, M. Burgess, F. Eigenbrod, N. Pickup, V.A. Olson, A. J. Webster, T.S. Ding, P. C. Rasmussen, R. S. Ridgely, A. J. Stattersfield, P. M. Bennett, T. M. Blackburn, K. J. Gaston, I. P. F. Owens. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature*. 436: 1016–1019.

- Ortega, F. 1983. Corología biológica y biogeografía histórica: En torno a las causas de la distribución geográfica de los seres vivos. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. 3: 43-58.
- Ortega, J. y H.T. Arita. 1998. Neotropical-Nearctic limits in Middle America as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy*. 79: 772-781.
- Ortega, F., R.I. Sedlock y R. Speed. 2000. Evolución tectónica de México durante el fanerozoico. En: Llorente-Bousquets, J., E. González y N. Papavero (Eds.). *Biodiversidad taxonómica y biogeográfica de artrópodos de México: Hacia una síntesis de conocimiento*. Vol. II. Facultad de Ciencias, CONABIO. México. pp. 3-59.
- Ortega-Huerta, M.A. y A.T. Peterson. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern México. *Diversity and Distributions*. 10: 39-54.
- Papavero, N., D.M. Teixeira y J. Llorente-Bousquets. 1997. Historia da Biogeografia no período Pré-evolutivo. Pléiade/Fapesp. São Paulo. 258 p.
- Peterson, A.T. y A. Navarro. 2000. Western Mexico: a significant centre of avian endemism and challenge for conservation action. *Cotinga*. 14: 42-46.
- Prado, J. y E. Cerdeño. 1998. Los mamíferos pliocenos de la Fauna Local Quequén Grande (Provincia de Buenos Argentina). *Estudios Geológicos*. 54: 75-83.
- Quintana-Ascencio, P.F. y M. González-Espinosa. 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*. 21: 43-57.
- Reyes-Castillo, P. y C. Castillo. 1993. Coleópteros pasálidos. En: Luna-Vega, I. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi. Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO-UNAM, México. pp. 289-306
- Reyes-Castillo, P. C.V. Rojas-Gómez y H. Vázquez. 2006. Patrones de distribución de la Familia Passalidae (Coleoptera). En: Morrone, J.J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes Bióticos Principales de la Entomología Mexicana*. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México. pp. 237-270.
- Rico-Arce, M.L. 2001. El género *Acacia* (leguminosae, mimosoideae) en el Estado de Oaxaca, México (parte B). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 58(2): 276-302.
- Rico-Gray V. 1993. Origen y rutas de dispersion de los mangles: Una revisión con énfasis en las especies de América. *Acta Botánica Mexicana*. 25: 1-131.

- Rojas-Parra, C. 2005. *Automatización del método de la panbiogeografía: Identificación de centros de diversidad. Tesis, maestría*. Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza, UNAM. México. 68 p.
- Rosen, D.E. 1978. Vicariant patterns and historical explanation in biogeography. *Systematic Zoology*. 27: 159–188.
- Rosenzweig, M.L. 1992. Species Diversity Gradients: We Know More and Less Than We Thought. *Journal of Mammalogy*. 73(4): 715–730.
- Ruíz-Jiménez, A., O. Alcántara. y I. Luna-Vega. 2004. Límites. En: Luna-Vega, I., J.J. Morrone, y D. Espinosa-Organista, (Eds.). *La Sierra Madre Oriental*. Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp. 7-24.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de Mexico*. Editorial Limusa. Mexico. 432 p.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3–21.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México. *Acta Botánica Mexicana*. 35: 25-44.
- Salazar-Chavez, G. 1993. Orquídeas. En: Luna-Vega, I. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi. Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO-UNAM. México. pp. 251-288.
- Sánchez C., y M.L. Romero. 1995. *Murciélagos de Tabasco y Campeche: Una propuesta para su conservación*. Cuadernos del Instituto de Biología 24. UNAM. México. 215 p.
- Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersal or vicariance?. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 69: 464-547.
- Semarnat. 2007. *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. Semarnat. México.
- Sharp, A.J. 1953. Notes on the flora of Mexico: world distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. *Journal of Ecology*. 41: pp. 374-380.
- Sharp, A.J. 1966. Some aspects of Mexican phytogeography. *Ciencia*. 24: 229-232.
- Smith, H.M. 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 2: 103-110.

- Takhtajan, A. 1987. Flowering plant origin and dispersal: the cradle of the angiosperms revisited. En: Whitmore, T.C. (Ed.). *Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago*. Clarendon Press. Oxford. pp. 26-31.
- Toledo, V.M. 1976. *Los cambios climáticos del pleistoceno y sus efectos sobre la vegetación tropical cálida y húmeda de México*. Tesis: *Maestría en Ciencias (biología)*. Fac de Ciencias. UNAM. 73 p.
- Toledo, V.M. 1988. *La diversidad biológica de México*. *Ciencia y Desarrollo*. 81: 18–30.
- Torres-Miranda, A. y I. Luna-Vega. 2006. Análisis de trazos para establecer áreas de conservación en la Faja Volcánica Transmexicana. *Interciencia*. 31(12): 1-7.
- Udvardy, M.D.F. 1975. A classification of the biogeographic provinces of the world. *IUCN Occasional Paper*. 18: 1–49.
- Webb, D.S. 1991. Ecogeography and the Great American Interchange. *Paleobiology*. 17: 266-280.
- Whitmore, F.C., Jr. y R.H. Stewart. 1965. Miocene mammals and Central American seaways. *Science*, 148: 180-185.
- Willig, M.R., D.M. Kaufman, y R.D. Stevens. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34: 273-309.
- Wilson, J.W. 1974. Analytical Zoogeography of North American mammals. *Evolution*. 28: 124-140.