



**Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**

---

---

Instituto de Ciencias Básicas en Ingeniería

Área Académica de Biología

Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación

**Patrones de distribución de las lagartijas y  
las serpientes en los desiertos mexicanos**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

**Leonardo Fernández Badillo**

DIRECTORA:

Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
 INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
 DIRECCIÓN

**M. EN A. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIR. ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**PRESENTE**

Por este conducto le comunico que, después de revisar el trabajo titulado "Patrones de distribución de las lagartijas y las serpientes en los desiertos mexicanos" que presenta el alumno de la Maestría en Biodiversidad y Conservación, **Biól. Leonardo Fernández Badillo**, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

- PRESIDENTE:** Dr. Aurelio Ramírez Bautista
- SECRETARIO:** Dr. Julián Bueno Villegas
- VOCAL:** Dr. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea
- PRIMER SUPLENTE:** Dra. Tania Escalante Espinosa

Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
 Mineral de la Reforma, Hgo., a 7 de Mayo del 2013.

**DR. ORLANDO ÁVILA POZOS**  
 DIRECTOR I.C.B.I.



OAP/ctlh



EMPRESA SOCIALMENTE RESPONSABLE

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,  
 Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,  
 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 exts. 2230 y 2231, Fax 2109  
 avilap@uaeh.edu.mx



## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Marina Badillo e Isidoro Fernández, por que nunca han dejado de alentarme y apoyarme para lograr mis sueños. A ´pas los amo y muchas gracias por todo, sin duda esto es fruto de lo que ustedes me han enseñado.

A mi hermano Alejandro Fernández Badillo, por estar siempre atento y al pie del cañón ante cualquier locura que se me ocurre. Gracias mano por todos tus consejos, por tu ejemplo y por el respaldo que siempre me has brindado

A mi hermana Caludia Fernández quién siempre esta al pendiente de mi, y a toda su familia, Jhon, Christopher y Samantha, a quiénes pese a la distancia llevo todo el tiempo aquí cerquita del pecho.

A Gabriela Inclán, por tu ejemplo, tu tenacidad y por todo en lo que siempre me has apoyado. Mi familia no estaría completa sin ti Gaby, gracias por todo.

A la futura M. en C. Nallely Morales Capellán, mi compañera, mi refugio y mi luciérnaga. Gracias chaparrita por que fuiste parte muy importante para que me decidiera a entrar a la maestría, y gracias por estar en este momento compartiendo tu vida y construyendo poco a poco nuestro camino. Gracias por todo tu apoyo, por soportar mis depresiones, por seguir a mi lado codo a codo, corazón a corazón, por el hogar que cosntruimos con besos y abrazos y por ser la magia que complementa todo para que mi vida sea maravillosa . Te amo muñequita.

A la Dra. Irene Goyenechea, por aceptarme nuevamente como su alumno y por el apoyo y su paciencia para llevar a término este proyecto y por creer que era posible terminar la tesis y el libro de las serpientes.

A Dr. Aurelio Ramírez Bautista por sus comentarios y correcciones al proyecto, pero sobre todo por su tiempo y su amistad, y por compartir siempre su basto conocimiento sobre los anfibios y reptiles.

Al Dr. Julián Bueno Villegas, por su apoyo y su juicio crítico al proyecto, por las charlas, los comentarios y su insistencia por buscar otras maneras de abordar los objetivos planteados.

A la Dra. Tania Escalante Espinosa, parte clave de este proyecto, quién desinteresadamente me brindo su amistad y su ayuda y me oriento para concluir este trabajo, el cual sin duda no se hubiera logrado sin su invaluable participación. Tania de verdad muchísimas gracias, después de tanta confusión al final salió la tesis.

A la Dra. Claudia Szumik y al Dr. Pablo Goloboff, quienes estuvieron siempre dispuestos a resolver mis dudas sobre el método del análisis de endemicidad.

Al Dr. Juan José Morrone, por su tiempo, sus comentarios y el apoyo para resolver mis dudas.

Al Dr. Juan Márquez Luna, quién en algún momento me ayudo a interperetar mis resultados y me explico varias cosas sobre la panbiogeografía.

Al M. en C. Raul Muñiz Martínez por prestarme la base de datos proporcionada, la cual fue de gran utilidad para el presente trabajo.

A la Dra. Patricia Galina quién a la brevedad me proporciono valiosa información de los registros de lagartijas y serpientes de Baja California.

Al M. en C. Uri García por su amistad y la ayuda brindada.

Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas por su amistad, las cenas, las comidas, las lecciones, los libros, los favores y las atenciones que me ha brindado, acciones y actitudes que me permiten admirarlo como investigador y apreciarlo como amigo.

Al Dr. Fernando Rosas, por que en poco tiempo hemos logrado entablar una amistad muy sincera, de esas que se llevan hasta el final.

Al futuro Dr. Jaime Calderón Patrón por su amistad, sus consejos y por considerarme siempre para el trabajo, compadre me has salvado el pellejo varias veces.

Al futuro Dr. Rodrigo García Morales, a quién considero un amigo muy cercano y como no, si, por cosas del destino vine a reencontrarlo en Pachuca, después de tremenda bacanal en Guatemala. Y como tú dijeras mi Rodri aquí seguimos de bulecos.

Al M. en C. Carlos Maciel Mata, por que el tiempo ha forjado una amistad inquebrantable, por estar siempre cerca y en el momento justo, por cuidar a los bichos cuando hace falta, en fin Carlitos por que seguimos conectados por la ciencia, la música y el tiempo.

A mis compañeros de generación y del posgrado, a quienes sin duda admiro por su trabajo y valoro por su amistad Jorge Valencia Hervert, Fernando Ruíz, Ricardo Luria Manzano, Pilar Carbo, Milena Gelvez, Felipe Barragán, Ilse Ortega, Saul Dominguéz, Dante Hernández.

Finalmente un agradecimiento especial a todos los amigos y alumnos de la UAEH que a lo largo de este proyecto me brindaron su amistad y con quienes he compartido una charla, una cerveza, una práctica de campo, una comida, pero sobre todo por compartir con ellos una parte muy importante de mi vida. A todos muchas gracias.

## ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES .....	4
3.1. Panbiogeografía y Análisis de endemidad.....	5
4. JUSTIFICACIÓN .....	8
5. OBJETIVOS .....	9
5.1. Objetivo general .....	9
5.2. Objetivos específicos.....	9
6. ÁREA DE ESTUDIO .....	10
6.1. La zona árida del Cabo .....	11
6. 2. El Desierto de Baja California.....	11
6. 3. El Desierto de Sonora.....	11
6.4. El Desierto Chihuahuense .....	11
6.5. La zona árida de Tamaulipas .....	12
6. 6. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán .....	12
7. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
7.1. Datos.....	14
7.2. Análisis panbiogeográfico .....	14
7.3. Comparación de los nodos con áreas de importancia biológica.....	17
7.4. Análisis de complementariedad y priorización de nodos .....	17
7.5. Análisis de endemidad.....	18
8. RESULTADOS.....	20
8.1. Distribución en los desiertos .....	20
8.2. Análisis panbiogeográfico .....	21
8. 3. Comparación de nodos con áreas de importancia biológica .....	66
8.4. Análisis de complementariedad y priorización de nodos .....	72
8.5. Análisis de endemidad.....	75

9. DISCUSIÓN .....	92
9.1. Análisis panbiogeográfico .....	92
9.2. Comparación de nodos con áreas de importancia biológica .....	98
9.3. Análisis de complementariedad y priorización de nodos .....	99
9.4. Análisis de endemidad.....	101
10. CONCLUSIONES .....	110
11. LITERATURA CITADA .....	111
12. ANEXOS .....	122
12.1. Anexo 1: Distribución de las especies en las áreas de estudio seleccionadas. ....	122
12.2. Anexo 2: Especies de amplia distribución. ....	126

## 1. RESUMEN

Estudiar los patrones de distribución de las especies permite conocer cómo están distribuidos los organismos y ayuda a entender los procesos que modelaron dicha distribución, permitiendo además identificar áreas de interés para la conservación debido su riqueza biológica e histórica. Con base en lo anterior en el presente trabajo se realizó un análisis panbiogeográfico de 196 especies de lagartijas y serpientes distribuidas en las seis áreas desérticas de México (zona árida del Cabo, Desierto de Baja California, Desierto de Sonora, Desierto Chihuahuense, zona árida de Tamaulipas y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán) para conocer sus patrones de distribución e identificar áreas prioritarias para la conservación. Los trazos generalizados se obtuvieron mediante un análisis de endemidad con el método de optimización, los nodos resultantes se compararon con tres propuestas de conservación biológica (ANPs, AICAs y RTPs) y se clasificaron en orden prioritario mediante un análisis de complementariedad. Se identificaron 27 trazos generalizados, agrupados en siete niveles de anidamiento y se encontraron 26 nodos, de los cuales 16 coinciden con algún área de importancia para la conservación biológica y tres son congruentes con todas las propuestas de conservación biológica antes mencionadas. El análisis de complementariedad permitió identificar cinco nodos prioritarios con los cuales se conserva cerca del 70% del total de las especies presentes en los nodos. Estos nodos en orden de importancia son: Baja California norte, Baja California sur, Puebla sur, Chihuahua sur y Coahuila sur. Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de endemidad mediante el método de optimización, para identificar las áreas de endemismo de las 196 especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. Este análisis permitió la identificación de 17 áreas de endemismo, de las cuales cuatro presentaron los valores más altos de índice de endemidad, éstas áreas son: la Península de Baja California con un índice de endemidad de 13.39, la parte central de México que incluye al Valle de Tehuacán-Cuicatlán con 7.74, la porción norte de la península de Baja California con 6.23 y la parte sur de la Península de Baja California con 5.25. Con base en los resultados obtenidos es posible apreciar la relevancia de utilizar los métodos biogeográficos en la detección y selección de áreas que puedan considerarse como prioritarias para la conservación.

## 2. INTRODUCCIÓN

La compleja topografía del territorio mexicano, la gran amplitud altitudinal que presenta, así como su ubicación geográfica, son los factores principales que determinan la variedad climática de México (Rzedowski, 1978). De acuerdo a García (1964), México presenta cuatro tipos fundamentales de climas, de los cuales, el clima seco o también llamado árido abarca la mayor parte del territorio nacional (Rzedowski, 1978), y es precisamente en este tipo de climas donde se encuentran las regiones desérticas, las cuales dependiendo de su grado de aridez se clasifican en zonas hiperáridas, zonas áridas y zonas semiáridas (Hernández, 2006). Con base en lo anterior y siguiendo la propuesta de Hernández (2006), en el presente trabajo se utilizará el termino “desierto” para hablar de manera general de cualquiera de las clasificaciones que presentan las regiones desérticas. Además en ciertas ocasiones se utilizará de manera indistinta el término desierto o bien zona árida para mejorar la redacción del texto.

Los desiertos mexicanos abarcan cerca del 60 % del territorio nacional (Rzedowski, 1978) y comúnmente se reconocen 5 principales áreas, el Desierto de Baja California, el Desierto de Sonora, el Desierto Chihuahuense, las zonas áridas de Tamaulipas y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Rzedowski, 1978; Hernández, 2006; Riddle y Hafner, 2006), sin embargo, algunos autores han considerado a la porción del Cabo como una provincia biogeográfica independiente (Casas-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990; Ferrusquía-Villafranca, 1990; Arriaga *et al.*, 1997), con lo cual se obtendrían 6 regiones desérticas para México. Estas áreas presentan afinidades biogeográficas distintas, de tal manera que los desiertos del norte del país (Baja California, incluida la región del Cabo, Sonorense, Chihuahuense y gran parte de las zonas áridas de Tamaulipas) forman parte de la región Neártica, mientras el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se encuentra inmerso en la Zona de Transición Mexicana (Morrone, 2005b), lo cual propicia que la flora y fauna que en ellos habita tenga orígenes distintos.

Por otro lado la diversidad biológica en los desiertos mexicanos es muy alta, al igual que el número de endemismos. Por ejemplo, para el caso de las plantas, se calculan alrededor de 6000 especies, de las cuales entre el 50 y el 75%, son endémicas a estas áreas (Rzedowski, 1991). Para el caso de los vertebrados, uno de los grupos que se encuentra bien representado en los desiertos mexicanos es el de los reptiles (Flores y Goyenechea, 2003), y son particularmente las lagartijas y las serpientes los más diversos y mejor distribuidos; pese a que ambos grupos tienen capacidades de dispersión distintas muestran coincidencias en sus distribuciones, estas coincidencias de acuerdo a lo que mencionan Espinosa-Organista *et al.* (2005), originan patrones de distribución que pueden ser analizados a partir de

distintos enfoques biogeográficos, como son la filogeografía, la biogeografía cladística o la panbiogeografía entre otros.

Para el caso particular de la panbiogeografía, la distribución geográfica de los organismos se analiza a partir de la comparación de trazos, asumiendo que la tierra y la biota evolucionan juntas (Morrone, 2000), siendo los eventos vicariantes los principales responsables en ese proceso (Chaos-Cador, 2007). La panbiogeografía se sustenta en tres conceptos básicos, los trazos individuales, los trazos generalizados y los nodos. Los trazos individuales representan las coordenadas espaciales del taxón, en tanto que los trazos generalizados indican biotas ancestrales ampliamente distribuidas en el pasado y que fueron fragmentadas por eventos físicos; la intersección de dos o más trazos generalizados forma nodos, que son áreas complejas, donde fragmentos geobióticos ancestrales diferentes se relacionan en espacio y tiempo (Morrone, 2005a) y por lo tanto, pueden ser considerados como zonas prioritarias para la conservación (Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004).

Otro enfoque biogeográfico que analiza los patrones de distribución es el análisis de endemidad basado en el método de optimización, el cual fué propuesto por Szumik y Goloboff (2004), y cuyo objetivo principal es detectar áreas de endemismo. Estas áreas son análogas a los trazos generalizados de la panbiogeografía (García-Marmolejo *et al.*, 2008) y se encuentran conformadas a partir de la congruencia en los rangos de distribución de por lo menos dos especies (Szumik *et al.*, 2006), las cuales al formar parte de la misma área de endemismo comparten una historia común (Espinosa-Organista *et al.*, 2005). Las áreas de endemismo pueden también ser utilizadas para identificar áreas prioritarias para la conservación (Ippi y Flores, 2001).

Con base en lo anterior, el presente trabajo busca identificar los patrones de distribución de las lagartijas y las serpientes distribuidas en los desiertos mexicanos a partir del uso de la panbiogeografía e identificar las áreas de endemismo para estos grupos mediante un análisis de endemidad. Se espera que estos análisis permitan la identificación de áreas que puedan considerarse como zonas prioritarias para la conservación de las lagartijas y las serpientes en los desiertos mexicanos.

### 3. ANTECEDENTES

Los estudios biogeográficos realizados en los desiertos mexicanos se han enfocado principalmente en conocer su origen y evolución mediante métodos distintos y con base en diferentes grupos taxonómicos. Esto ha permitido conocer las relaciones históricas de las distintas zonas desérticas del país y generar hipótesis sobre los eventos vicariantes que las han separado.

En lo que respecta al desierto de Baja California, este debe su origen a varios eventos vicariantes, algunos de ellos incluyen la formación del Mar de Cortés en el Mioceno tardío o Plioceno temprano a causa de la actividad volcánica a lo largo del borde de las placas de Norteamérica y Pacífica; la inundación del Istmo de La Paz en la región de los Cabos y el resto de la Península en el Plioceno; la transgresión hacia el norte de las aguas marinas en la entrada del Mar de Cortés hacia los desiertos de zonas bajas del Lago Mojave y al noreste de San Gorgonio durante el Plioceno o Pleistoceno; y la creación del Pasaje Marino del Vizcaíno en la parte central de la Península de Baja California, en el Pleistoceno medio (Riddle y Hafner, 2006). Esta información permite vislumbrar que el desierto de Baja California posee una historia evolutiva distinta al desierto de Sonora y por lo tanto debe considerarse como una región desértica separada del desierto de Sonora (Riddle, 1995; Riddle *et al.*, 2000a; Riddle *et al.*, 2000b; Riddle y Hafner, 2006).

Por otro lado, se reconoce también la separación de los desiertos de Sonora y de Chihuahua, primeramente a causa del surgimiento de la Sierra Madre Occidental y la Meseta Mexicana y posteriormente por la desaparición de la zona de contacto entre los desiertos del oeste y del este a través de los llanos de Deming en el suroeste de Nuevo México (Riddle y Hafner, 2006). Los trabajos de Morafka (1977) y Riddle (1995), realizados con la herpetofauna y los roedores respectivamente, apoyan a partir de dichos grupos la separación de los desiertos del oeste (Sonora, Sinaloa y Mojave) y del este (Chihuahua) a lo largo de la Sierra Madre Occidental.

En cuanto a las relaciones que guardan los distintos desiertos de Norteamérica, Riddle y Honeycutt (1990), utilizaron la filogenia del género de roedores *Onychomys*, para identificar los patrones de áreas de endemismo y determinar las relaciones históricas de estas. Los autores encontraron cinco áreas de endemismo que integran las siguientes regiones: Área 1: Cuenca De Wyoming, Planicies Interiores y Meseta de Colorado; Área 2: Cuenca de Columbia y Gran Cuenca; Área 3: Planicie Costera del Golfo; Área 4: Chihuahua y Área 5: Desiertos del Oeste. Estas áreas se relacionan de la siguiente manera, los

desiertos del oeste se encuentran relacionados con el Desierto de Chihuahua, estos a su vez se relacionan con la Planicie Costera del Golfo; en conjunto estos tres desiertos muestran una relación con las áreas hermanas de los desiertos localizados en Estados Unidos de Norteamérica (área 1 y 2).

Flores-Villela y Martínez-Salazar (2009), a partir de un análisis biogeográfico cladístico de la herpetofauna mexicana, con 10 taxones diferentes, encontraron una relación entre los desiertos de Chihuahua y Sonora, los cuales a su vez se relacionan con la Sierra Madre Oriental y Occidental, lo cual contrasta con la relación de estos desiertos con la Planicie Costera del Golfo, observada por Riddle y Honeycutt (1990). Flores-Villela y Martínez-Salazar (2009) comentan que la falta de relación entre los desiertos Sonorense y Chihuahuense con las zonas áridas de Tamaulipas para el caso de los reptiles, puede deberse a que esta región tiene un origen más reciente respecto a los desiertos Sonorense y Chihuahuense, lo cual probablemente haya propiciado que se incorporara fauna de los trópicos húmedos. Los autores concluyen en que existe una enorme complejidad geológica e histórica en la biota presente en México y que los taxa ampliamente distribuidos, pueden oscurecer las relaciones entre las áreas.

En lo que respecta a la zona desértica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, algunos autores como Rzedowski, (1978) y Camarillo-Rangel, (1993) han señalado su diferenciación respecto al Desierto Chihuahuense. Challenger (1998) menciona que la falta de continuidad entre el desierto Chihuahuense y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se debe a que estos desiertos quedaron separados a principios del Plioceno a causa del levantamiento de la parte central y oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, lo cual fomentó su diferenciación.

### **3.1. Panbiogeografía y Análisis de endemidad**

El desarrollo de diversos estudios panbiogeográficos en el territorio mexicano ha permitido realizar propuestas sobre regionalización biogeográfica y sobre el entendimiento de los patrones de la biota del país, así como también la detección de áreas prioritarias para la conservación. En este sentido, destacan las investigaciones de Álvarez-Mondragón y Morrone (2004), Yáñez-Ordoñez *et al.*, (2008) y García-Marmolejo *et al.* (2008), realizados para todo el territorio mexicano, los cuales utilizaron como grupos de estudio a las aves, las especies de la tribu Meliponini (Himenoptera) y los mamíferos,

respectivamente. Estos trabajos identifican 15 nodos para el caso de las aves, 13 nodos para el caso de la tribu Meliponini y 16 nodos para los mamíferos neotropicales.

Otros trabajos panbiogeográficos realizados en México, han sido enfocados a provincias biogeográficas específicas como la Faja Volcánica Transmexicana (Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006; Martínez-Aquino *et al.*, 2007; Barrera-Moreno *et al.*, 2011) o la Sierra Madre Oriental (Mejía-Pérez, 2008; Medina-Romero, 2009), con la finalidad de encontrar zonas prioritarias para la conservación dentro de estas provincias o bien identificar si estas provincias son o no regiones naturales. Estos trabajos han empleado distintos taxones como peces, anfibios, gimnospermas, mamíferos e incluso reptiles, sin embargo, no existen antecedentes panbiogeográficos para los desiertos mexicanos en los que se utilice como modelo de estudio a las lagartijas y las serpientes, por lo que la presente investigación aporta información relevante a este respecto.

En lo que concierne a la identificación de áreas de endemismo en México, la mayoría de los estudios se han realizado mediante el método de Análisis de Parsimonia de Endemismos o PAE por sus siglas en inglés (Rosen, 1988, Rosen y Smith, 1988, Morrone, 2004). El referente más importante para la presente investigación es el trabajo realizado por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), quienes analizaron la diversidad herpetofaunística mexicana, e identificaron los centros de endemismo en cuadrantes de medio y de un grado y priorizaron estas áreas mediante un análisis de complementariedad. Ellos encuentran en total 63 áreas de endemismo para los cuadrantes de medio grado y 27 para los cuadrantes de un grado. Destacan siete áreas que aparecen en todos los resultados, que son, el área del Cabo, Baja California Sur; la Sierra de San Carlos, Tamaulipas; el centro de México (principalmente en la Faja Volcánica Transmexicana); el área de Acapulco, Guerrero; la zona norte de Oaxaca; la costa este de Oaxaca y el sur de Chiapas.

En cuanto al análisis de endemidad basado en el método de optimización, su aplicación para la búsqueda de áreas de endemismo en el territorio mexicano ha sido aún más escasa. Para el caso de los insectos, existe un trabajo en el cual se analizaron los patrones biogeográficos de coleópteros de las subfamilias Scarabeinae y Geotrupinae (Rivas-Soto, 2011), en tanto para los vertebrados se cuenta únicamente con los trabajos de Escalante *et al.* (2007a) y Escalante *et al.* (2009). Ambos estudios se enfocaron en los mamíferos mexicanos y los resultados fueron comparados a los obtenidos en estudios previos en los que se utilizó el PAE. Estos autores señalan que al utilizar el método de optimización es posible encontrar áreas de endemismo que mediante el PAE no habían sido identificadas, además de

que las áreas de endemismo resultantes estuvieron sustentadas por un mayor número de especies endémicas.

Lo anterior sugiere que el método de optimización presenta ventajas significativas sobre el método del PAE, esto se debe a que se basa explícitamente en el concepto de área de endemismo y aplica un criterio de optimización para evaluar el número de taxones endémicos que se encuentran dentro de un área y permite otorgarle valores de endemividad a cada uno de ellos (Szumik *et al.*, 2006). El método de optimización permite recuperar además áreas de endemismo que se extienden a través de diferentes regiones, así como áreas de endemismo vecinas que se encuentran superpuestas espacialmente (Casagrande y Taher, 2007; Casagrande *et al.*, 2009) y áreas de endemismo anidadas dentro de otras más grandes (Szumik *et al.*, 2006).

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Los estudios biogeográficos realizados en los desiertos mexicanos han tratado de explicar el origen y evolución de estas áreas y han sugerido que poseen una historia biogeográfica compleja (Riddle y Hafner, 2006), aunado a ello estas áreas albergan una gran diversidad de especies tanto vegetales como animales (Mittermeir *et al.*, 2003), por lo que la identificación de zonas prioritarias para su conservación resulta necesaria. En este sentido la biogeografía, al analizar e interpretar los patrones de distribución de los seres vivos, juega un papel muy importante en la conservación biológica (Morrone, 2004), sin embargo, en México el uso de métodos biogeográficos aplicados a la conservación aún es escaso y particularmente para el caso de lagartijas y serpientes de los desiertos mexicanos no existe ningún estudio para detectar zonas prioritarias para la conservación.

Por otro lado las áreas de endemismo identificadas para reptiles en México han sido detectadas mediante el método del PAE (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006), el cual presenta desventajas en comparación con el método de optimización (Escalante *et al.*, 2009).

Con base en lo anterior en el presente trabajo se analizaron los patrones de distribución de las lagartijas y las serpientes que habitan en los desiertos mexicanos desde una perspectiva panbiogeográfica con fines de conservación y se realizó un análisis de endemidad basado en el método de optimización para detectar áreas de endemismo para estos vertebrados en los desiertos mexicanos, y contrastarlas con aquellas previamente identificadas bajo otros métodos y con otros grupos taxonómicos.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Analizar los patrones de distribución de distintas especies de lagartijas y serpientes distribuidas en los desiertos mexicanos y proponer zonas prioritarias para su conservación.

### **5.2. Objetivos específicos**

- ☞ Identificar los patrones de distribución de las especies de lagartijas y serpientes en los desiertos mexicanos mediante un análisis panbiogeográfico e identificar nodos que puedan considerarse como zonas prioritarias para la conservación.
- ☞ Comparar los nodos obtenidos con los mapas de las Áreas Naturales Protegidas, las Áreas Prioritarias para la Conservación de las Aves y las Regiones Terrestres Prioritarias.
- ☞ Clasificar los nodos detectados en orden prioritario mediante un análisis de complementariedad, para seleccionar aquellos de mayor prioridad como zonas para la conservación.
- ☞ Detectar áreas de endemismo para las lagartijas y las serpientes que se distribuyen en los desiertos mexicanos mediante un análisis de endemidad basado en el método de optimización.

## 6. ÁREA DE ESTUDIO

Para delimitar el área de estudio, se tomó como base la propuesta de ecoregiones terrestres de Olson *et al.* (2001), correspondiente al territorio mexicano, la cual permite ser utilizada en formato shapefile. A partir de esta regionalización se seleccionó el bioma # 13 denominado “desiertos y matorrales xerófilos”, en el cual el clima en general es árido y semiárido. Este bioma comprende 10 ecoregiones distintas, las cuales se agruparon en 6 áreas de estudio: Zona árida del Cabo, Desierto de Baja California, Desierto de Sonora, Desierto Chihuahuense, Zonas áridas de Tamaulipas y el Valle de Tehuacán Cuicatlán (Cuadro 1; Fig. 1). Esto con la finalidad de unificar aquellas ecoregiones similares entre sí, y que estas a su vez fueran congruentes con las propuestas biogeográficas de regionalización de Arriaga *et al* (1997) y Morrone (2005b).

Cuadro. 1. Ecoregiones terrestres agrupadas en seis áreas de estudio.

<b>Ecoregion</b>	<b>Área de estudio</b>
Matorral xerófilo de San Lucas	Zona árida del Cabo
Desierto de Baja California	Desierto de Baja California
Matorral xerófilo del Golfo de California	Desierto de Baja California
Desierto de Sonora	Desierto de Sonora
Desierto de Chihuahua	Desierto Chihuahuense
Matorral central mexicano	Desierto Chihuahuense
Matorral de la meseta central	Desierto Chihuahuense
Matorral tamaulipeco	Zonas áridas de Tamaulipas
Mezquital tamaulipeco	Zonas áridas de Tamaulipas
Matorral del Valle de Tehuacán	Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Toda la información referente a las ecoregiones utilizadas en este estudio se encuentra disponible en la página de internet de la World Wildlife Found, aquí únicamente se presenta una breve descripción tomada de dicha página. Para una descripción más detallada consultar [www.worldwildlife.org](http://www.worldwildlife.org).

### **6.1. La zona árida del Cabo**

Esta zona está conformada por la ecoregion “matorral xerófilo de San Lucas” y se localiza en la parte sur de la península de Baja California, en el estado de Baja California Sur. El clima es árido seco y la precipitación anual es de aproximadamente 400 mm, la vegetación está constituida principalmente por matorrales xerófilos, aunque también se observan bosques tropicales deciduos y bosques de pino encino. La zona árida del Cabo se encuentra incluida dentro de la región Neotropical de México y coincide con la región biogeográfica “del Cabo” de Arriaga *et al.* (1997).

### **6. 2. El Desierto de Baja California**

Incluye las ecoregiones “desierto de Baja California” y “matorral xerófilo del Golfo de California”. Se localiza en casi toda la Península de Baja California, en los estados de Baja California y Baja California sur. El clima es árido, aunque la cercanía del océano provee cierto grado de humedad; La vegetación está conformada principalmente por diversas asociaciones de matorrales xerófilos. El Desierto de Baja California se encuentra dentro de la Región Neártica de México y corresponde con la provincia biogeográfica de Baja California de Arriaga *et al.* (1997).

### **6. 3. El Desierto de Sonora**

Incluye la ecoregion “desierto de Sonora” y se localiza en el suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México. En el territorio mexicano se localiza en el estado de Sonora y la parte noreste de Baja California. Aunque el clima es variable en esta zona, de manera general el clima es árido y recibe menos de 90 mm de precipitación anual, la vegetación en esta área está conformada principalmente por matorrales xerófilos. El Desierto de Sonora se encuentra dentro de la región Neártica de México y corresponde con la provincia florística Planicie Costera del Golfo de Rzedowski (1978) y la provincia biogeográfica de Sonora propuesta por Arriaga *et al.* (1997) y Morrone (2005b).

### **6.4. El Desierto Chihuahuense**

Está área incluye a las ecoregiones “desierto de Chihuahua”, “matorral central mexicano” y “matorral de la meseta central”. Se localiza desde el sur de los Estados Unidos hasta la parte central de México y se encuentra bordeado por la Sierra Madre Occidental al oeste, la Sierra Madre Oriental al este y la Faja

Volcánica Transmexicana al sur. Abarca los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, San Luís Potosí, Tlaxcala y Zacatecas. El clima en general es árido, y recibe entre 150 y 500 mm de lluvia anual dependiendo de la región que se trate, pues esta área se conforma tanto de planicies como de zonas montañosas con alturas por encima de los 2 400 m. La vegetación está integrada principalmente por matorrales xerófilos, pero es posible observar bosques templados y bosques tropicales. El Desierto Chihuahuense se encuentra dentro de la región Neártica de México y corresponde con la provincia florística Altiplanicie de Rzedowski (1978) y las provincias biogeográficas Altiplano Norte y Altiplano Sur de Arriaga *et al.* (1997) y Altiplano para Morrone (2005b).

### **6.5. La zona árida de Tamaulipas**

Incluye las ecoregiones “matorral tamaulipeco” y mezquital tamaulipeco”, se localiza en la parte noreste de México, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. El clima es árido y la precipitación anual es menor a los 1000 mm. La vegetación está integrada por asociaciones de matorrales xerófilos distintos a los del Desierto Chihuahuense, así como por bosques de encino en las áreas cercanas a la Sierra Madre Oriental. Esta zona se localiza en la región Neártica, aunque su extremo sur queda en los límites de la región Neotropical. La zona árida de Tamaulipas corresponde con la provincia florística Planicie Costera del Noreste de Rzedowski (1978) y con las provincias biogeográficas Tamaulipeca de Arriaga *et al.* (1997) y Tamaulipas de Morrone (2005b).

### **6. 6. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán**

Conformado por la ecoregion “matorral del Valle de Tehuacán”, se localiza entre los estados de Oaxaca y Puebla, está limitado en su parte norte por la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Oriental, y al sur por la Sierra Madre del sur. El clima es semiárido y la vegetación está integrada por matorrales xerófilos, bosques tropicales deciduos y bosques de coníferas en las partes más altas. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán se localiza dentro de la zona de transición mexicana (Morrone, 2005b) y corresponde con la “provincia florística Valle de Tehuacán-Cuicatlán” de Rzedowski (1978) y la provincia biogeográfica Oaxaca de Arriaga *et al.* (1997).

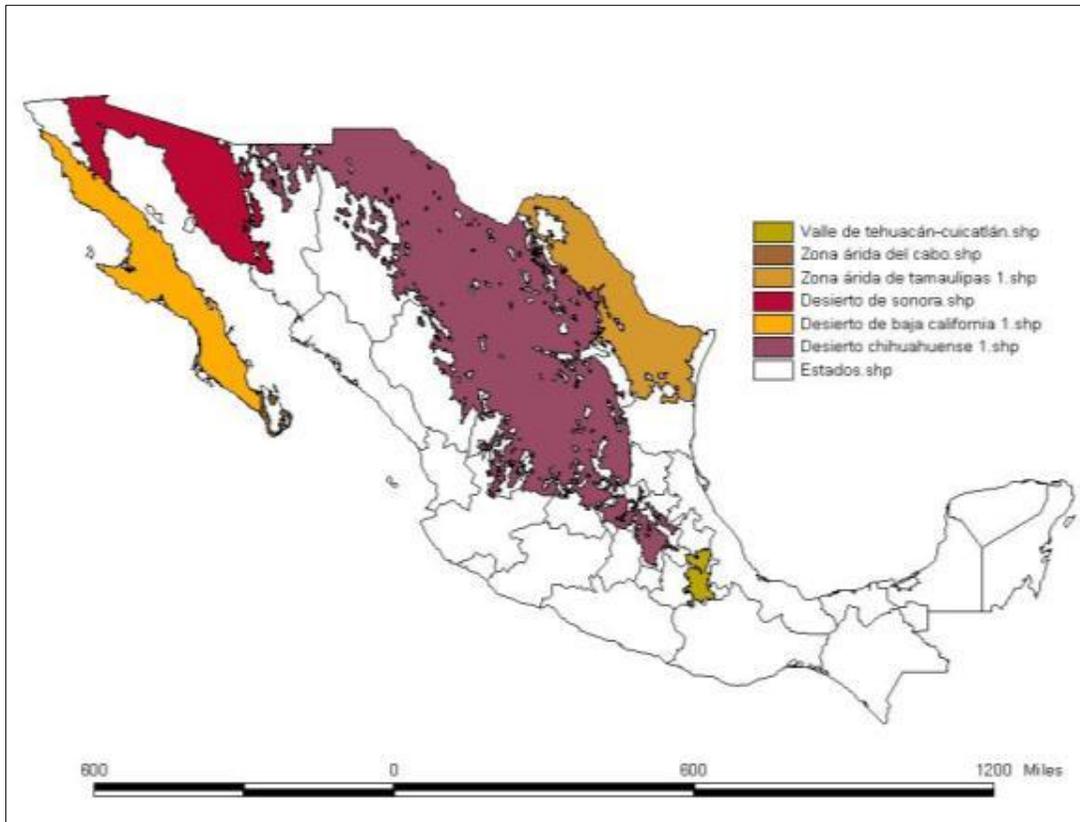


Figura 1. Mapa de las seis áreas de estudio consideradas para este trabajo, modificado de Olson *et al.* (2001).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1. Datos

En el presente estudio se utilizaron un total de 196 especies de lagartijas y serpientes presentes en los desiertos mexicanos (102 lagartijas y 94 serpientes), pertenecientes a 17 familias y 59 géneros. Estas especies en su mayoría se distribuyen sólo en ambientes áridos, aunque algunas habitan también en otros ambientes, como bosques templados o bosques tropicales. Para incluir a las especies en el estudio, se consideró un mínimo de tres registros de localidad de recolecta y se siguió la clasificación taxonómica de Wilson y Johnson (2010), excepto en las especies *Crotalus oreganus*, *Sceloporus undulatus* y *Xantusia vigilis* para las cuales se tomaron en cuenta los trabajos de Campbell y Lamar (2004), Liner y Casas-Andreu (2008) y Grismer (2002). Las especies seleccionadas, así como su distribución en cada una de las áreas de estudio se muestran en el anexo 1.

A partir de la distribución de las 196 especies seleccionadas para las distintas regiones áridas se obtuvo la información para conocer las especies compartidas y no compartidas entre estas áreas.

Los registros de las especies se obtuvieron de bases de datos en línea (GBIF, REMIB, HERPENT), colecciones científicas (CH-CIB-UAEH, CDIIR-DURANGO, CIBNOR-Baja California), bases de datos de los proyectos de la CONABIO y revisión bibliográfica. Para depurar los datos, se eliminaron registros dudosos, registros sin datos suficientes, registros que no coincidían con la distribución de los organismos y registros en los que no se contaba con la identidad de la especie. Además se revisó la clasificación taxonómica de las especies para evitar tratar las sinonimias como especies distintas.

Con los registros depurados de las especies se elaboró una base de datos con 20122 registros, en la cual se incluyeron las coordenadas geográficas de las localidades de recolecta de cada una de las especies, las cuales fueron visualizadas con ayuda del programa ArcView 3.2 (ESRI, 1998).

### 7.2. Análisis panbiogeográfico

El método panbiogeográfico propuesto inicialmente por Croizat (1958), permite analizar diferentes taxones con distintas capacidades de dispersión (Morrone, 2004), el análisis consiste primeramente en la construcción de trazos individuales, para lo cual se representan las localidades de recolecta de cada taxón en un mapa y se unen mediante una línea que conecta los puntos o localidades con base en la

distancia mínima entre ellos. La congruencia entre varios trazos individuales permite la construcción de trazos generalizados, los cuales forman nodos en el sitio donde dos o más trazos generalizados se intersectan (Morrone, 2000; Morrone, 2005b; Espinosa-Organista *et al.*, 2005; Morrone, 2008).

La construcción de los trazos individuales se llevó a cabo mediante la extensión Trazos 2004 (Rojas-Parra, 2007), la cual implementa la teoría de grafos escogiendo un punto a partir del cual mide las distancias entre este y todos los demás y los compara, trazando un árbol de tendido mínimo (Yáñez-Ordoñez *et al.*, 2008). Para la obtención de trazos generalizados se usó el programa NDM/VNDM (Goloboff, 2002), el cual fue desarrollado inicialmente para identificar áreas de endemismo a partir de los registros de las especies, sin embargo, dado que las áreas de endemismo son análogas a los trazos generalizados (García-Marmolejo *et al.*, 2008), aquí se propone el uso de este programa como una guía para la construcción de los trazos generalizados.

Una descripción más detallada de cómo funciona el programa y del índice que aplica para buscar las áreas de endemismo se presenta en la sección “7.5 Análisis de endemidad” (Pag. 18). A continuación únicamente se presentan las modificaciones realizadas en el programa para la obtención de los trazos generalizados.

Para poder obtener los trazos generalizados a partir del uso del programa NDM/VNDM (Goloboff, 2002), es necesario primeramente construir una matriz de datos con los registros de las especies con las cuales se construyeron los trazos individuales (que en este caso fue la misma matriz utilizada para la detección de las áreas de endemismo). Una vez ingresada la matriz al programa, se seleccionó en la opción de llenado, un valor de cero para el caso de los registros inferidos y un valor de 10 para los registros asumidos. Para el análisis se le indicó al programa que buscara áreas de endemismo con valores de 1.5 además se seleccionó un valor de 40% para la opción de “mantener áreas superpuestas si x % de especies son únicas”.

A las áreas de endemismo resultantes se les aplicó la opción de “área consenso” con un porcentaje de similitud mínima del 50%. Las áreas consenso obtenidas fueron consideradas como trazos generalizados potenciales, sin embargo, para poder establecer cuáles de ellos en realidad formaban un trazo generalizado, se utilizó el programa ArcView (ESRI, 1998), para visualizar los trazos individuales de las

especies que los integran y de esta manera determinar que especies realmente presentan un patrón congruente de distribución que pudiera considerarse como un trazo generalizado.

Una vez identificadas las especies que integraban un trazo generalizado, se procedió a dibujar el trazo generalizado mediante la herramienta Trazos 2004 (Rojas-Parra, 2007).

Con base en el endemismo sucesivamente anidado, en el que áreas grandes anidan a áreas más pequeñas (Escalante, 2009), en el presente estudio se propone agrupar los trazos generalizados de manera jerárquica, de acuerdo a diferentes niveles de anidamiento. El primer nivel está conformado por los trazos generalizados con patrones de distribución más amplia y por aquellos trazos que no se encuentran anidados dentro de ningún otro patrón. El segundo nivel lo integran los trazos anidados dentro de los trazos del primer nivel y así sucesivamente hasta el nivel de anidamiento menor, en el cual los trazos que lo integran ya no anidan a ningún otro trazo.

Del mismo modo que existe anidamiento en los trazos generalizados, es posible también encontrar anidamiento en los nodos, por lo tanto en el presente trabajo se propone la identificación de los nodos a partir de la intersección formada por los trazos generalizados de cada nivel de anidamiento, sin comparar entre sí trazos generalizados de distintos niveles, de tal manera que se identificaron nodos para cada uno de los niveles de anidamiento.

Para el caso de aquellos nodos que se encontraban muy cerca uno de otro y que pertenecían al mismo nivel de anidamiento, se decidió fusionarlos en un único nodo, que incluyera los trazos generalizados y por tanto todas las especies involucradas en ellos.

Los nodos encontrados se caracterizaron con base en los trazos generalizados y las especies que los integran, y se compararon con diferentes coberturas en el programa ArcView 3.2 (ESRI, 1998) como son altitud, uso de suelo y vegetación, provincias biogeográficas (Arriaga *et al.* 1997) y provincias bióticas con énfasis en criterios morfotectónicos (Ferrusquía-Villafranca, 1990). Además los nodos se compararon de manera manual con la propuesta de provincias morfotectónicas de Ferrusquía-Villafranca (1998).

### **7.3. Comparación de los nodos con áreas de importancia biológica**

Con la finalidad de encontrar si existe o no congruencia entre los nodos obtenidos y las áreas de importancia biológica en México, los nodos se compararon con los mapas de las Áreas Naturales Protegidas “ANPs” (SEMARNAT, 2002), las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves “AICAs” (CIPAMEX-CONABIO, 1999) y las Regiones Terrestres Prioritarias “RTPs” (CONABIO, 2000), mediante el uso del programa ArcView 3.2 (ESRI, 1998). La visualización de los mapas, así como la superposición de los nodos sobre estos se realizó con ayuda del programa ArcView 3.2 (ESRI, 1998).

### **7.4. Análisis de complementariedad y priorización de nodos**

Este análisis se llevó a cabo para poder clasificar los nodos en orden prioritario, asignando mayor importancia a los que presentan la mayor riqueza de especies (Vane-Wright *et al.*, 1991; García-Marmolejo *et al.*, 2008; Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004; Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006). El principio de complementariedad de acuerdo a lo mencionado por Humphries *et al.* (1991) consiste en seleccionar dos áreas (en este caso nodos) que juntas alberguen el mayor número de especies posibles. Para ello el primer nodo albergará la mayor riqueza de especies y el segundo deberá adicionar la mayor cantidad de especies que no se encuentren en el primer nodo (García-Marmolejo *et al.*, 2008), de tal manera que exista una complementariedad total entre ellos.

Para establecer prioridades entre los nodos a partir de la biodiversidad máxima, se empleó el complemento residual, el cual se obtiene de la diferencia entre el número total de especies presentes en los nodos y las especies presentes en cada nodo (Faith, 1994). De tal manera que la mayor diversidad biológica de un nodo se representa con el menor valor de complemento residual.

Para establecer el número mínimo de nodos que representen el porcentaje total de las especies presentes en todos los nodos, se utilizó la porción complementaria acumulada, que se determina a partir de la suma del porcentaje de las especies adicionales de cada área elegida. Para ello se seleccionó el nodo con el complemento residual menor, luego el nodo que añadiera el mayor número de especies no presentes en el primer nodo y así sucesivamente hasta tener representado el 100% de las especies presentes en los nodos (Vane-Wright *et al.*, 1991). Para el caso en el que dos o más nodos presentaron las mismas especies, la selección de alguno de ellos como prioritario tomó en cuenta varios criterios como son: el

porcentaje acumulativo, la comparación con las áreas de importancia biológica, la ubicación geográfica y su correspondencia con provincias biogeográficas, bióticas y morfotectónicas.

### 7.5. Análisis de endemidad

La búsqueda de áreas de endemismo se realizó mediante el análisis de endemidad propuesto por Szumik y Goloboff (2004), el cual permite evaluar las áreas en términos de cuántas especies endémicas poseen y que tan ajustadas son las distribuciones de estas especies al área evaluada, eligiéndose finalmente aquellas áreas con valor máximo (Escalante *et al.*, 2007a). Para la realización del análisis se utilizó el programa NDM/VNDM (Goloboff, 2002) cuya última actualización se encuentra disponible de manera gratuita en la página [www.zmuk.dk/public/phylogeny](http://www.zmuk.dk/public/phylogeny). El programa utiliza un índice de endemidad ( $IE_e$ ) para poder calcular los valores de las áreas, la fórmula para calcular el índice de endemidad es la siguiente (Szumik *et al.*, 2007):

$$IE_e = \frac{p + (i \times Fi) + (a \times Fa)}{t + (o \times 1/Fo) + (d \times 1/Fd) + (n \times 1/Fn)}$$

Donde: P: número de celdas del área donde el taxón X está presente, i: número de celdas del área donde el taxón X está inferido (cuando satisface la regla de homogeneidad), a: número de celdas del área donde el taxón X está asumido (determinado por el usuario), t: número total de celdas del área, o: número de celdas adyacentes al área donde el taxón X está presente, d: número de celdas adyacentes al área donde el taxón está asumido, n: número de celdas no-adyacentes al área donde el taxón está asumido, Fi: factor para presencias inferidas dentro del área (0.50), Fa: factor para presencias asumidas dentro del área (0.75), Fo: factor para presencias observadas fuera del área (0.50), Fd: factor para presencias asumidas adyacentes al área (2.00), Fn: factor para presencias asumidas no-adyacentes al área (0.50).

Para el cálculo del  $IE_e$ , el programa permite establecer distintos valores para los registros potenciales, estos se dividen en dos tipos: a) registros inferidos (calculados por el programa), basado en un criterio de homogeneidad, según el cual se atribuye la presencia de un taxón en una celda si cuenta con un número mínimo de presencias en su vecindad, y b) registros asumidos los cuales son determinados por el usuario mediante un radio de llenado, que determina la superficie alrededor de un punto de presencia observada de la especie, a partir del cual asume la presencia de la especie (Casagrande *et al.*, 2009). Una descripción detallada del método del AE puede ser consultada en los trabajos de Szumik y Goloboff (2004), Szumik *et al.* (2006), Szumik *et al.* (2007) y Casagrande *et al.* (2009).

El análisis de endemidad se realizó con las mismas especies y registros utilizados para el análisis panbiogeográfico, teniendo un total de 196 especies de lagartijas y serpientes con 21027 registros. A cada especie se le asignó un número de identificación y se construyó una base de datos con el número y el nombre de la especie y las coordenadas geográficas de las localidades de recolecta. Este archivo fue transformado al formato xyd mediante el comando “rename” en MS-DOS, para que pudiera ser leído por el VNDM.

Para llevar a cabo el Análisis de endemidad se utilizó una cuadrícula de 1 grado x 1 grado. Una vez con los datos ingresados en el programa, se utilizaron los parámetros establecidos por el programa por default para calcular el IE. Para poder modificar los valores que el programa otorga a los registros potenciales (registros asumidos y registros inferidos), se utilizó la opción de llenado, en la que se seleccionó un valor de 20 para los registros inferidos y un valor de 40 para los registros asumidos. El valor mínimo para considerar un área de endemismo fue de 2, lo cual significa que por lo menos dos especies muestran una congruencia total en sus áreas de distribución, lo cual se ajusta perfectamente al concepto de área de endemismo, que de acuerdo a Szumik *et al.* (2006), es un área que se encuentra conformada a partir de la congruencia en los rangos de distribución de por lo menos dos especies.

Para la opción de “mantener áreas superpuestas si x % de especies son únicas” (el cual aparece en el programa como keep overlapping subsets if x % of species unique) se seleccionó un porcentaje de 40%, y se realizaron 100 repeticiones.

Para eliminar aquellas áreas que difieren levemente en la presencia de algunas celdas o especies endémicas, se utilizó la opción de “Áreas Consenso”, para así poder sintetizar la información de esas áreas en una sola. Para esta opción, se utilizó la opción consenso flexible mediante el cual un área individual será incluida en el área consenso mientras comparta un porcentaje de similitud mínima de especies endémicas con alguna de las áreas que componen el consenso (Szumik *et al.*, 2006). El porcentaje de similitud mínima utilizado para el agrupamiento de las áreas individuales en un área consenso fue de 40%.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Distribución en los desiertos

Las 196 especies seleccionadas se distribuyen de manera heterogénea en los distintos desiertos mexicanos, de tal manera que hay especies compartidas entre las distintas zonas desérticas seleccionadas y especies no compartidas. El Desierto de Baja California cuenta con 21 especies no compartidas y 38 compartidas, en tanto la zona árida del Cabo presenta 5 especies no compartidas y 32 compartidas; el desierto de Sonora posee 57 especies, de las cuales 19 no se distribuyen en las demás zonas desérticas y 38 se comparten con alguna otra, para el Desierto Chihuahuense se seleccionaron 103 especies, 29 no compartidas y 74 se comparten con otro desierto; la zona árida de Tamaulipas comparte el total de sus especies (55), y por último en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se encuentran 33 especies, 17 que no se distribuyen en los otros desiertos mexicanos y 16 compartidas. (Fig. 2).

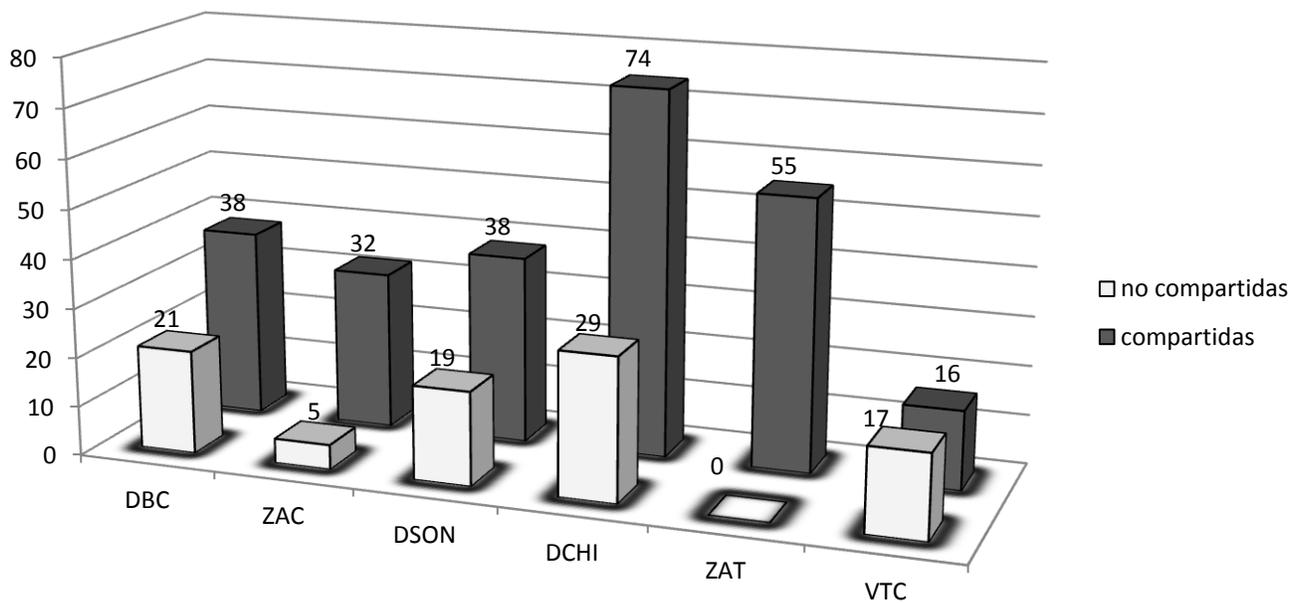


Figura 2. Especies compartidas y no compartidas entre las seis áreas de estudio. DBC=Desierto de Baja California; ZAC=Zona árida del Cabo; DSON=Desierto de Sonora; DCHI= Desierto Chihuahuense; ZAT=Zona árida de Tamaulipas; VTC=Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

## 8.2. Análisis panbiogeográfico

A partir de la base de datos antes mencionada, se dibujaron los trazos individuales de las 196 especies consideradas para este estudio (Figs. 3-19).

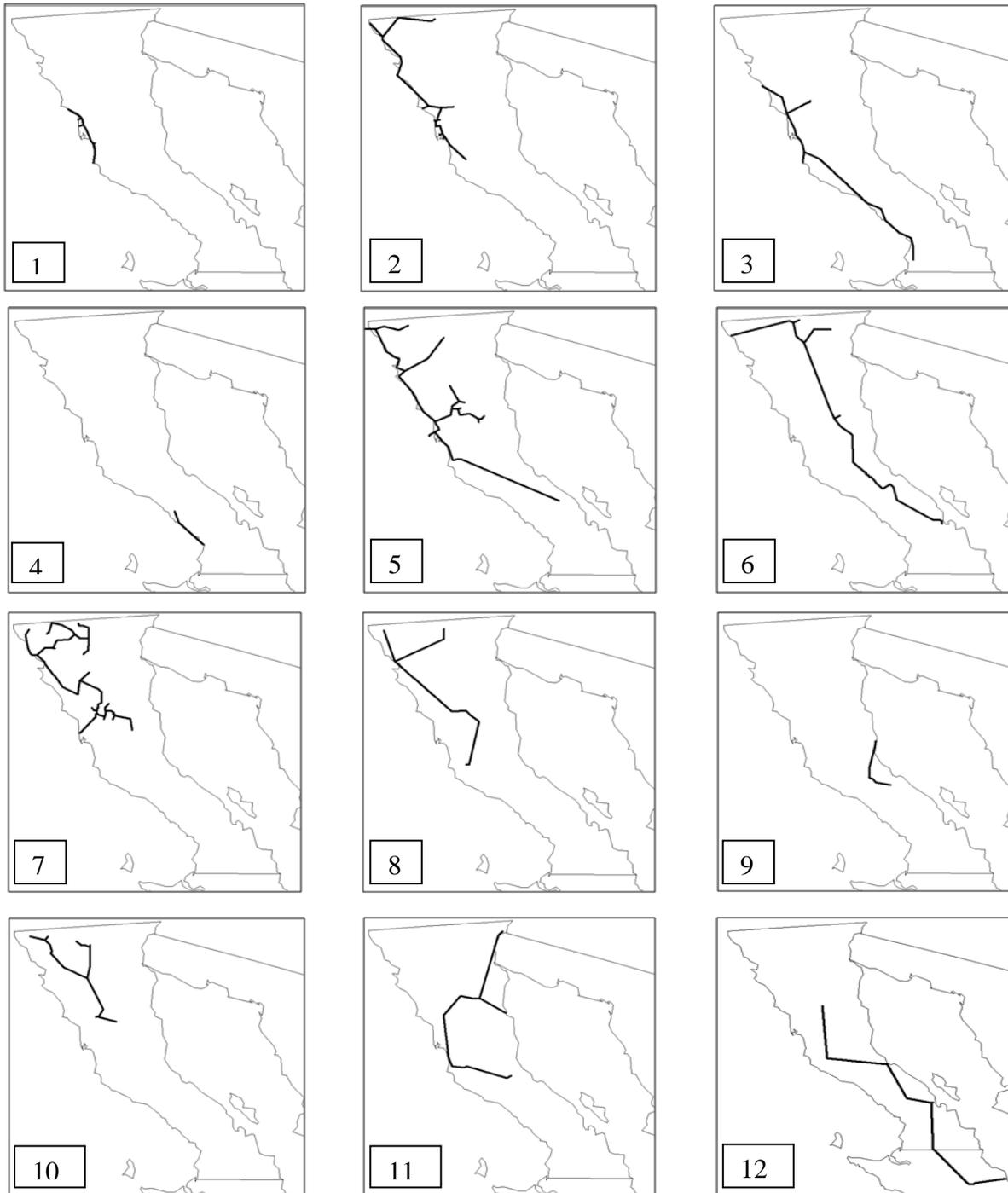


Figura 3. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 1) *Anniella geronimensis*; 2) *Anniella pulchra*; 3) *Aspidoscelis labialis*; 4) *Elgaria cedrosensis*; 5) *Elgaria multicastrinata*; 6) *Petrosaurus mearnsi*; 7) *Sceloporus occidentalis*; 8) *Sceloporus vandenburgianus*; 9) *Urosaurus lahtelai*; 10) *Xantusia henshawi*; 11) *Xantusia vigilis*; 12) *Coleonyx switaki*.

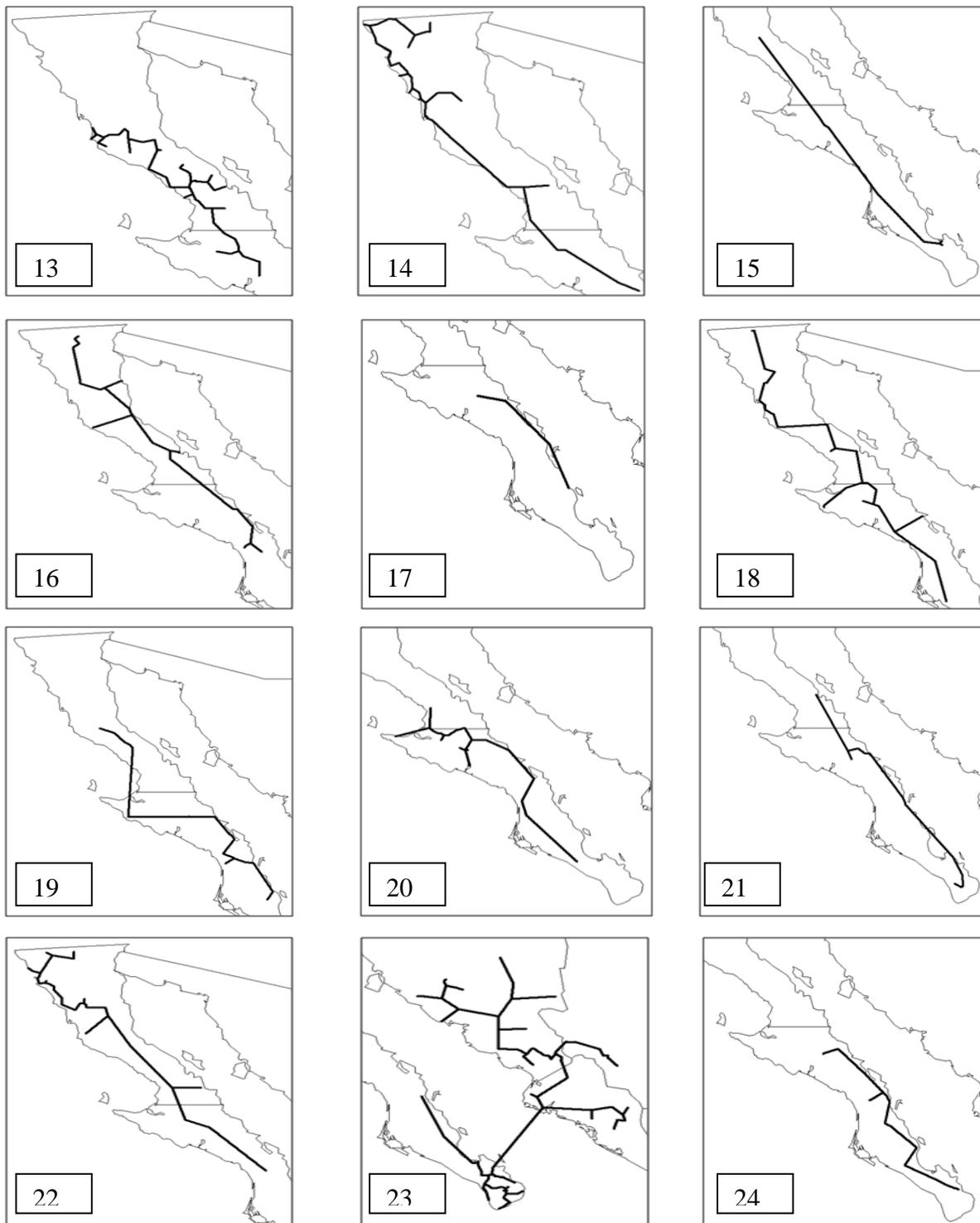


Figura 4. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 13) *Xantusia wigginsi*; 14) *Crotalus oreganus*; 15) *Bipes biporus*; 16) *Crotaphytus vestigium*; 17) *Elgaria velazquezi*; 18) *Gambelia copeii*; 19) *Petrosaurus repens*; 20) *Arizona pacata*; 21) *Hypsiglena slevini*; 22) *Masticophis lateralis*; 23) *Ctenosaura hemilopha*; 24) *Bogertophis rosaliae*.

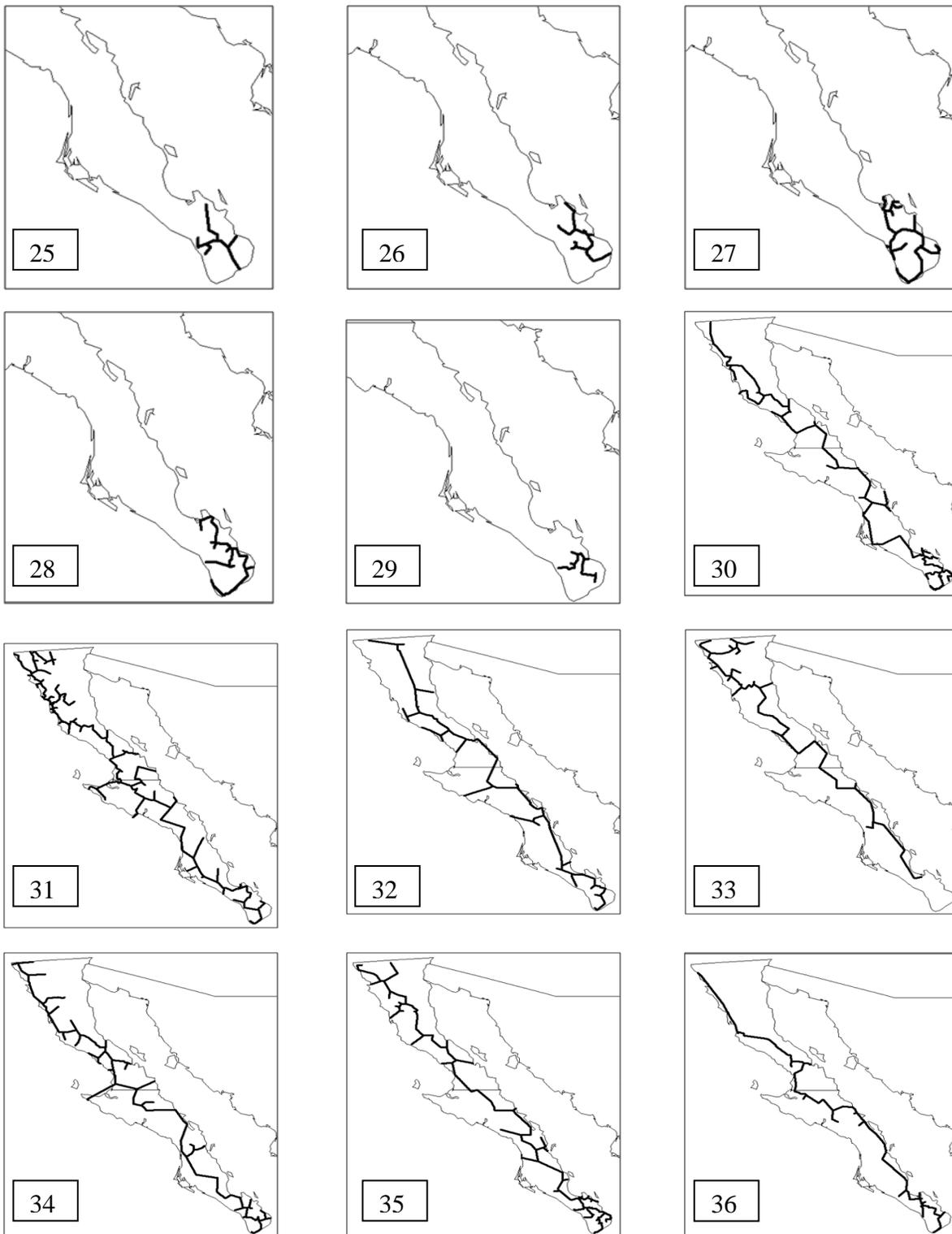


Figura 5. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 25) *Elgaria paucicarinata*; 26) *Petrosaurus thalassinus*; 27) *Phyllodactylus unctus*; 28) *Sceloporus hunsakeri*; 29) *Sceloporus licki*; 30) *Aspidoscelis hyperythra*; 31) *Phrynosoma coronatum*; 32) *Phyllodactylus xanti*; 33) *Sceloporus orcutti*; 34) *Sceloporus zosteromus*; 35) *Urosaurus nigricaudus*; 36) *Crotalus enyo*.

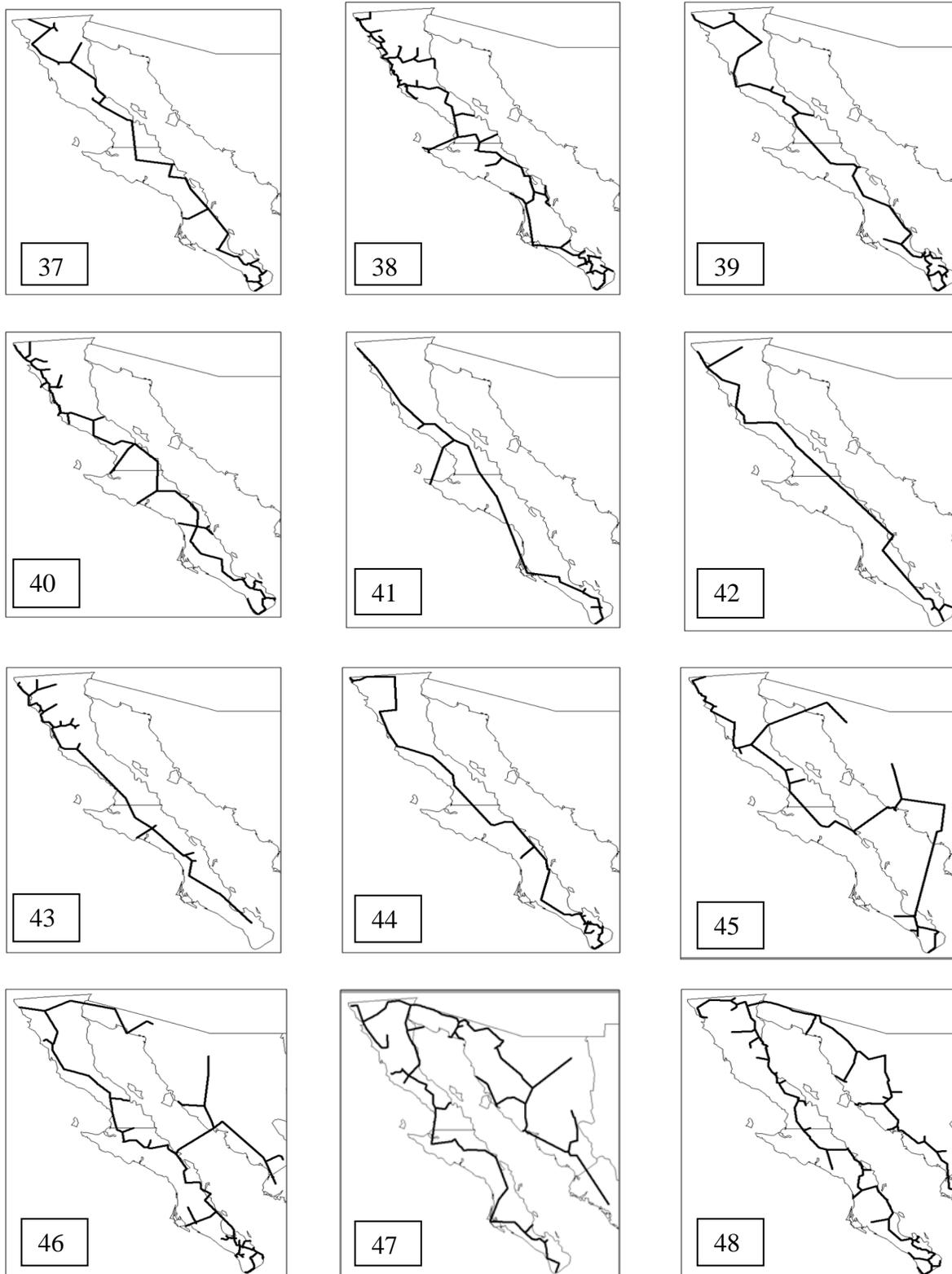


Figura 6. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 37) *Crotalus mitchellii*; 38) *Crotalus ruber*; 39) *Hypsiglena ochrorhyncha*; 40) *Masticophis fuliginosus*; 41) *Pituophis vertebralis*; 42) *Tantilla planiceps*; 43) *Thamnophis hammondi*; 44) *Trimorphodon lyrophanes*; 45) *Charina trivirgata*; 46) *Chillomeniscus stramineus*; 47) *Coleonyx variegatus*; 48) *Dipsosaurus dorsalis*.

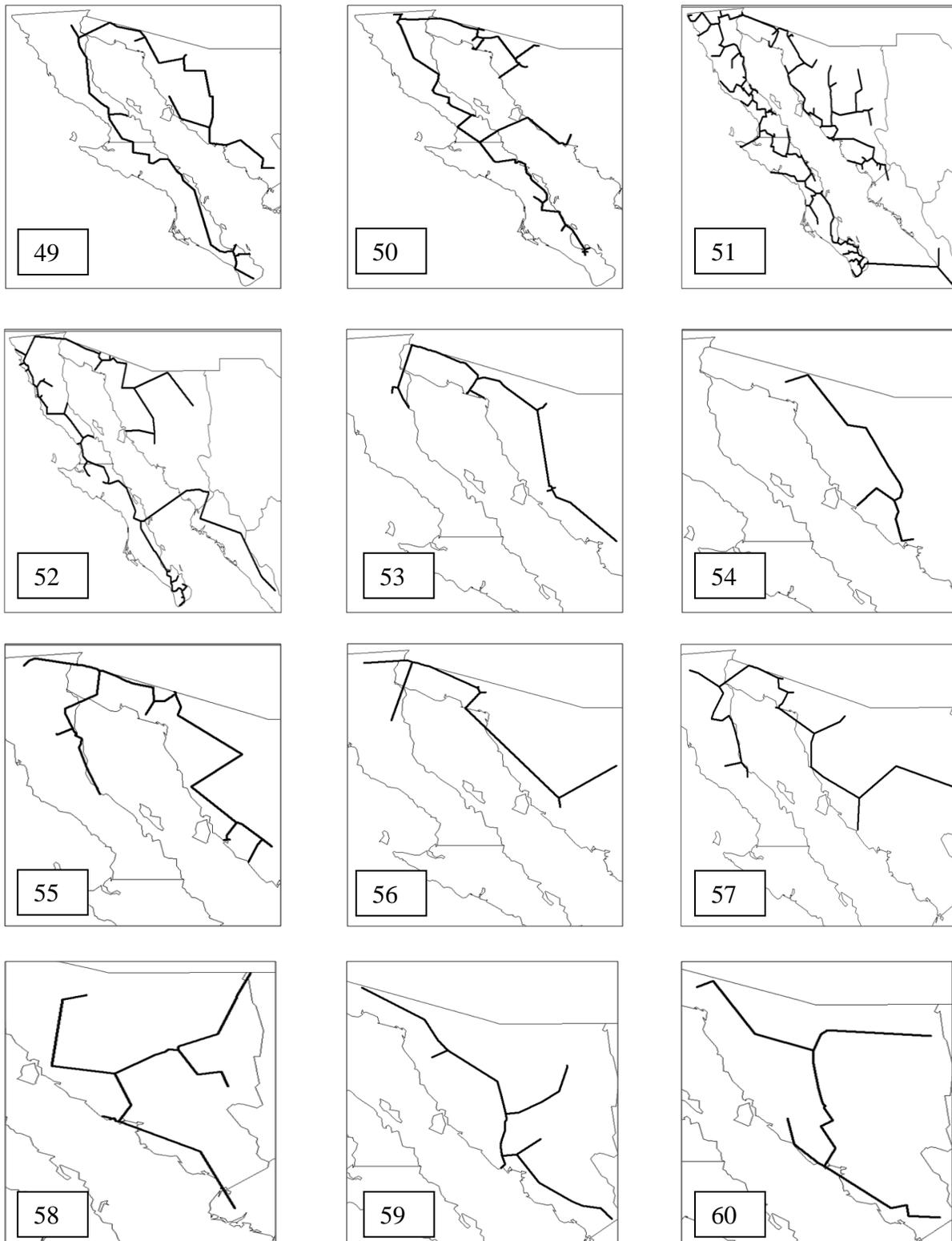


Figura 7. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 49) *Phyllorhynchus decurtatus*; 50) *Sauromalus ater*; 51) *Callisaurus draconoides*; 52) *Salvadora hexalepis*; 53) *Chionactis occipitalis*; 54) *Chionactis palarostris*; 55) *Crotalus cerastes*; 56) *Phrynosoma mcallii*; 57) *Phrynosoma platyrhinos*; 58) *Aspidoscelis burti*; 59) *Crotalus tigris*; 60) *Heloderma suspectum*.

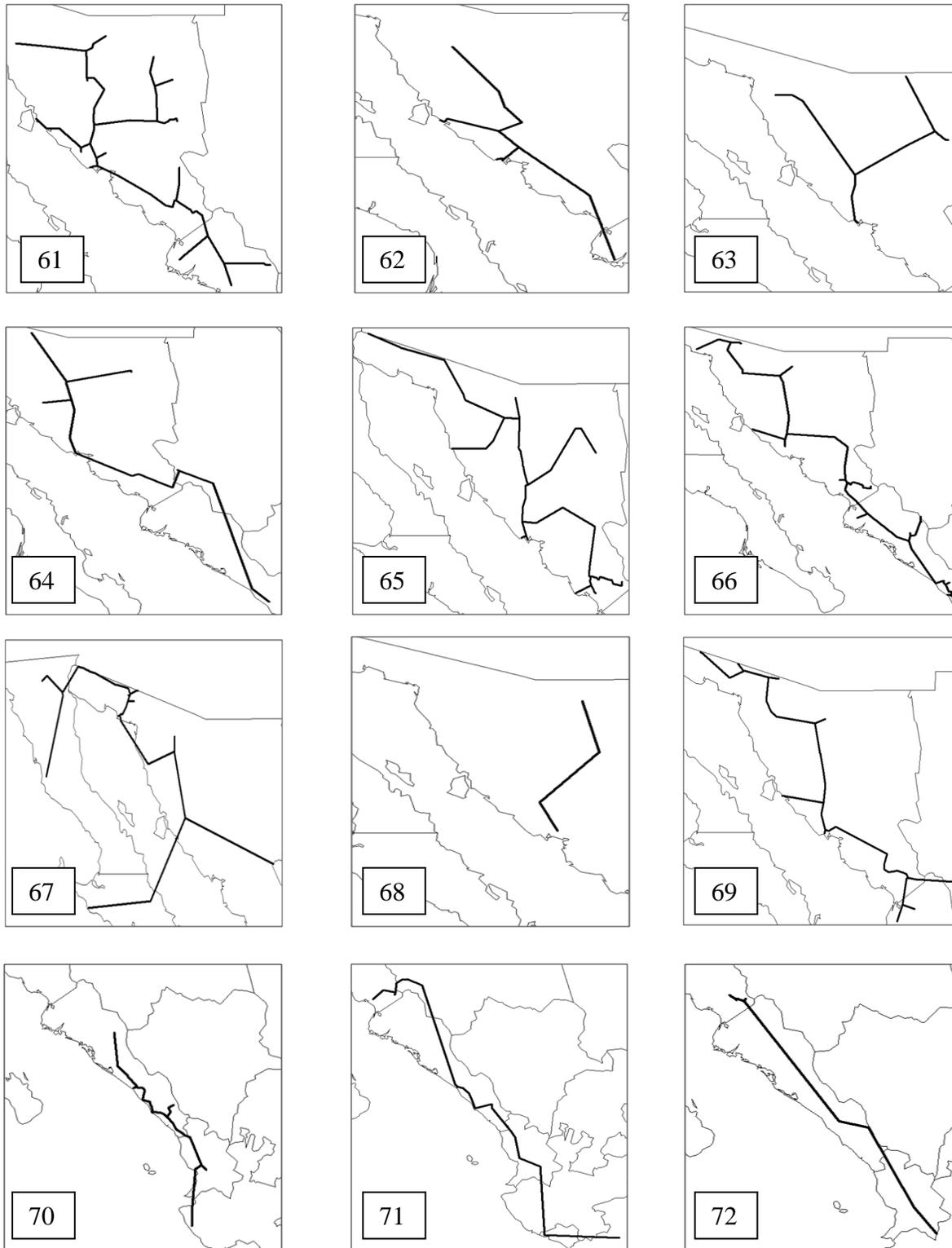


Figura 8. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 61) *Phrynosoma solare*; 62) *Phyllodactylus homolepidurus*; 63) *Crotaphytus nebrius*; 64) *Micruroides euryxanthus*; 65) *Trimorphodon lambda*; 66) *Phyllorhynchus browni*; 67) *Uma notata*; 68) *Phrynosoma ditmarsii*; 69) *Hypsiglena chlorophaea*; 70) *Trimorphodon paucimaculatus*; 71) *Micrurus distans*; 72) *Leptodeira splendida*.

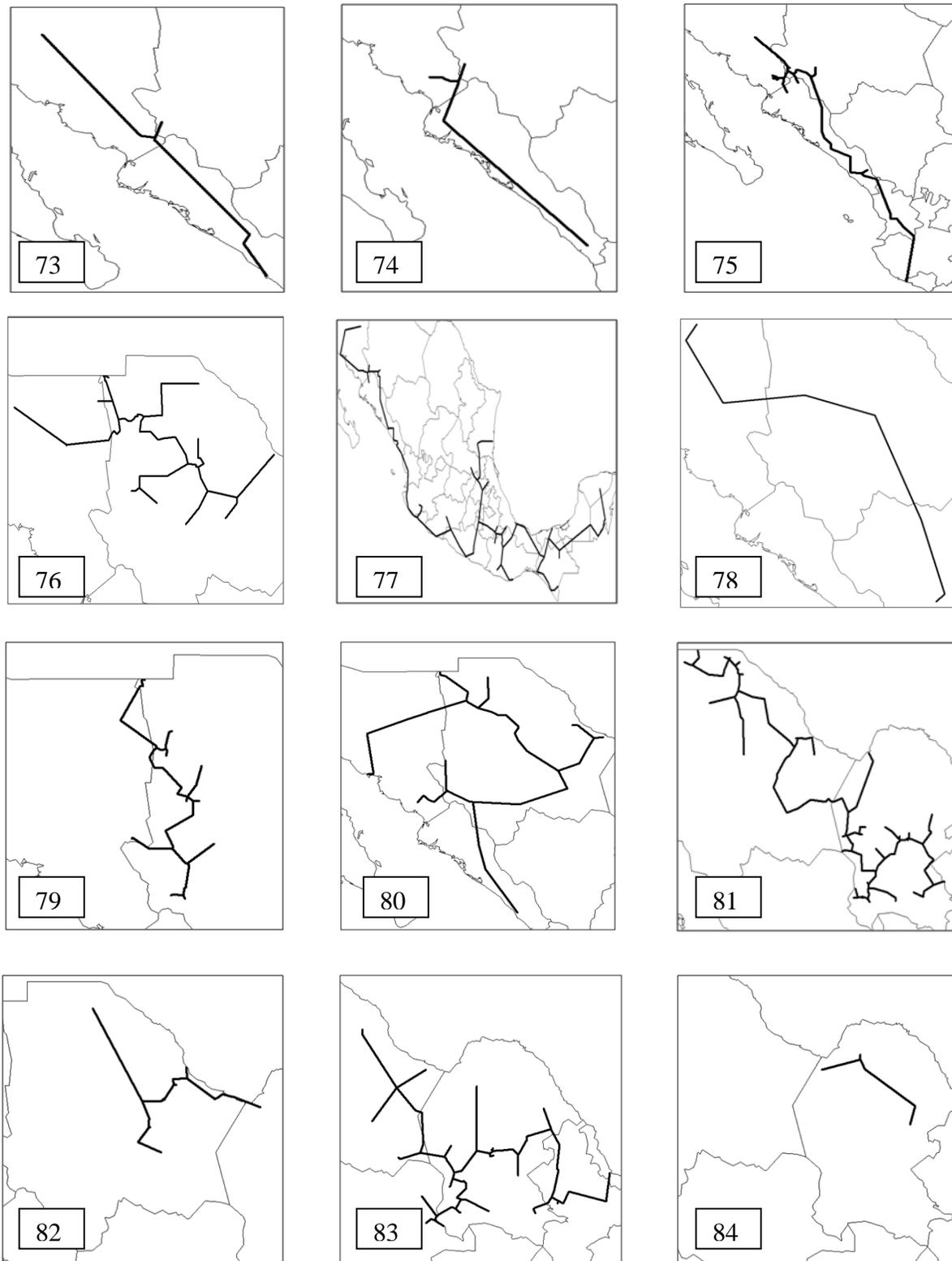


Figura 9. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 73) *Gyalopion quadrangulare*; 74) *Procinura aemula*; 75) *Sceloporus nelsoni*; 76) *Aspidoscelis exanguis*; 77) *Oxybelis aeneus*; 78) *Aspidoscelis uniparens*; 79) *Sceloporus virgatus*; 80) *Salvadora deserticola*; 81) *Aspidoscelis marmorata*; 82) *Aspidoscelis tessellata*; 83) *Coleonyx brevis*; 84) *Holbrookia lacerata*.

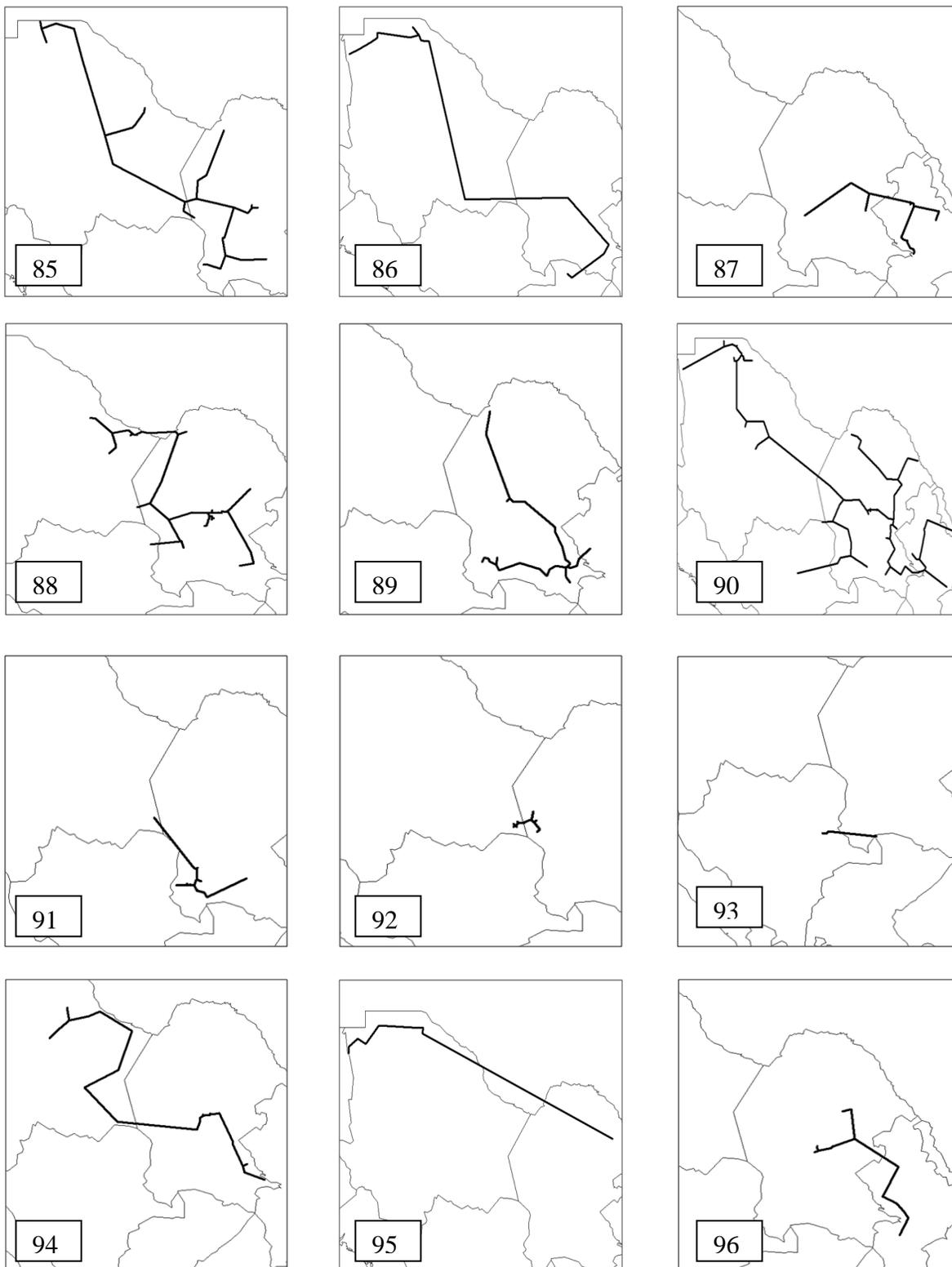


Figura 10. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 85) *Sceloporus bimaculosus*; 86) *Sceloporus cowlesi*; 87) *Sceloporus couchii*; 88) *Sceloporus merriami*; 89) *Sceloporus ornatus*; 90) *Sceloporus undulatus*; 91) *Uma exsul*; 92) *Uma parapygas*; 93) *Xantusia extorris*; 94) *Bogertophis subocularis*; 95) *Crotalus viridis*; 96) *Nerodia erythrogaster*.

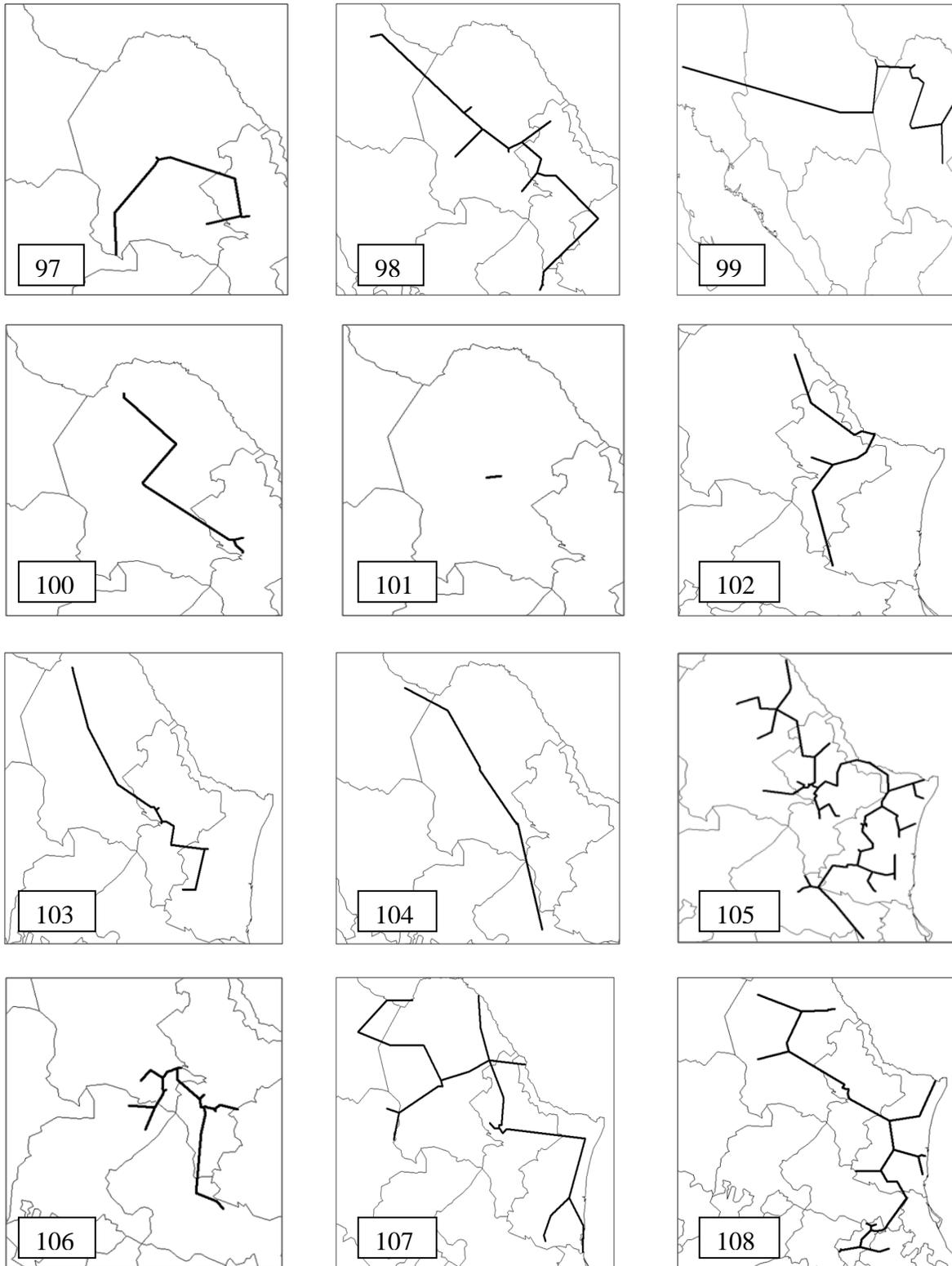


Figura 11. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 97) *Leptotyphlops dissectus*; 98) *Tantilla atriceps*; 99) *Tantilla hobartsmithi*; 100) *Scincella lateralis*; 101) *Sistrurus catenatus*; 102) *Crotaphytus reticulatus*; 103) *Pantherophis bairdi*; 104) *Lampropeltis alterna*; 105) *Sceloporus olivaceus*; 106) *Sceloporus cautus*; 107) *Hemidactylus turcicus*; 108) *Micrurus tener*.



Figura 12. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 109) *Leptodeira septentrionalis*; 110) *Phrynosoma cornutum*; 111) *Plestiodon obsoletus*; 112) *Plestiodon tetragrammus*; 113) *Sceloporus minor*; 114) *Sceloporus parvus*; 115) *Crotalus lepidus*; 116) *Masticophis schotti*; 117) *Masticophis taeniatus*; 118) *Tantilla wilcoxi*; 119) *Tantilla nigriceps*; 120) *Aspidoscelis inornata*.

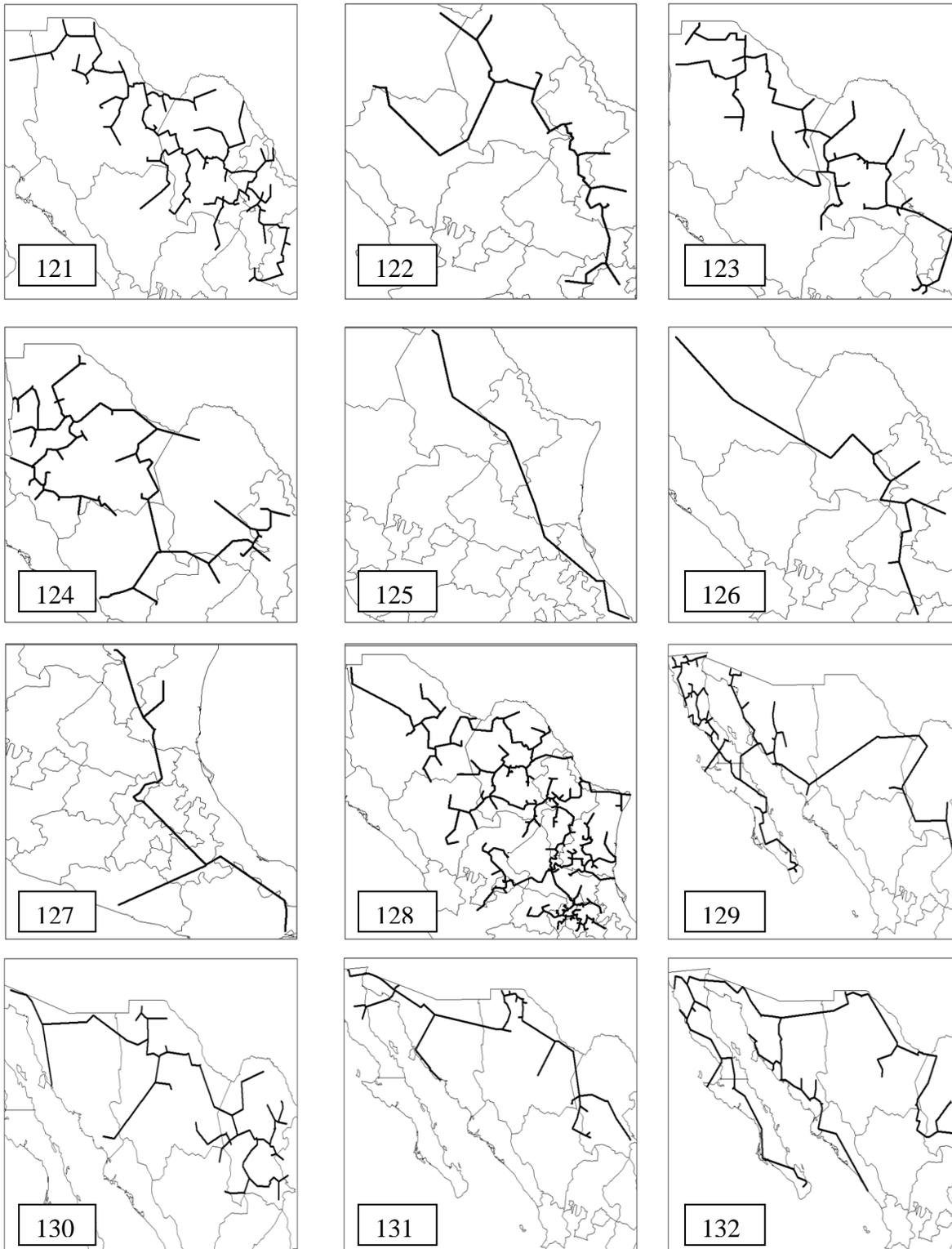


Figura 13. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico.; 121) *Cophosaurus texanus*; 122) *Gerrhonotus infernalis*; 123) *Phrynosoma modestum*; 124) *Sceloporus poinsetti*; 125) *Coluber constrictor*; 126) *Gyalopion canum*; 127) *Tantilla rubra*; 128) *Aspidoscelis gularis*; 129) *Aspidoscelis tigris*; 130) *Crotaphytus collaris*; 131) *Gambelia wislizenii*; 132) *Sceloporus magister*.

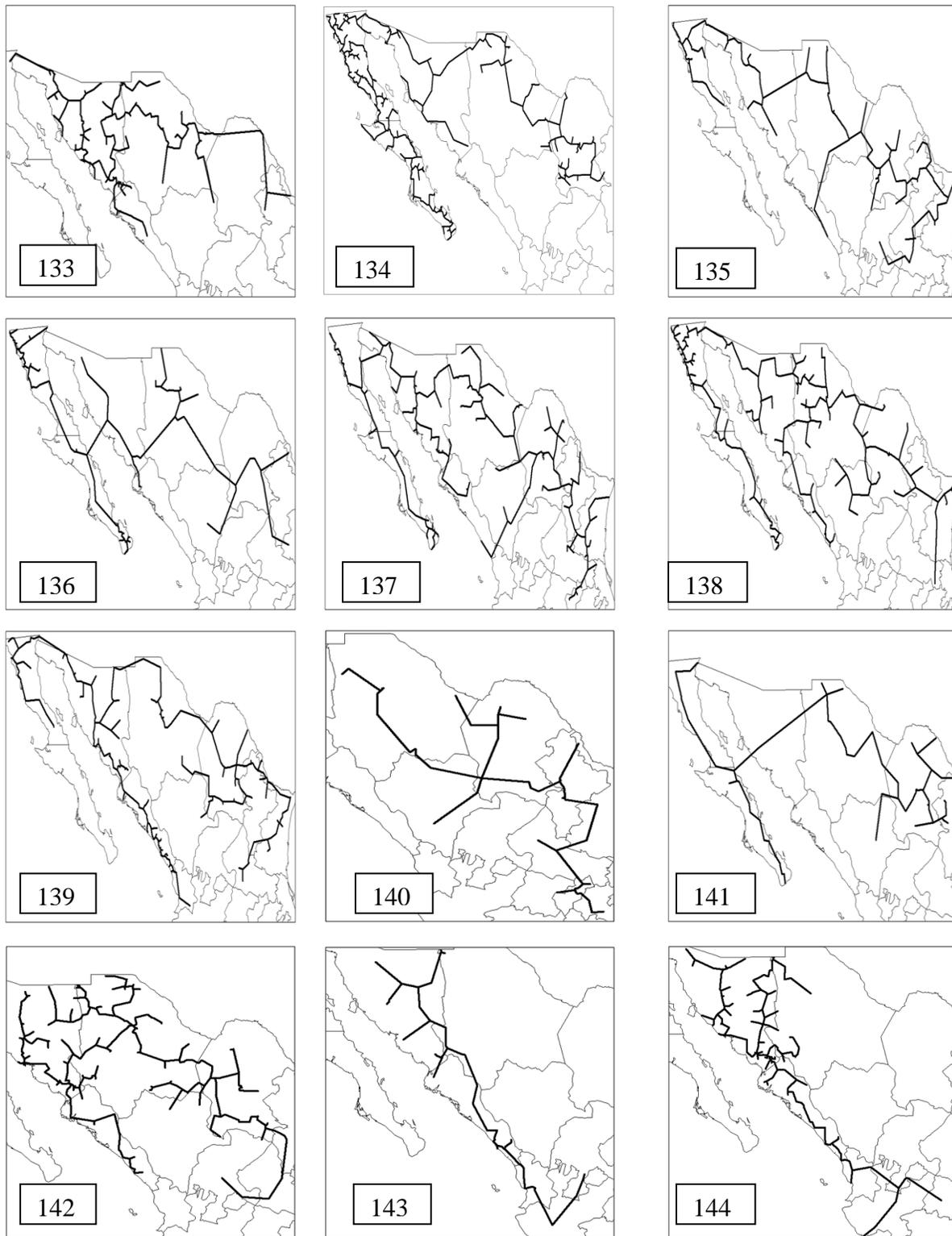


Figura 14. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 133) *Urosaurus ornatus*; 134) *Uta stansburiana*; 135) *Arizona elegans*; 136) *Lampropeltis getula*; 137) *Masticophis flagellum*; 138) *Pituophis catenifer*; 139) *Rhinocheilus lecontei*; 140) *Salvadora grahamiae*; 141) *Sonora semiannulata*; 142) *Holbrookia maculata*; 143) *Masticophis bilineatus*; 144) *Sceloporus clarki*.

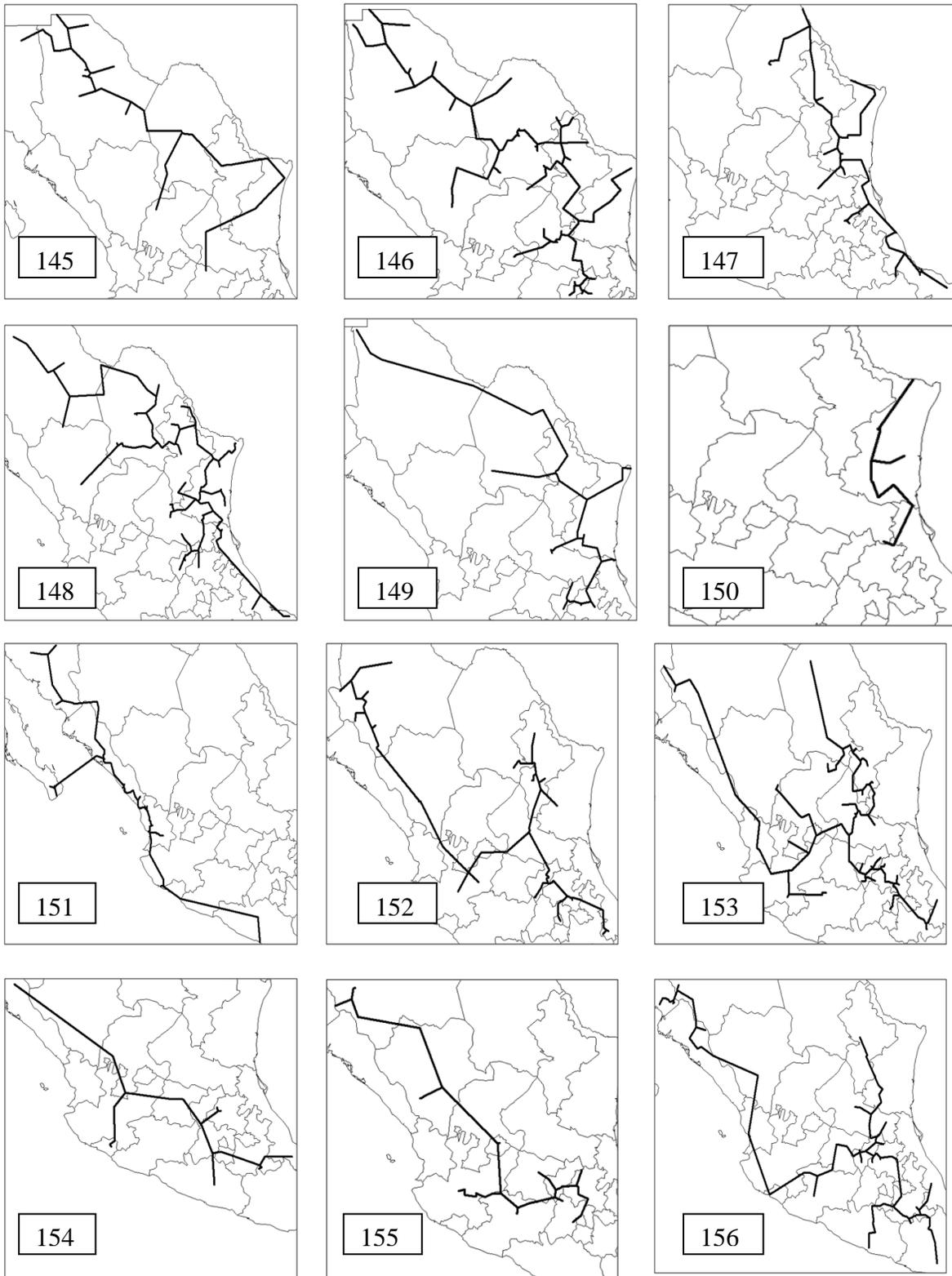


Figura 15. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 145) *Heterodon kennerlyi*; 146) *Hypsiglena jani*; 147) *Nerodia rhombifer*; 148) *Pantherophis emoryi*; 149) *Leptotyphlops dulcis*; 150) *Leptotyphlops myopicus*; 151) *Thamnophis validus*; 152) *Phrynosoma orbiculare*; 153) *Pituophis deppei*; 154) *Tantilla bocourti*; 155) *Thamnophis melanogaster*; 156) *Trimorphodon tau*.

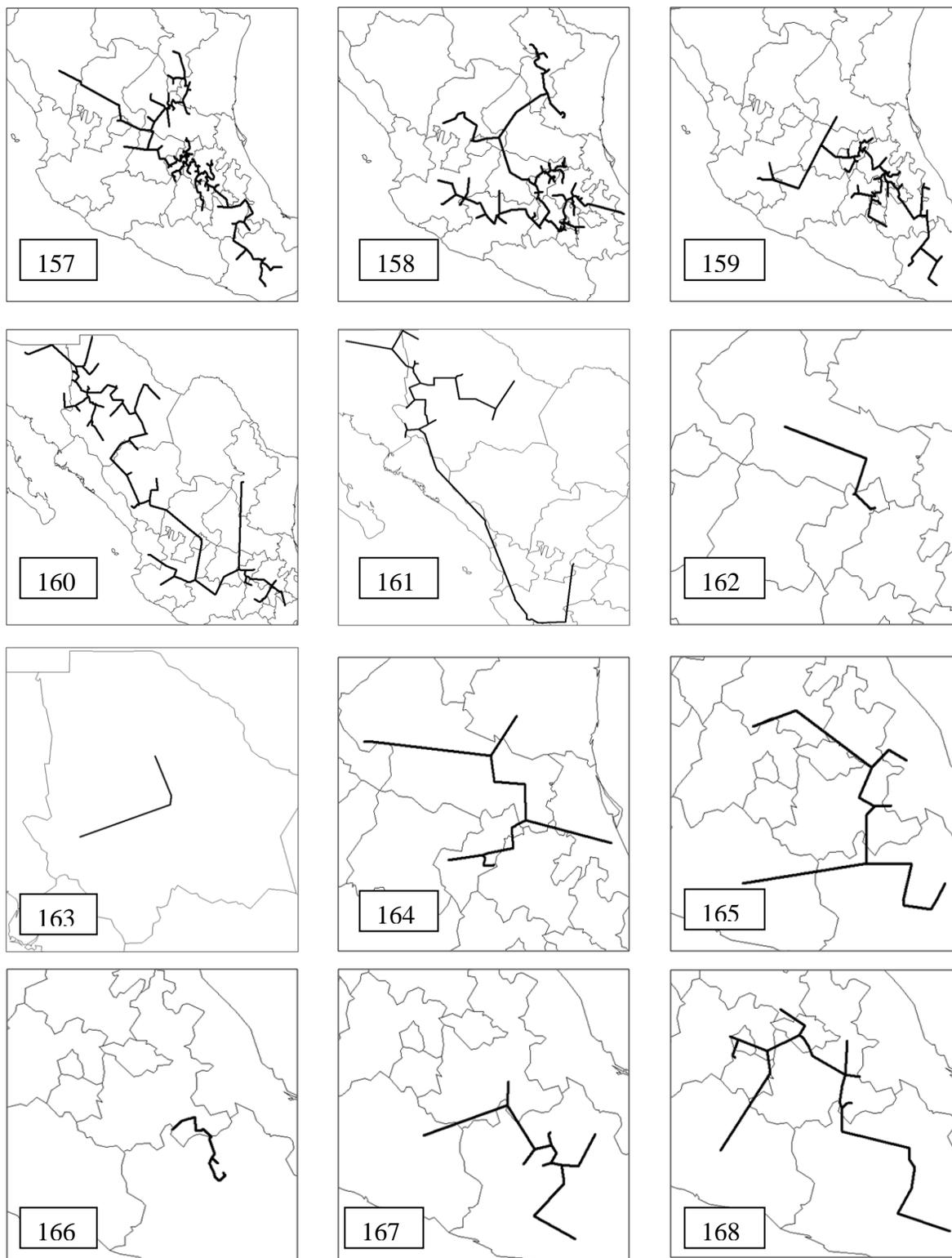


Figura 16. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 157) *Sceloporus spinosus*; 158) *Sceloporus torquatus*; 159) *Conopsis lineata*; 160) *Thamnophis eques*; 161) *Elgaria kingii*; 162) *Lepidophyma occular*; 163) *Trimorphodon wilkinsonii*; 164) *Gerrhonotus ophiurus*; 165) *Crotalus intermedius*; 166) *Aspidoscelis parvisocia*; 167) *Anolis quercorum*; 168) *Crotalus ravus*.

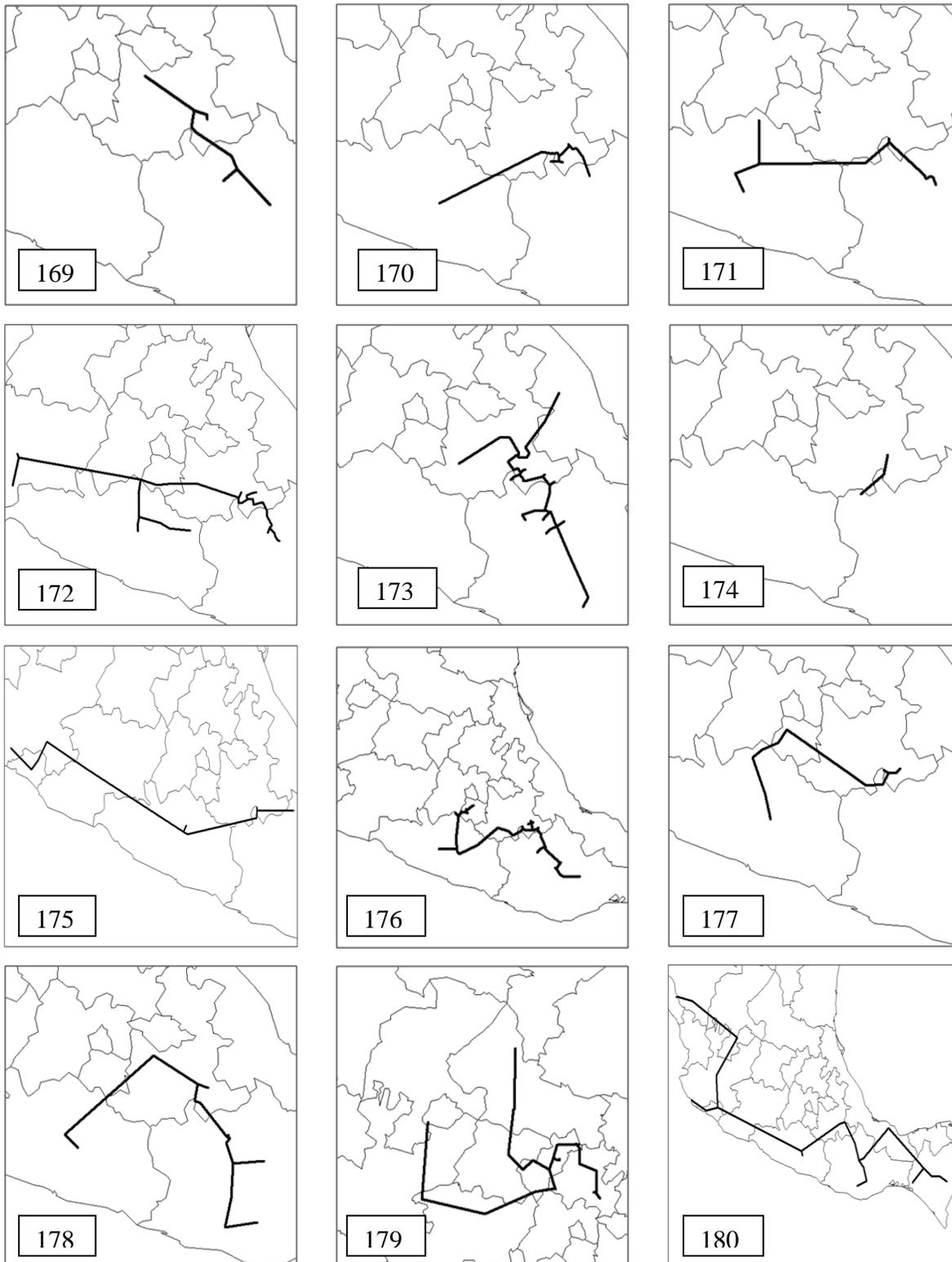


Figura 17. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 169) *Phrynosoma braconneri*; 170) *Phrynosoma taurus*; 171) *Phyllodactylus bordai*; 172) *Sceloporus gadoviae*; 173) *Sceloporus jalapae*; 174) *Micrurus pachecogili*; 175) *Micrurus laticollaris*; 176) *Aspidoscelis sackii*; 177) *Leptotyphlops maximus*; 178) *Salvadora intermedia*; 179) *Crotalus aquilus*; 180) *Gerrhonotus liocephalus*.

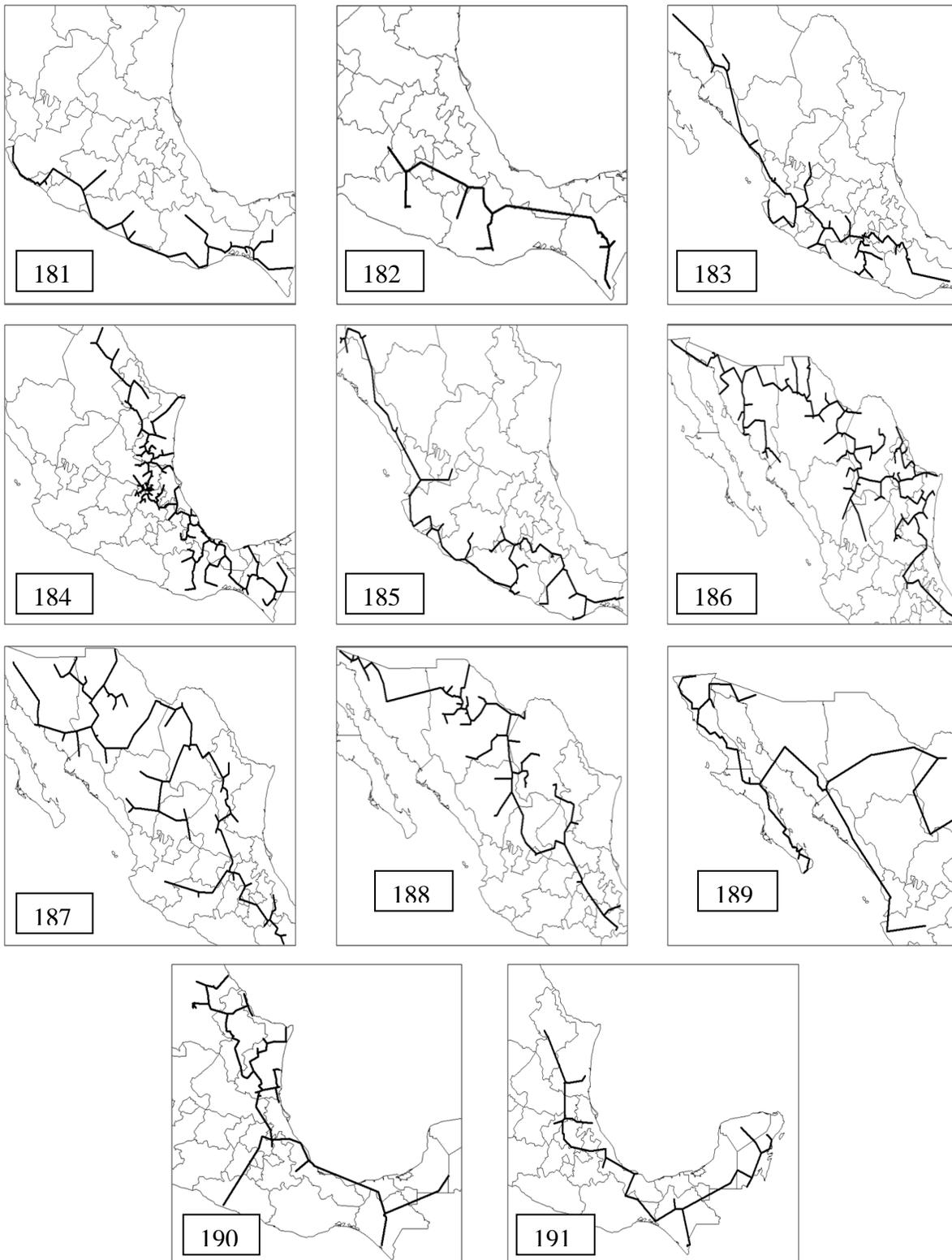


Figura 18. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 181) *Trimorphodon biscutatus*; 182) *Pituophis lineaticollis*; 183) *Sceloporus horridus*; 184) *Sceloporus variabilis*; 185) *Urosaurus bicarinatus*; 186) *Crotalus atrox*; 187) *Crotalus molossus*; 188) *Crotalus scutulatus*; 189) *Leptotyphlops humilis*; 190) *Thamnophis proximus*; 191) *Tropidodipsas sartorii*.

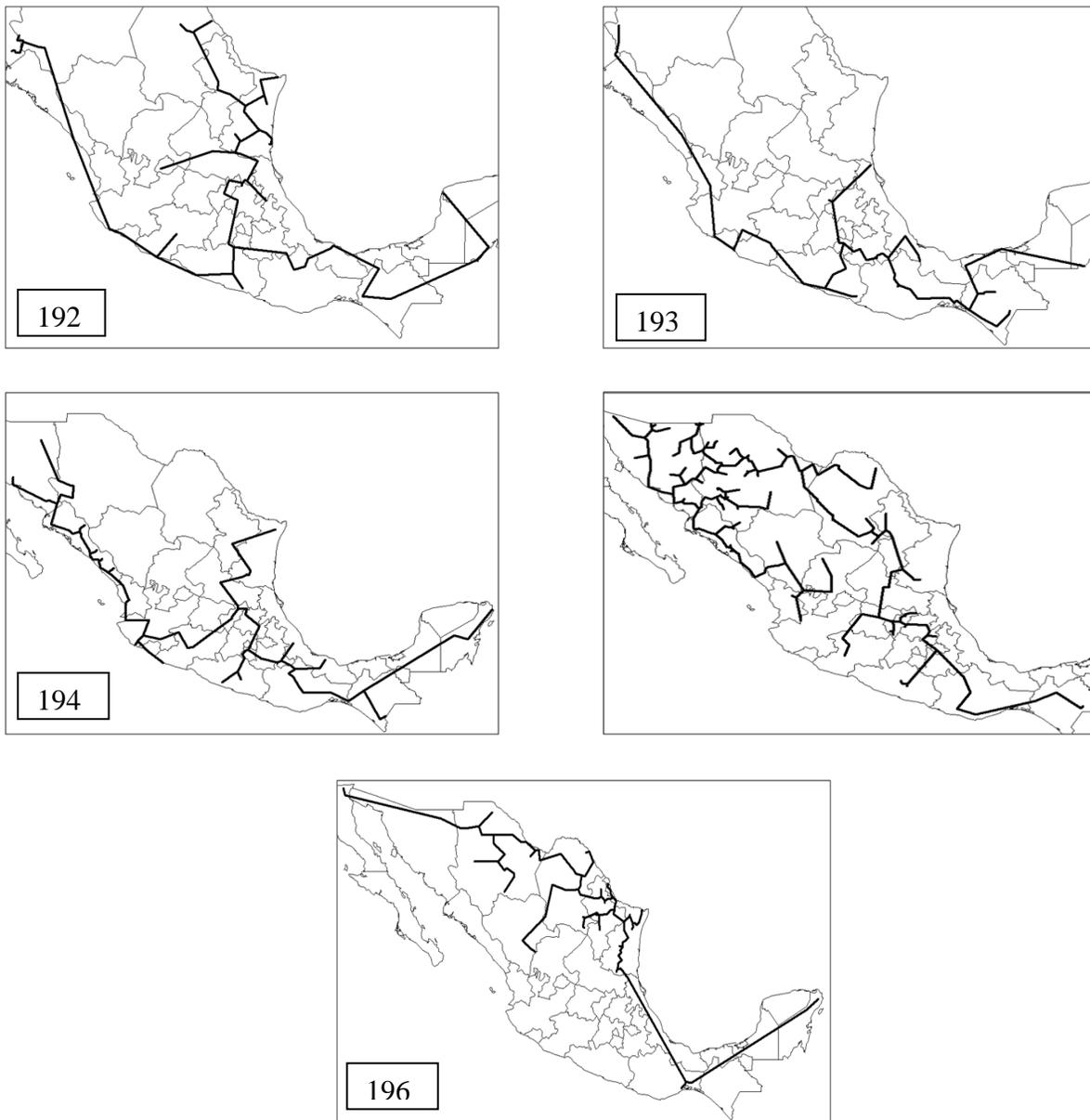


Figura 19. Trazos individuales de las especies utilizadas en el análisis panbiogeográfico. 192) *Drymarchon melanurus*; 193) *Masticophis mentovarius*; 194) *Senticolis triaspis*; 195) *Thamnophis cyrtopsis*; 196) *Thamnophis marcianus*.

Los trazos individuales obtenidos muestran que ciertas especies presentan distribuciones muy amplias, de tal manera que abarcan más de tres provincias biogeográficas (Anexo 2), en tanto otras especies muestran distribuciones mucho más restringidas.

La superposición de trazos individuales permitió la identificación de 28 trazos generalizados (Figs.20-22), los cuales se obtuvieron a partir de las congruencias distribucionales de 93 especies, ya que 103 especies no mostraron una congruencia suficiente en sus distribuciones para que el análisis permitiera integrarlas dentro de un trazo generalizado.

**Trazo generalizado 1** (Fig. 20A), se localiza al noroeste del estado de Baja California. Abarca la parte más norteña del desierto de Baja California, y se ubica en las provincias biogeográficas de Baja California y Californiana. Lo integran cuatro especies (*Anniella pulchra*, *Elgaria multicarinata*, *Sceloporus occidentalis* y *S. vandenburgianus*). *Anniella pulchra* se distribuyen en zonas de desierto y dunas, *Elgaria multicarinata* y *Sceloporus occidentalis* en zonas desérticas y boscosas y *Sceloporus vandenburgianus* en zonas boscosas.

**Trazo generalizado 2** (Fig. 20B), se localiza en los estados de Baja California y Baja California Sur, en la parte norte del desierto de Baja California. Este trazo se encuentra incluido dentro de la provincia biogeográfica de Baja California. Lo conforman dos especies *Coleonyx switaki* y *Xantusia wigginsi* cuya distribución abarca ambientes desérticos.

**Trazo generalizado 3** (Fig. 20C), se encuentra desde el noroeste del estado de Baja California hasta el centro del estado de Baja California Sur, abarca gran parte del desierto de Baja California, en las provincias biogeográficas de Baja California y Californiana. Este trazo se conforma por tres especies, de las cuales, *Crotalus oreganus* se encuentra en bosques templados, en tanto *Gambelia copeii* y *Masticophis lateralis* habitan distintos tipos de vegetación, desde áreas boscosas hasta zonas desérticas.

**Trazo generalizado 4** (Fig. 20D), se encuentra desde el noroeste del estado de Baja California y poco más allá del centro de Baja California Sur y abarca gran parte del desierto de Baja California, en las provincias biogeográficas de Baja California y Californiana. Este trazo esta conformado por tres especies *Sceloporus orcutti*, *Thamnophis hammondii* y *Urosaurus nigricaudus*, las cuales en general habitan varios tipos de vegetación.

**Trazo generalizado 5** (Fig. 20E), se localiza en el estado de Baja California Sur, abarca la parte centro y sur del desierto de Baja California, y algunas partes áridas del sur de la península de Baja California. Se encuentra dentro de las provincias biogeográficas de Baja California y del Cabo. Este trazo se conforma por cuatro especies, *Arizona pacata*, *Bogertophis rosaliae*, *Hypsiglena slevini* y *Petrosaurus*

*repens*, de las cuales, *Hypsiglena slevini* habita principalmente bosques de pino-encino, en tanto las tres restantes ocupan una gama más amplia de tipos de vegetación.

**Trazo generalizado 6** (Fig. 20F), abarca los estados de Baja California y Baja California Sur, se extiende por todo el desierto de Baja California y partes áridas del sur de la península de Baja California y se ubica dentro de las provincias biogeográficas Californiana, Baja California y del Cabo. Se integra por 13 especies *Aspidoscelis hyperythra*, *Crotalus enyo*, *C. mitchellii*, *C. ruber*, *Hypsiglena ochrorhyncha*, *Masticophis fuliginosus*, *Phrynosoma coronatum*, *Phyllodactylus xanti*, *Pituophis vertebralis*, *Sceloporus zosteromus*, *Tantilla planiceps*, *Trimorphodon lyrophanes* y *Urosaurus nigricaudus*. De las cuales únicamente dos de ellas *Sceloporus zosteromus* y *Tantilla planiceps* se encuentran principalmente en ambientes áridos y semiáridos, en tanto el resto ocupa gran variedad de tipos de vegetación.

**Trazo generalizado 7** (Fig. 20G), se localiza en la parte sur del estado de Baja California Sur, abarca las partes áridas del sur de la península de Baja California y se encuentra dentro de la provincia biogeográfica del Cabo. Lo conforman cinco especies, *Elgaria paucicarinata*, *Petrosaurus thalassinus*, *Phyllodactylus unctus* y *Sceloporus licki*, las cuales habitan tanto zonas desérticas, como áreas de selva baja caducifolia y bosques de pino encino en la Sierra La Laguna.

**Trazo generalizado 8** (Fig. 20H), se encuentra en la parte noreste del estado de Baja California y gran parte del estado de Sonora, abarca totalmente el desierto de Sonora, y se encuentra en la provincia biogeográfica Sonorense. Este trazo se integra por cuatro especies de ambientes desérticos *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *Phrynosoma mcallii* y *Phrynosoma platyrhinos*.

**Trazo generalizado 9** (Fig. 20I), se localiza en el estado de Sonora, abarca la mayor parte del desierto Sonorense y se ubica en la provincia biogeográfica de Sonora. Se conforma por cuatro especies principalmente desérticas, *Crotalus tigris*, *Heloderma suspectum*, *Hypsiglena chlorophaea* y *Trimorphodon lambda*.

**Trazo generalizado 10** (Fig. 20J), se localiza en el estado de Sonora, abarca la parte central del desierto Sonorense y se ubica en la provincia biogeográfica de Sonora. Lo integran las especies *Aspidoscelis burti* y *Crotaphytus nebrius*, las cuales habitan zonas desérticas, así como regiones de selva baja caducifolia. En el caso particular de *Aspidoscelis burti*, este puede distribuirse también en zonas boscosas.

**Trazo generalizado 11** (Fig. 20K), abarca los estados de Baja California Sur, Baja California y Sonora, está ubicado en los desiertos de Sonora, Baja California y las zonas áridas del sur de la península de Baja California. Se encuentra en tres provincias biogeográficas, del Cabo, Baja California, Sonora y una pequeña porción al noroeste de la Provincia Costa del Pacífico. Son seis especies las que definen este trazo, *Chillomeniscus stramineus*, *Coleonyx variegatus*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Charina trivirgata*, *Phyllorhynchus decurtatus* y *Sauromalus ater*, las cuales ocupan gran variedad de hábitats áridos y semiáridos.

**Trazo generalizado 12** (Fig. 20L), abarca los estados de Baja California Sur, Baja California, Sonora y Sinaloa, está ubicado en los desiertos de Sonora, Baja California y las zonas áridas del sur de la península de Baja California. Se encuentra en tres provincias biogeográficas, del Cabo, Baja California, Sonora y una parte de la Costa del Pacífico. Dos especies conforman este trazo, *Callisaurus draconoides* y *Salvadora hexalepis* habitantes principalmente de ambientes áridos y semiáridos.

**Trazo generalizado 13** (Fig. 21M), se ubica en los estados de Sonora y Sinaloa, abarca la parte centro y sur del desierto de Sonora y se localiza en la provincia biogeográfica de Sonora. Se conforma de tres especies *Micruroides euryxanthus*, *Phrynosoma solare* y *Phyllorhynchus browni*, las cuales son especies principalmente de ambientes desérticos, aunque *Micruroides euryxanthus* puede habitar áreas boscosas.

**Trazo generalizado 14** (Fig. 21N), ubicado en los estados de Sonora, Sinaloa, la parte oeste de Chihuahua, Nayarit, el noroeste de Jalisco y el suroeste de Zacatecas. Este trazo entra en contacto con las provincias biogeográficas de Sonora, Costa del Pacífico, la parte noroeste del Altiplano Norte y toca algunos puntos por todo el oeste y en el sur de la Sierra Madre Occidental. Lo integran dos especies, la primera *Masticophis bilineatus* cuya distribución abarca desde zonas desérticas hasta regiones boscosas y *Sceloporus clarki*, distribuido principalmente en ambientes templados, aunque puede encontrarse también en selvas bajas caducifolias y matorrales espinosos.

**Trazo generalizado 15** (Fig. 21O), se localiza en la parte sur de Sonora, suroeste de Chihuahua, Nayarit, y el este de Jalisco, se ubica dentro de las provincias biogeográficas Costa del Pacífico, la parte sur de la Provincia de Sonora, una pequeña porción al noroeste de la Sierra Madre Occidental, y la parte oeste del Eje Volcánico. Se forma por la distribución congruente de dos especies *Micrurus distans* cuya distribución incluye áreas tanto de selva baja caducifolia, como matorrales desérticos y *Sceloporus nelsoni* habitante principalmente de áreas de selva baja caducifolia.

**Trazo generalizado 16** (Fig. 21P), se encuentra en el estado de Chihuahua, abarca la parte noroeste del desierto Chihuahuense y se localiza dentro de la provincia biogeográfica del Altiplano Norte y toca ligeramente algunas partes al noreste de la Sierra Madre Occidental. Dos especies integran este trazo, *Aspidoscelis exanguis* que prefiere hábitats con bosques templados y *Aspidoscelis uniparens* la cual habita principalmente ambientes desérticos y pastizales.

**Trazo generalizado 17** (Fig. 21Q), se ubica de noreste a sureste, en los estados de Chihuahua y Coahuila, dentro del desierto Chihuahuense, se localiza en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte. Lo integran tres especies, *Bogertophis subocularis*, *Coleonyx brevis* y *Sceloporus merriami*, las cuales habitan matorrales desérticos.

**Trazo generalizado 18** (Fig. 21R), se ubica en los estados de Chihuahua y Coahuila, dentro del desierto Chihuahuense, y se localiza en las provincias biogeográficas del Altiplano Norte, una pequeña porción al oeste de la Provincia de Tamaulipas y el norte del Altiplano Sur. Lo conforman tres especies, *Aspidoscelis marmorata* que habita tanto matorrales desérticos como pastizales, *Sceloporus bimaculosus* que se encuentra en matorrales desérticos y *Sceloporus undulatus* que habita áreas principalmente boscosas.

**Trazo generalizado 19** (Fig. 21S), se encuentra en los estados de Chihuahua, Coahuila, el noreste de Durango, el noreste de Zacatecas, Nuevo León, el oeste de Tamaulipas y el centro de San Luís Potosí, se encuentra dentro del desierto Chihuahuense y las tierras áridas de Tamaulipas, y abarca las provincias biogeográficas Altiplano Norte, Tamaulipas, parte norte de la Provincia del Golfo, el norte de la Sierra Madre Oriental y el norte y este del Altiplano Sur. Este trazo se conforma de cinco especies *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum* y *Plestiodon obsoletus*, las cuales habitan principalmente matorrales desérticos y pastizales, salvo *Plestiodon obsoletus* la cual también se distribuye en bosques de pino-encino.

**Trazo generalizado 20** (Fig. 21T), abarca los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y una pequeña parte al este de Nuevo León. Se encuentra en gran parte del norte del desierto Chihuahuense, y se ubica en la provincias biogeográficas del Altiplano Norte, Sierra Madre Occidental, y una pequeña parte al norte de la Sierra Madre Oriental. Lo integran dos especies *Crotalus lepidus* y *Sceloporus poinsetti* las cuales habitan tanto ambientes desérticos como bosques de pino-encino.

**Traza generalizado 21** (Fig. 21U), ubicado en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, parte este de Tamaulipas, San Luís Potosí, norte de Querétaro y oeste de Hidalgo. Gran parte de este trazo se encuentra dentro del desierto Chihuahuense y las tierras áridas de Tamaulipas, y abarca las provincias biogeográficas del Altiplano Norte, Altiplano Sur, parte sur de la Provincia de Tamaulipas, el extremo norte de la Provincia del Golfo y partes centrales de la Sierra Madre Oriental. Este trazo se conforma de dos especies *Pantherophis emoryi* y *Salvadora grahamiae*, cuya distribución abarca tanto zonas desérticas como áreas de bosque de pino-encino.

**Traza generalizado 22** (Fig. 21V), pasa por los estados de Coahuila y San Luís Potosí, se encuentra dentro del desierto Chihuahuense, en las provincias biogeográficas del Altiplano Norte y Altiplano Sur. Lo conforman dos especies *Lampropeltis alterna* y *Tantilla atriceps*, ambas distribuidas principalmente en ambientes desérticos, aunque algunas poblaciones de *Tantilla atriceps* en Tamaulipas habitan regiones boscosas.

**Traza generalizado 23** (Fig. 21X), abarca la parte oeste del estado de Coahuila, Nuevo León, el este de Tamaulipas, la parte oeste de San Luís Potosí, el norte y centro de Querétaro y el centro del estado de Hidalgo. Este trazo penetra ligeramente al desierto Chihuahuense y a las tierras áridas de Tamaulipas, y se encuentra principalmente en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental, aunque también se interna muy ligeramente en las provincias del Altiplano Norte, Altiplano Sur y Tamaulipas. Este trazo se encuentra conformado por dos especies *Sceloporus minor* y *S. parvus*, los cuales habitan tanto áreas desérticas como bosques de pino-encino.

**Traza generalizado 24** (Fig. 21Y), se encuentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, una pequeña porción al noroeste de Veracruz, el este de San Luís Potosí, y la parte norte de Querétaro. La mayor parte de este trazo se localiza en la zona árida de Tamaulipas, aunque en ciertas zonas bordea al desierto Chihuahuense. Este trazo queda incluido dentro de las provincias biogeográficas de Tamaulipas, Altiplano Norte, Golfo, Sierra Madre Oriental y una pequeña porción del Altiplano Sur. A este trazo lo integran tres especies *Micrurus tener*, *Plestiodon tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus* las cuales pueden habitar desde matorrales xerófilos, hasta pastizales y bosques de pino-encino, e incluso áreas de selva baja caducifolia, como en el caso de *Micrurus tener*.

**Traza generalizado 25** (Fig. 22Z), corre de norte a sur en los estados de Puebla y Oaxaca, la parte norte de esta trazo queda dentro de la zona desértica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Se encuentra en la parte

este de la Provincia del Eje Volcánico, parte este de la Provincia de Oaxaca y la parte de centro de la Sierra Madre del Sur. Se integra por cuatro especies *Anolis quercorum*, *Aspidoscelis parvisocia*, *Phrynosoma braconneri* y *Sceloporus jalapae*, las cuales en general habitan matorrales xerófilos y bosques de pino-encino, excepto *Aspidoscelis parvisocia* que habita matorrales desérticos y selvas bajas caducifolias.

**Traza generalizado 26** (Fig. 22AA), se encuentra en la parte sur del estado de Puebla, la parte este del trazo queda incluida dentro de la zona desértica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y se encuentra en la parte este de la provincia biogeográfica del Balsas y una pequeña parte del sur del Eje Volcánico. Se conforma por dos especies *Phyllodactylus bordai* y *Phrynosoma taurus*, la primera habita matorrales xerófilos y selvas bajas caducifolias, en tanto la segunda se encuentra principalmente en matorrales xerófilos.

**Traza generalizado 27** (Fig. 22AB), abarca casi todos los estados de la costa del Pacífico pasando por Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, y toca algunas partes de los estados de Chihuahua, Zacatecas, Estado de México, Morelos y Puebla; una pequeña parte de este trazo queda dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Este trazo abarca las provincias biogeográficas de la Costa del Pacífico, algunas partes de la Sierra Madre Occidental, el Eje Volcánico, la Provincia del Balsas, la Sierra Madre del Sur y la Provincia de Oaxaca. Este trazo se integra por dos especies *Sceloporus horridus* y *Urosaurus bicarinatus*, las cuales son habitantes tanto de zonas áridas con matorrales xerófilos, como de zonas semiáridas integradas por selvas bajas caducifolias.

**Traza generalizado 28** (Fig. 22AC), abarca prácticamente toda la parte norte del país, en los estados de Baja California Sur, Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y San Luís Potosí. Este trazo abarca todas las zonas desérticas del norte de México como son el desierto de Baja California, el de Sonora, el de Chihuahua y las zonas áridas de Tamaulipas, y queda incluido dentro de las provincias biogeográficas del Cabo, Baja California, Californiana, Sonora, Altiplano Norte, Tamaulipas, algunas pequeñas partes de la Sierra Madre Occidental y el norte de la Costa del Pacífico. Este trazo se integra por dos especies *Masticophis flagellum* y *Pituophis catenifer*, la primera de ellas habita zonas de matorrales xerófilos y pastizales, en tanto la segunda además de habitar en ambientes desérticos se le encuentra también en bosques de coníferas.

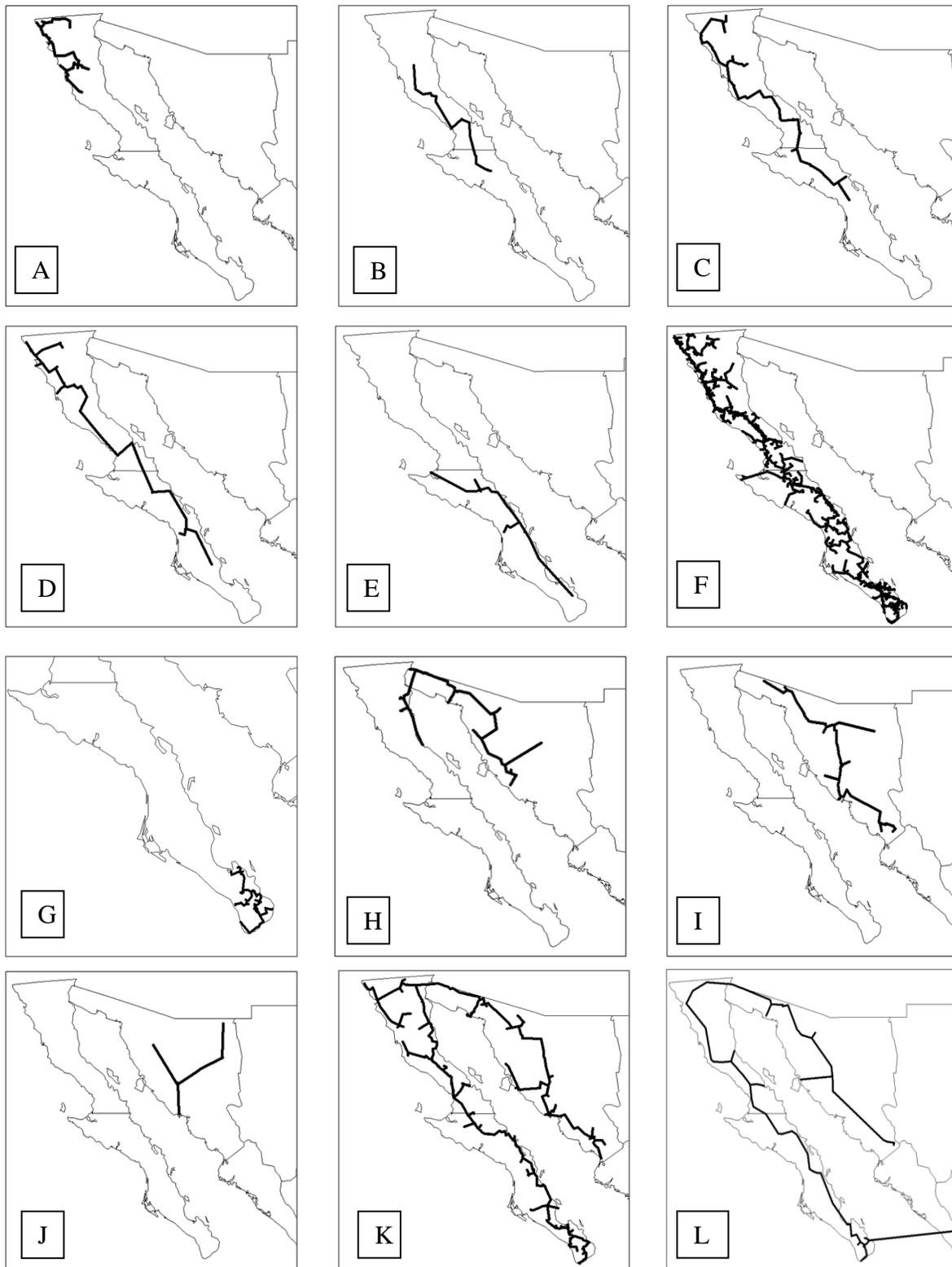


Fig. 20. Trazos generalizados obtenidos a partir del análisis del NDM/VNDM. A: Trazo generalizado 1; B: Trazo generalizado 2; C: Trazo generalizado 3; D: Trazo generalizado 4; E: Trazo generalizado 5; F: Trazo generalizado 6; G: Trazo generalizado 7; H: Trazo generalizado 8; I: Trazo generalizado 9; J: Trazo generalizado 10; K: Trazo generalizado 11; L: Trazo generalizado 12.

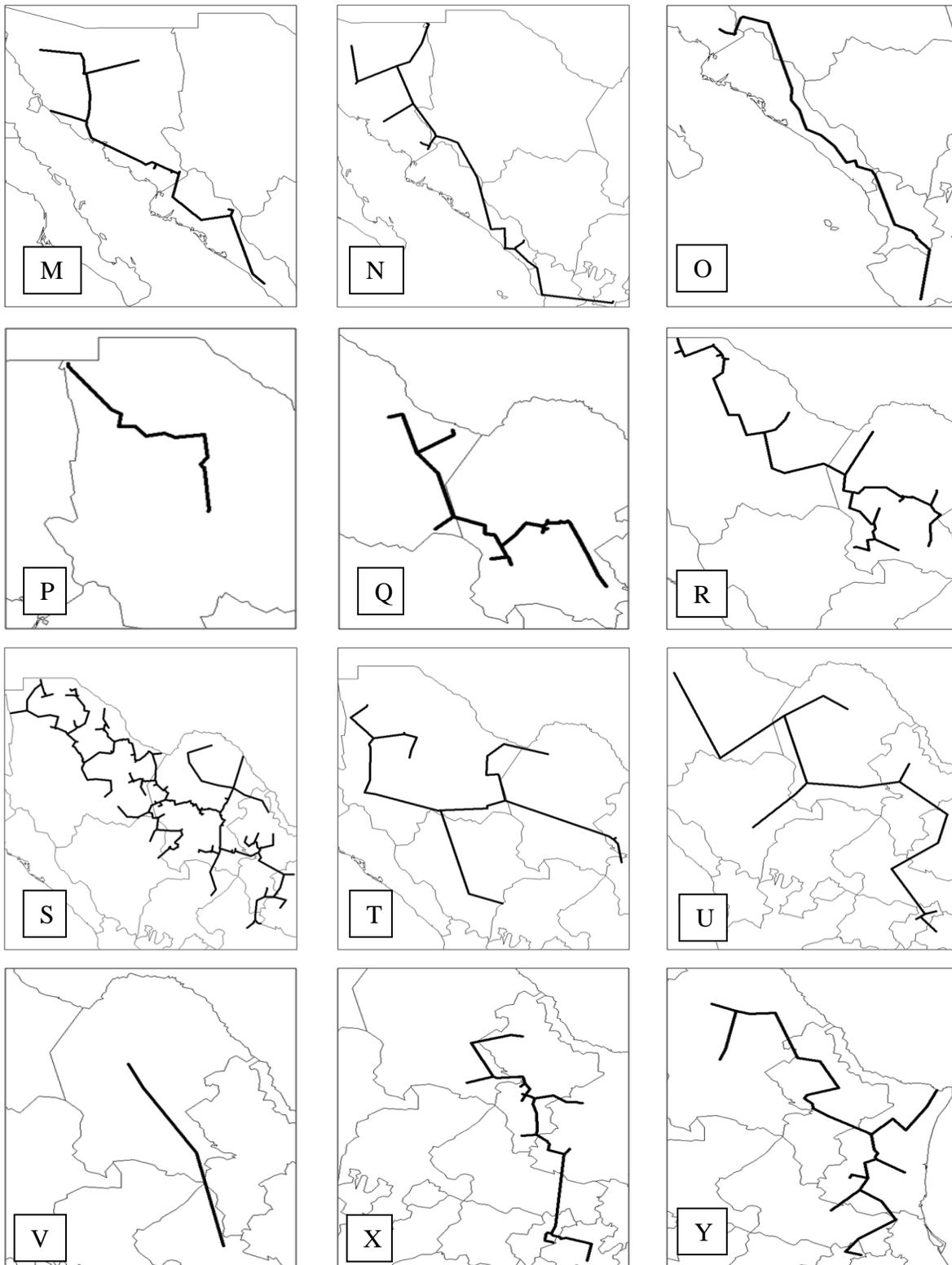


Fig. 21. Trazos generalizados obtenidos a partir del análisis del NDM/VNDM. M: Trazo generalizado 13; N: Trazo generalizado 14; O: Trazo generalizado 15; P: Trazo generalizado 16; Q: Trazo generalizado 17; R: Trazo generalizado 18; S: Trazo generalizado 19; T: Trazo generalizado 20; U: Trazo generalizado 21; V: Trazo generalizado 22; X: Trazo generalizado 23; Y: Trazo generalizado 24.

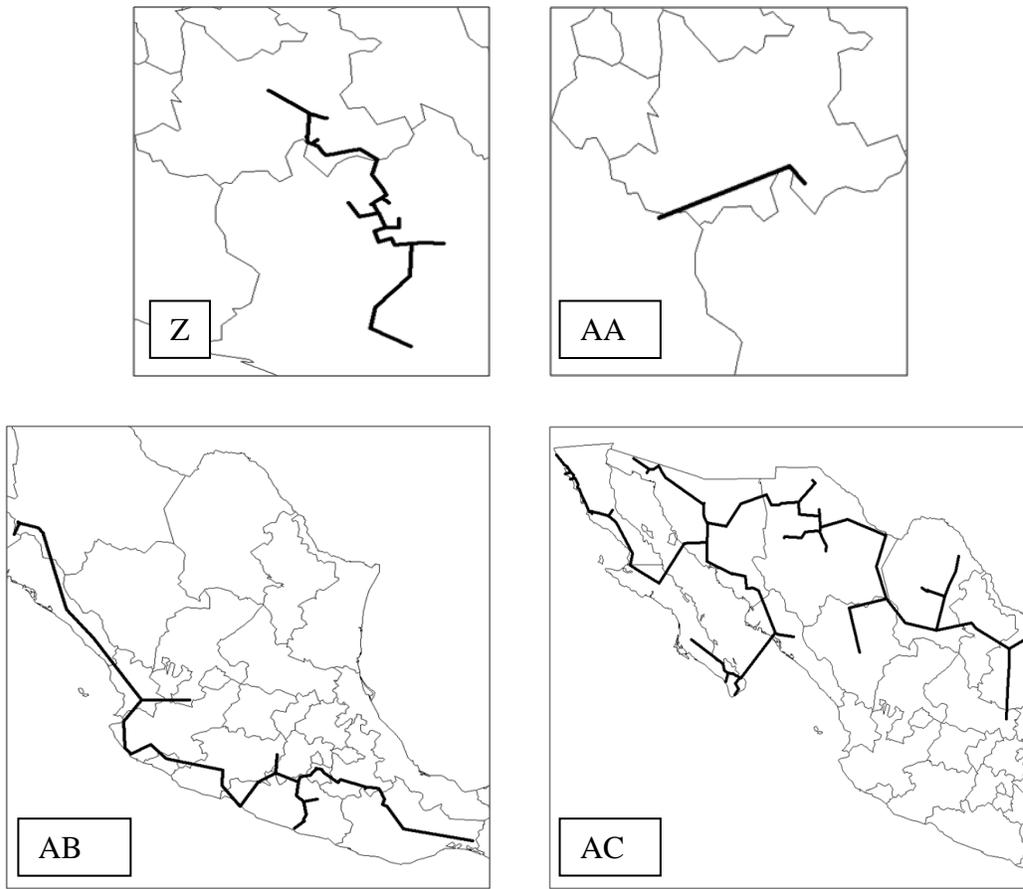


Fig. 22. Trazos generalizados obtenidos a partir del análisis del NDM/VNDM. Z: Trazo generalizado 25, AA: Trazo generalizado 26, AB: Trazo generalizado 27, AC: Trazo generalizado 28.

El cuadro 2, muestra un resumen de cada uno de los trazos generalizados así como las especies que los forman y el número de identificación de los trazos individuales correspondiente a dichas especies.

Cuadro 2. Trazos generalizados, especies y trazos individuales que los forman.

TRAZO GENERALIZADO	ESPECIES	TRAZO INDIVIDUAL
1	<i>Anniella pulchra</i> , <i>Elgaria multicarinata</i> , <i>Sceloporus occidentalis</i> , <i>S. vandenburgianus</i>	2, 5, 7, 8
2	<i>Coleonyx switaki</i> , <i>Xantusia wigginsi</i>	12, 13
3	<i>Gambelia copeii</i> , <i>Crotalus oreganus</i> , <i>Masticophis lateralis</i>	18, 14, 22
4	<i>Sceloporus orcutti</i> , <i>Urosaurus nigricaudus</i> , <i>Thamnophis hammondi</i>	33, 35, 43
5	<i>Arizona pacata</i> , <i>Petrosaurus repens</i> , <i>Bogertophis rosaliae</i> , <i>Hypsiglena slevini</i>	20, 19, 24, 21
6	<i>Aspidoscelis hyperythra</i> , <i>Crotalus enyo</i> , <i>C. mitchellii</i> , <i>C. ruber</i> , <i>Hypsiglena ochrorhyncha</i> , <i>Masticophis fuliginosus</i> , <i>Phrynosoma coronatum</i> , <i>Phyllodactylus xanti</i> , <i>Pituophis vertebralis</i> , <i>Sceloporus zosteromus</i> , <i>Tantilla planiceps</i> , <i>Trimorphodon lyrophanes</i> , <i>Urosaurus nigricaudus</i>	30, 36, 37, 39, 40, 31, 32, 41, 44, 34, 42, 44, 35
7	<i>Elgaria paucicarinata</i> , <i>Petrosaurus thalassinus</i> , <i>Phyllodactylus unctus</i> , <i>Sceloporus hunsakeri</i> , <i>Sceloporus licki</i>	25, 26, 27, 28, 29
8	<i>Phrynosoma mcallii</i> , <i>P. platyrhinos</i> , <i>Chionactis occipitalis</i> , <i>Crotalus cerastes</i>	56, 57, 53, 55
9	<i>Heloderma suspectum</i> , <i>Crotalus tigris</i> , <i>Hypsiglena chlorophaea</i> , <i>Trimorphodon lambda</i>	60, 59, 69, 65
10	<i>Aspidoscelis burti</i> , <i>Crotaphytus nebrius</i>	58, 63
11	<i>Chillomeniscus stramineus</i> , <i>Coleonyx variegatus</i> , <i>Dipsosaurus dorsalis</i> , <i>Charina trivirgata</i> , <i>Phyllorhynchus decurtatus</i> , <i>Sauromalus ater</i>	46, 47, 48, 45, 49, 50
12	<i>Callisaurus draconoides</i> , <i>Salvadora hexalepis</i>	51, 52
13	<i>Micruroides euryxanthus</i> , <i>Phrynosoma solare</i> , <i>Phyllorhynchus browni</i>	64, 61, 66
14	<i>Masticophis bilineatus</i> , <i>Sceloporus clarki</i>	143, 144
15	<i>Micrurus distans</i> , <i>Sceloporus nelsoni</i>	71, 75
16	<i>Aspidoscelis exanguis</i> , <i>A. uniparens</i>	76, 78
17	<i>Bogertophis subocularis</i> , <i>Coleonyx brevis</i> , <i>Sceloporus merriami</i>	94, 83, 88
18	<i>Aspidoscelis marmorata</i> , <i>Sceloporus bimaculosus</i> , <i>S. undulatus</i>	81, 85, 90
19	<i>Aspidoscelis inornata</i> , <i>Cophosaurus texanus</i> , <i>Phrynosoma modestum</i> , <i>P. cornutum</i> , <i>Plestiodon obsoletus</i>	120, 121, 123, 110, 111
20	<i>Crotalus lepidus</i> , <i>Sceloporus poinsetti</i>	115, 124
21	<i>Pantherophis emoryi</i> , <i>Salvadora grahamiae</i>	148, 140
22	<i>Lampropeltis alterna</i> , <i>Tantilla atriceps</i>	104, 98
23	<i>Sceloporus minor</i> , <i>S. parvus</i>	113, 114
24	<i>Micrurus tener</i> , <i>Plestiodon tetragrammus</i> , <i>Sceloporus olivaceus</i>	108, 112, 105
25	<i>Anolis quercorum</i> , <i>Aspidoscelis parvisocia</i> , <i>Phrynosoma braconnieri</i> , <i>Sceloporus jalapae</i>	167, 166, 169, 173
26	<i>Phyllodactylus bordai</i> , <i>Phrynosoma taurus</i>	171, 170
27	<i>Sceloporus horridus</i> , <i>Urosaurus bicarinatus</i>	183, 185
28	<i>Masticophis flagellum</i> , <i>Pituophis catenifer</i>	137, 138

Para poder obtener los nodos, los cuales pueden considerarse como áreas de importancia para la conservación, los trazos generalizados se agruparon de manera jerárquica en siete niveles de anidamiento distintos (Cuadro 3; Fig. 23), a partir de los cuales se identificaron en total 39 nodos, de los cuales ocho se fusionaron en tres diferentes nodos, obteniendo de esta manera 34 nodos. Únicamente 26 de los 34 nodos detectados se localizan dentro de alguna de las regiones desérticas de México (Cuadro 4; Fig. 24), uno en la Península del Cabo, tres en el desierto de Baja California, cuatro en el desierto de Sonora, 14 en el desierto Chihuahuense, tres en la zona árida de Tamaulipas y por último uno en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fig. 24). Los ocho nodos que se encuentran fuera de las zonas desérticas del país, no fueron incluidos en el Cuadro 4, sin embargo, su ubicación geográfica se muestra en la Figura 24.

Cuadro 3. Niveles de anidamiento y trazos generalizados que los componen

Nivel de anidamiento	Trazos generalizados
I	14, 22, 23, 25, 26, 27, 28
II	12, 15, 19, 20, 24
III	11, 13, 18, 16, 21
IV	6, 8, 9, 17
V	4, 5, 7, 10
VI	3
VII	1, 2

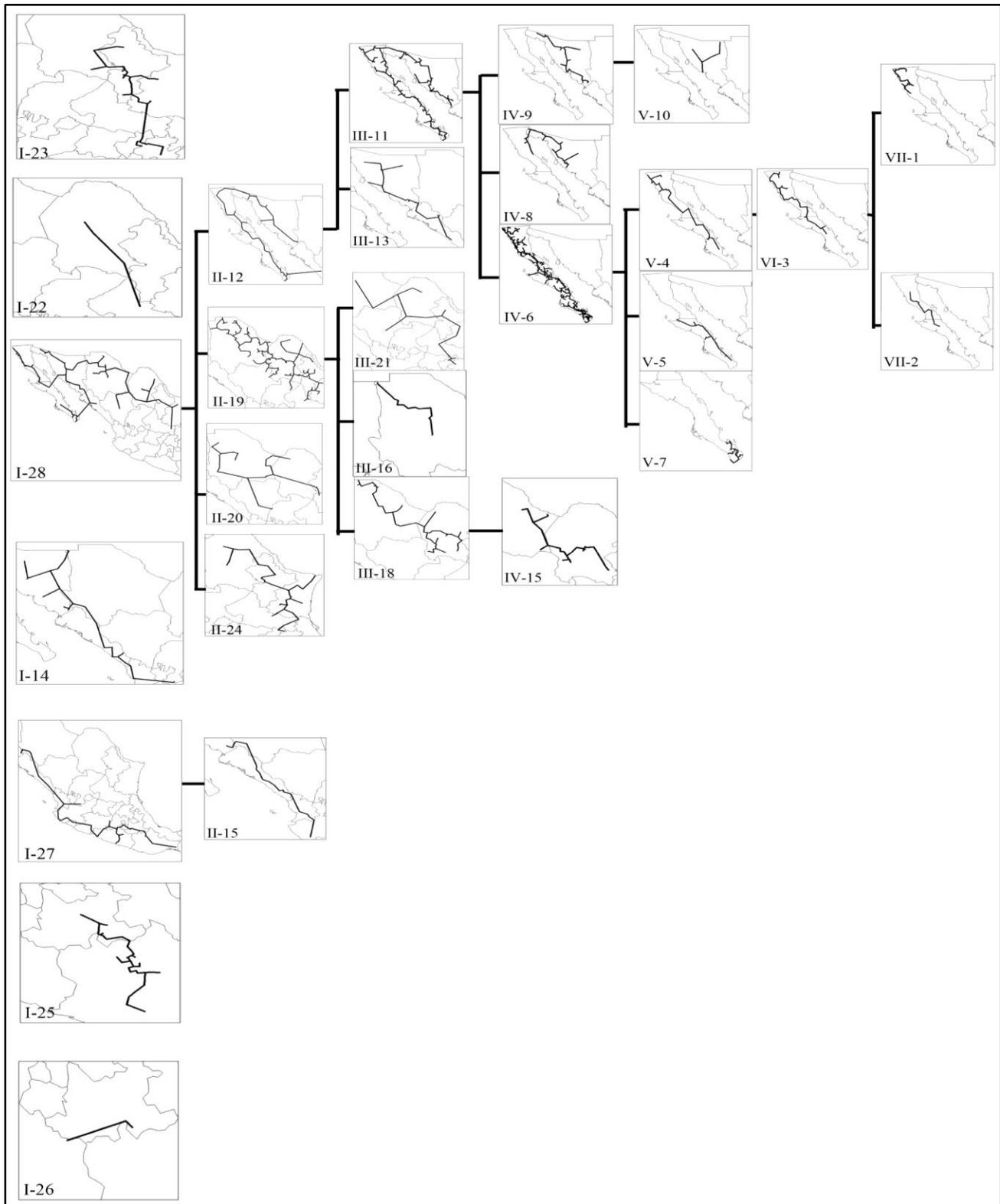


Figura 23. Niveles de anidamiento y trazos generalizados que los conforman. Los números romanos indican el nivel de anidamiento al que pertenece cada trazo y los números arábigos indican el número de trazo generalizado

Cuadro 4. Nodos, trazos generalizados y especies que los integran. BCS: Baja California Sur, BCSC: Baja California Sur centro; BCSN: Baja California Sur norte; BCNC.- Baja California norte centro; BCN.- Baja California norte; SN: Sonora norte; SC: Sonora centro; SS: Sonora sur; SNE: Sonora noreste; CHC.- Chihuahua centro; CHS: Chihuahua sur; CHSE.- Chihuahua sureste; CHNE: Chihuahua noreste; CHE: Chihuahua este; COAO.- Coahuila oeste; COANO.- Coahuila noroeste; COAN; Coahuila norte; COACa: Coahuila centro a; COACb: Coahuila centro b; COACS: Coahuila centro-sur; COASa: Coahuila sur a; COASb: Coahuila sur b; COANE: Coahuila noreste; NLC: Nuevo León centro; TAMCE: Tamaulipas centro este; PS: Puebla sur.

NODO	TRAZO GENERALIZADO	ESPECIES
1.-BCS	5, 7	<i>Arizona pacata, Petrosaurus repens, Bogertophis rosaliae, Hypsiglena slevini, Elgaria paucicarinata, Petrosaurus thalassinus, Phyllodactylus unctus, Sceloporus hunsakeri, S. licki</i>
2.-BCSC	4, 5	<i>Sceloporus orcutti, Urosaurus nigricaudus, Thamnophis hammondii, Arizona pacata, Petrosaurus repens, Bogertophis rosaliae, Hypsiglena slevini</i>
3.-BCSN	4, 5	<i>Sceloporus orcutti, Urosaurus nigricaudus, Thamnophis hammondii, Arizona pacata, Petrosaurus repens, Bogertophis rosaliae, Hypsiglena slevini</i>
4.- BCNC	6, 8	<i>Aspidoscelis hyperythra, Chionactis occipitalis, Crotalus cerastes, C. enyo, C. mitchellii, C. ruber, Hypsiglena ochrorhyncha, Masticophis fuliginosus, Phrynosoma coronatum, P. mcallii, P. platyrhinos, Phyllodactylus xanti, Pituophis vertebralis, Sceloporus zosteromus</i>
5.- BCN	6, 8	<i>Aspidoscelis hyperythra, Chionactis occipitalis, Crotalus cerastes, C. enyo, C. mitchellii, C. ruber, Hypsiglena ochrorhyncha, Masticophis fuliginosus, Phrynosoma coronatum, P. mcallii, P. platyrhinos, Phyllodactylus xanti, Pituophis vertebralis, Sceloporus zosteromus</i>
6.- SN	8, 9	<i>Chionactis occipitalis, Crotalus cerastes, C. tigris, Heloderma suspectum, Hypsiglena chlorophaea, Phrynosoma mcallii, P. platyrhinos, Trimorphodon lambda</i>
7.- SC	8, 9	<i>Chionactis occipitalis, Crotalus cerastes, C. tigris, Heloderma suspectum, Hypsiglena chlorophaea, Phrynosoma mcallii, P. platyrhinos, Trimorphodon lambda</i>
8.-SS	8, 9	<i>Chionactis occipitalis, Crotalus cerastes, C. tigris, Heloderma suspectum, Hypsiglena chlorophaea, Phrynosoma mcallii, P. platyrhinos, Trimorphodon lambda</i>
9.-SNE	28, 14	<i>Masticophis bilineatus, M. flagellum, Pituophis catenifer, Sceloporus clarki</i>
10.- CHC	16, 18	<i>Aspidoscelis exanguis, A. marmorata, A. uniparens, Sceloporus bimaculosus, S. undulatus</i>
11.- CHS	19, 20	<i>Aspidoscelis inornata, Crotalus lepidus, Cophosaurus texanus, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, Sceloporus poinsetti</i>
12.- CHNE	19, 20	<i>Aspidoscelis inornata, Crotalus lepidus, Cophosaurus texanus, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, Sceloporus poinsetti</i>
13.-CHE	19, 20	<i>Aspidoscelis inornata, Crotalus lepidus, Cophosaurus texanus, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, Sceloporus poinsetti</i>

Cuadro 4. Continuación.

<b>NODO</b>	<b>TRAZO GENERALIZAD O</b>	<b>ESPECIES</b>
14.- COAO	18, 21	<i>Aspidoscelis marmorata, Pantherophis emoryi, Salvadora grahamiae, Sceloporus bimaculosus, S. undulatus</i>
15.- CHSE	19, 20	<i>Aspidoscelis inornata, Crotalus lepidus, Cophosaurus texanus, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, Sceloporus poinsetti</i>
16.- COANO	18, 21	<i>Aspidoscelis marmorata, Pantherophis emoryi, Salvadora grahamiae, Sceloporus bimaculosus, S. undulatus</i>
17.-COAN	19, 24	<i>Aspidoscelis inornata, Cophosaurus texanus, Micrurus tener, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, P. tetragrammus, Sceloporus olivaceus</i>
18.-COACa	19, 24	<i>Aspidoscelis inornata, Cophosaurus texanus, Micrurus tener, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, P. tetragrammus, Sceloporus olivaceus</i>
19.-COACb	22, 28	<i>Lampropeltis alterna, Masticophis flagellum, Pituophis catenifer, Tantilla atriceps</i>
20.- COACS	19, 20	<i>Aspidoscelis inornata, Crotalus lepidus, Cophosaurus texanus, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, Sceloporus poinsetti</i>
21.-COASa	18, 21	<i>Aspidoscelis marmorata, Pantherophis emoryi, Salvadora grahamiae, Sceloporus bimaculosus, S. undulatus</i>
22.-COASb	22, 23, 28	<i>Lampropeltis alterna, Masticophis flagellum, Pituophis catenifer, Sceloporus minor, S. parvus, Tantilla atriceps</i>
23.-COANE	19, 24	<i>Aspidoscelis inornata, Cophosaurus texanus, Micrurus tener, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, P. tetragrammus, Sceloporus olivaceus</i>
24.- NLC	19, 24	<i>Aspidoscelis inornata, Cophosaurus texanus, Micrurus tener, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, P. tetragrammus, Sceloporus olivaceus</i>
25.- TAMCE	19, 24	<i>Aspidoscelis inornata, Cophosaurus texanus, Micrurus tener, Phrynosoma modestum, P. cornutum, Plestiodon obsoletus, P. tetragrammus, Sceloporus olivaceus</i>
26.- PS	25, 26, 27	<i>Anolis quercorum, Aspidoscelis parvisocia, Phyllodactylus bordai, Phrynosoma braconnieri, Sceloporus horridus, S. jalapae, Urosaurus bicarinatus</i>

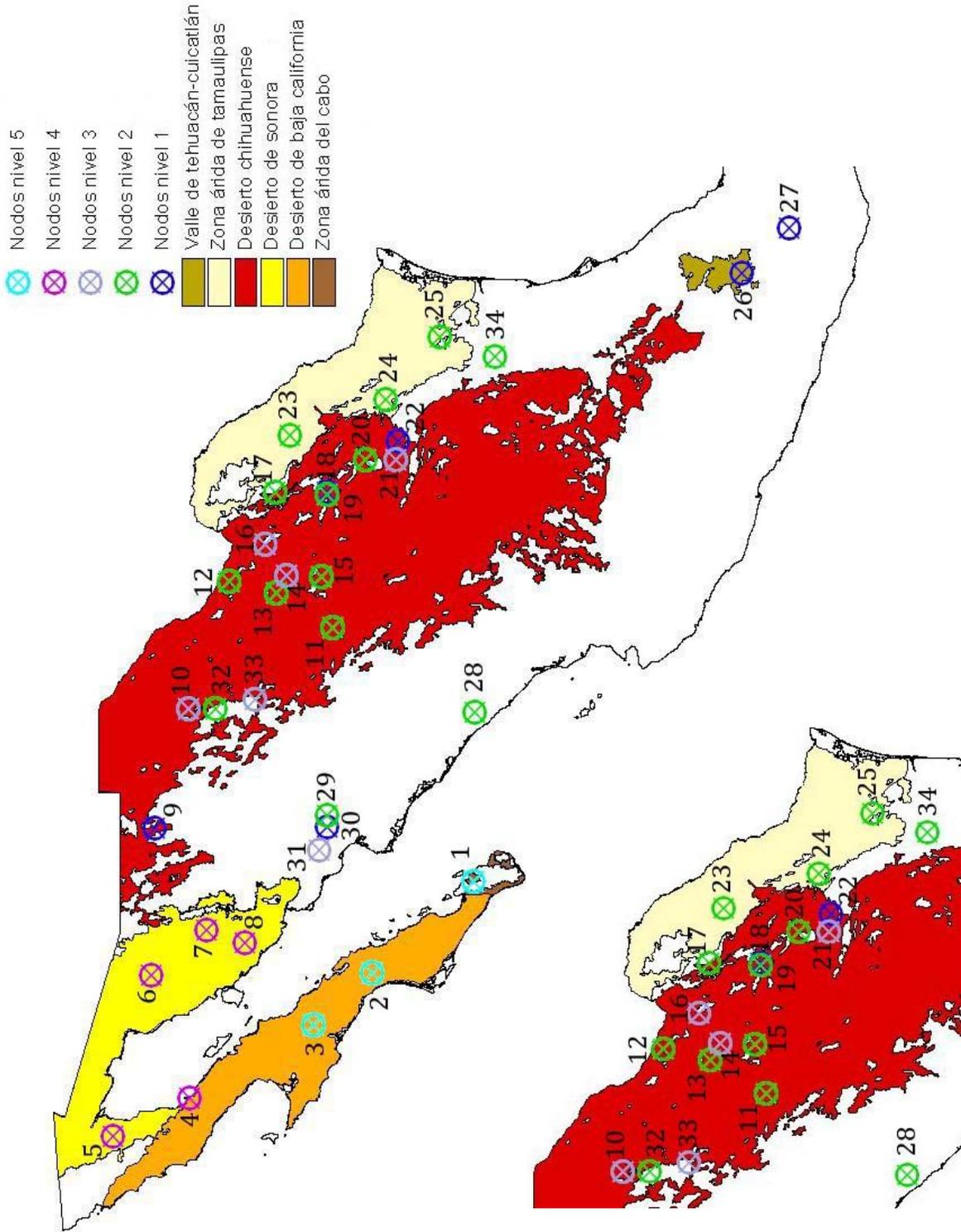


Figura. 24. Mapa superior derecho que muestra los 34 nodos encontrados, de los cuales únicamente 28 coinciden con alguno de los seis desiertos mexicanos. Mapa inferior izquierdo muestra un acercamiento de los nodos ubicados en la región noreste del país.

Los nodos correspondientes a cada nivel de anidamiento y su coincidencia con las regiones desérticas de México se observaron de la siguiente manera: Para el primer nivel se identificaron cuatro nodos, en el segundo nivel 10, en el tercer nivel cuatro, cinco nodos para el cuarto nivel y tres nodos para el nivel cinco. En los niveles 6 y 7 no se identificaron nodos (Cuadro 5; Figs. 25-28).

Cuadro 5. Niveles de anidamiento, trazos generalizados que los integran y nodos correspondientes a cada nivel. BCS: Baja California Sur, BCSC: Baja California Sur centro; BCSN: Baja California Sur norte; BCNC.- Baja California norte centro; BCN.- Baja California norte; SN: Sonora norte; SC: Sonora centro; SS: Sonora sur; SNE: Sonora noreste; CHC.- Chihuahua centro; CHS: Chihuahua sur; CHSE.- Chihuahua sureste; CHNE: Chihuahua noreste; CHE: Chihuahua este; COAO.- Coahuila oeste; COANO.- Coahuila noroeste; COAN; Coahuila norte; COACa: Coahuila centro a; COACb: Coahuila centro b; COACS: Coahuila centro-sur; COASa: Coahuila sur a; COASb: Coahuila sur b; COANE: Coahuila noreste; NLC: Nuevo León centro; TAMCE: Tamaulipas centro este; PS: Puebla sur.

Nivel de anidamiento	Trazos generalizados	Nodos
1	14, 22, 23, 25, 26, 27, 28	9.- SNE; 19.- COACa; 22.- COASb; 26.- PS
2	12, 15, 19, 20, 24	11.-CHS; 12.- CHNE; 13.- CHE; 15.- CHSE; 17.- COAN; 18.- COACa; 20.- COACS; 23.-COANE; 24.- NLC; 25.- TAMCE
3	11, 13, 16, 18, 21	10.- CHC; 14.- COAO; 16.- COANO; 21.- COASa
4	6, 8, 9, 17	5.- BCNC; 6.- BCN; 7.- SN; 8.- SC; 9.- SS
5	4, 5, 7, 10	1.-BCS, 2.-BCSc, 3.-BCSN
6	3	
7	1, 2	

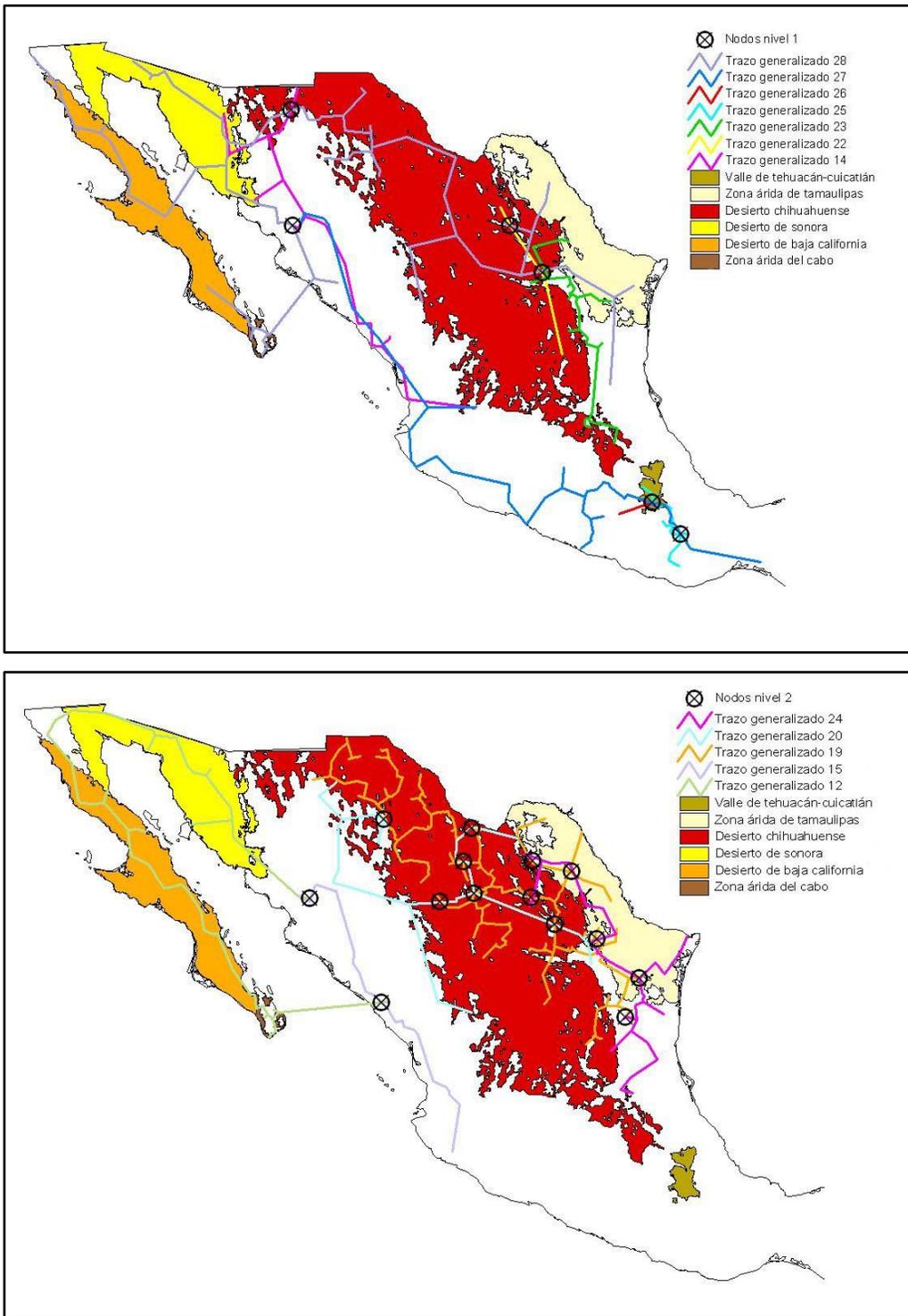


Figura 25. I) Mapa que muestra los siete trazos generalizados y cinco nodos del primer nivel de anidamiento, de los cuales únicamente cuatro coinciden con alguna zona desértica; II) Mapa que muestra los cinco trazos generalizados y los 14 nodos del segundo nivel de anidamiento, de los cuales sólo 10 coinciden con alguna zona desértica.

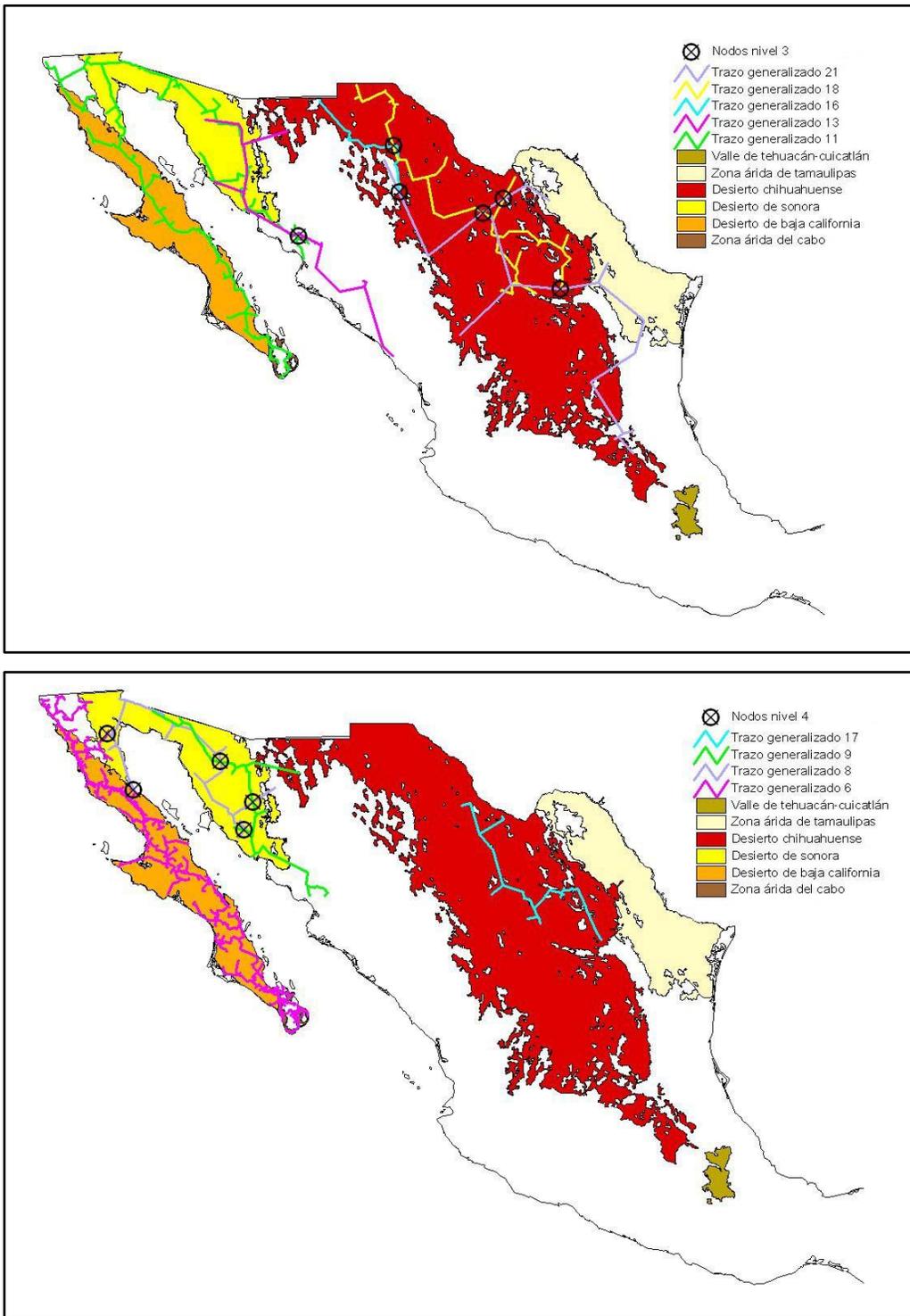


Figura 26. III) Mapa que muestra los cinco trazos generalizados y los seis nodos del 3er nivel de anidamiento, de los cuales sólo tres son coincidentes con alguna región desértica; IV) Mapa que muestra los cuatro trazos generalizados y los cinco nodos del 4° nivel de anidamiento, todos coincidentes con algún área desértica.

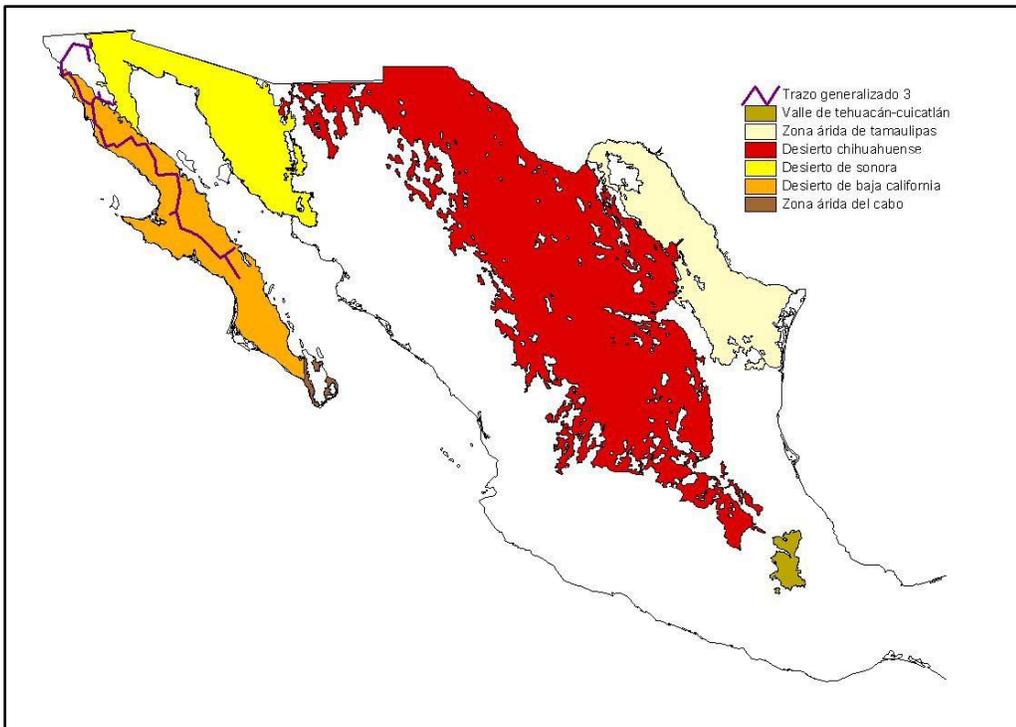
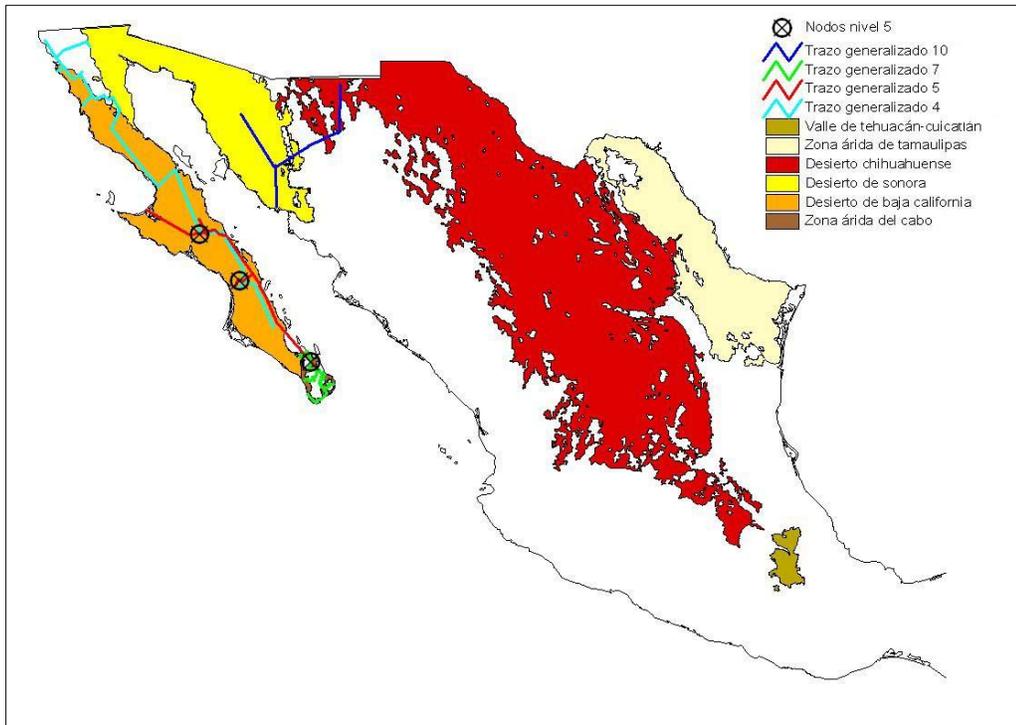


Figura 27. V) Mapa que muestra los cuatro trazos generalizados y los tres nodos del 5° nivel de anidamiento, todo coincidentes con alguna de las áreas desérticas de México; VI) Mapa que muestra el único trazo generalizado del 6° nivel de anidamiento, en el cual no se obtuvieron nodos.

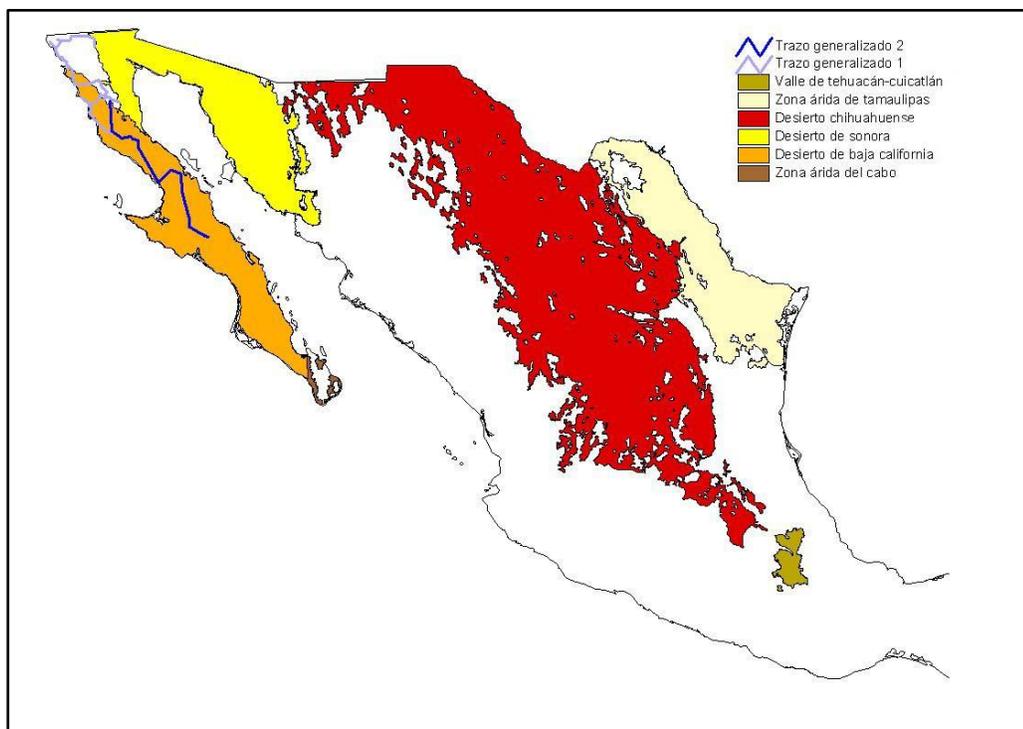


Figura 28. VII) Mapa que muestra los dos trazos generalizados del 7° nivel de anidamiento, para el cual no se encontraron nodos.

**Nodo 1- Baja California Sur**, se localiza al sur del estado de Baja California Sur, dentro de las zonas áridas del sur de la península de Baja California. Queda incluido dentro de la provincia biogeográfica del Cabo, en la provincia biótica San Lucasense y en la provincia morfotectónica Península de Baja California. Se ubica a una altitud promedio de entre 0 y los 200 m, y presenta una vegetación integrada principalmente por matorral crasicuale, matorral sarcocuale y Selva Baja. En este nodo intervienen los trazos generalizados 5 y 7 y lo integran especies que pueden habitar tanto zonas áridas, como zonas de bosques tempados y zonas integradas por Selva Baja Caducifolia, como son *Arizona pacata*, *Bogertophis rosaliae*, *Elgaria paucicarinata*, *Petrosaurus repens*, *P. thalassinus*, *Phyllodactylus unctus* y *Sceloporus licki*, así mismo, en este nodo se encuentra la especie *Hypsiglena slevini*, la cual habita principalmente de zonas de bosque de pino-encino, *Hypsiglena slevini*.

**Nodo 2-Baja California sur centro**, se localiza en el estado de Baja California Sur, dentro del desierto de Baja California, se encuentra dentro de la provincia biogeográfica de Baja California, en la provincia biótica Baja Californiense, subprovincia gigantana y en la provincia morfotectónica de Península de Baja California. Se encuentra entre los 400 y 600 m de altitud y presenta una vegetación integrada por

matorrales sarcocales. Este nodo está formado por los trazos generalizados 4 y 5 y lo integran especies que habitan varios tipos de vegetación a lo largo de la Península de Baja California como son *Arizona pacata*, *Bogertophis rosaliae*, *Petrosaurus repens*, *Sceloporus orcutti*, *Thamnophis hammondii* y *Urosaurus nigricaudus*. Además en este nodo se encuentra la especie *Hypsiglena slevini*, que habita bosques de pino-encino.

**Nodo 3-Baja California sur norte**, se localiza al norte del estado de Baja California Sur, dentro del desierto de Baja California. Se encuentra dentro de la provincia biogeográfica de Baja California, en la provincia biótica Baja Californiense, subprovincia gigantana y en la provincia morfotectónica de Península de Baja California, a una altitud entre 0 y 200 m; la vegetación en este nodo consiste en matorrales sarcocales. Este nodo está integrado por los trazos generalizados 4 y 5, cuyas especies pueden habitar varios tipos de vegetación a lo largo de la Península de Baja California, como ocurre con las especies *Arizona pacata*, *Bogertophis rosaliae*, *Petrosaurus repens*, *Sceloporus orcutti*, *Thamnophis hammondii* y *Urosaurus nigricaudus*. Además en este nodo se encuentra la especie *Hypsiglena slevini*, que habita bosques de pino-encino.

**Nodo 4-Baja California norte centro**, se localiza al centro y al este del estado de Baja California, en el desierto de Baja California y dentro de la provincia biogeográfica de Baja California, en la provincia biótica Baja Californiense, subprovincia San Pedro Martiriana y en la provincia morfotectónica de Península de Baja California. La altitud promedio en este nodo va de entre 0 y 200 m y la vegetación que presenta es de matorral desértico micrófilo. Este nodo está integrado por los trazos generalizados 6 y 8, con especies de ambientes desérticos como *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *Phrynosoma mcallii*, *Phrynosoma platyrhinos*, *Sceloporus zosteromus* y *Tantilla planiceps*; y especies que habitan una gama más amplia de tipos de vegetación como *Aspidoscelis hyperythra*, *Crotalus enyo*, *C. mitchellii*, *C. ruber*, *Hypsiglena ochrorhyncha*, *Masticophis fuliginosus*, *Phrynosoma coronatum*, *Phyllodactylus xanti*, *Pituophis vertebralis*, *Trimorphodon lyrophanes* y *Urosaurus nigricaudus*.

**Nodo 5-Baja California norte**, se localiza al noreste del estado de Baja California, dentro del desierto sonorense por lo que queda incluido en la provincia biogeográfica de Sonora, en los límites de las provincias bióticas Californiense y Sonorense y entre los límites de las provincias morfotectónicas de Península de Baja California y Planicies y Sierras del Noroeste. Se ubica entre los 200 y 600 m de altitud, y está integrado por matorral desértico micrófilo. A este nodo lo conforman los trazos

generalizados 6 y 8, con especies de ambientes desérticos como *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *Phrynosoma mcallii*, *P. platyrhinos*, *Sceloporus zosteromus* y *Tantilla planiceps*; y especies que habitan una gama más amplia de tipos de vegetación como *Aspidoscelis hyperythra*, *Crotalus enyo*, *C. mitchellii*, *C. ruber*, *Hypsiglena ochrorhyncha*, *Masticophis fuliginosus*, *Phrynosoma coronatum*, *Phyllodactylus xanti*, *Pituophis vertebralis*, *Trimorphodon lyrophanes* y *Urosaurus nigricaudus*.

**Nodo 6-Sonora norte**, se encuentra en el estado de Sonora, dentro de la región desértica del desierto de Sonora, en la provincia biogeográfica de Sonora, en la provincia biótica Sonorense y en la provincia morfotectónica de Planicies y Sierras del Noroeste. La altitud en este nodo va de entre los 200 y 400 m de altitud, la vegetación en este nodo es de matorrales desértico micrófilo y zonas de agricultura de riego. Este nodo está integrado por los trazos generalizados 8 y 9, cuyas especies son principalmente desérticas, *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *C. tigris*, *Heloderma suspectum*, *Hypsiglena chlorophaea*, *Phrynosoma mcallii*, *P. platyrhinos* y *Trimorphodon lambda*.

**Nodo 7-Sonora centro**, se encuentra en el estado de Sonora, dentro de la región desértica del desierto de Sonora, en la provincia biogeográfica de Sonora, en la provincia biótica Sonorense y en la provincia morfotectónica de Planicies y Sierras del Noroeste. La altitud varía entre los 400 y 600 m y presenta una vegetación integrada por matorrales sarcocaulales, matorral desértico micrófilo, mezquiales y pastizal cultivado. A este nodo lo integran los trazos generalizados 8 y 9, cuyas especies son principalmente desérticas, *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *C. tigris*, *Heloderma suspectum*, *Hypsiglena chlorophaea*, *Phrynosoma mcallii*, *P. platyrhinos* y *Trimorphodon lambda*.

**Nodo 8-Sonora sur**, se encuentra al sur del estado de Sonora, en el desierto de Sonora y queda incluido en la provincia biogeográfica de Sonora, en la provincia biótica Sonorense y en la provincia morfotectónica de Planicies y Sierras del Noroeste. Presenta una altitud entre los 0 y 200 m y una vegetación integrada por mezquiales. A este nodo lo integran los trazos generalizados 8 y 9, cuyas especies son principalmente desérticas, *Chionactis occipitalis*, *C. cerastes*, *C. tigris*, *Heloderma suspectum*, *Hypsiglena chlorophaea*, *Phrynosoma mcallii*, *P. platyrhinos* y *Trimorphodon lambda*.

**Nodo 9-Sonora noreste**, se ubica al noreste del estado de Sonora, dentro de la región del desierto Chihuahuense, y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, cerca de los límites de las provincias bióticas Sierra Madre Occidentalense y Chihuahuense y de los límites de las provincias morfotectónicas Planicies y Sierras del Noroeste y Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila.

Presenta una altitud entre los 100 y 1400 m y una vegetación conformada por pastizales naturales. El nodo 9 está integrado por los trazos generalizados 14 y 28, cuyas especies habitan tanto zonas desérticas como áreas boscosas. Las especies que lo integran son *Masticophis bilineatus*, *M. flagellum*, *Pituophis catenifer* y *Sceloporus clarki*.

**Nodo 10-Chihuahua centro**, se encuentra casi al centro del estado de Chihuahua, dentro de la región del desierto Chihuahuense, en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Chihuahuense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. Presenta una altitud de entre 1600 y 1800 m, y la vegetación se conforma de pastizales naturales. Este nodo se conforma por los trazos generalizados 16 y 18, los cuales presentan especies de zonas aridas como *Aspidoscelis uniparens*, *A. marmorata* y *Sceloporus bimaculosus*, así como especies de bosques templados como *Aspidoscelis exanguis* y *Sceloporus undulatus*.

**Nodo 11-Chihuahua sur**, se ubica al sur del estado de Chihuahua, dentro de la región del desierto Chihuahuense y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en los límites de las provincias bióticas Chihuahuense y Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. Este nodo se encuentra a una altitud de entre 1400 y 1600 m, y presenta una vegetación conformada de matorrales desérticos micrófilos, pastizales naturales y pastizales halófilos. A este nodo lo integran los trazos generalizados 19 y 20, cuyas especies son principalmente desérticas, aunque algunas de ellas pueden habitar áreas de bosque de pino-encino como *Crotalus lepidus*, *Plestiodon obsoletus* y *Sceloporus poinsetti*.

**Nodo 12-Chihuahua noreste**, se ubica en el noreste del estado de Chihuahua, dentro de la región del desierto Chihuahuense y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. Este nodo se localiza a una altitud entre 1000 y 1400 m, y presenta una vegetación conformada por matorrales desérticos micrófilos, agricultura de riego y pastizales naturales. A este nodo lo integran los trazos generalizados 19 y 20, cuyas especies son principalmente desérticas, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum* y *P. cornutum*; y especies que pueden habitar tanto zonas desérticas como áreas de bosque de pino-encino como *Crotalus lepidus*, *Plestiodon obsoletus* y *Sceloporus poinsetti*.

**Nodo 13-Chihuahua centro-este**, se ubica al centro y al este del estado de Chihuahua, dentro de la región del desierto Chihuahuense y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud presente en este nodo varía entre 1400 y 1600 m y la vegetación se conforma por pastizales naturales y matorrales desérticos micrófilos. El nodo 13 está integrado por los trazos generalizados 19 y 20, cuyas especies son principalmente desérticas, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum* y *P. cornutum*; y especies que pueden habitar tanto zonas desérticas como áreas de bosque de pino-encino como *Crotalus lepidus*, *Plestiodon obsoletus* y *Sceloporus poinsetti*.

**Nodo 14 Coahuila oeste**, está ubicado en la parte oeste del estado de Coahuila en los límites con Chihuahua, en la región del desierto Chihuahuense y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud presente en este nodo varía entre 1400 y 1600 m, y la vegetación se conforma de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetofilo y vegetación halófila. A este nodo lo integran los trazos generalizados 18 y 21, y presenta especies principalmente de zonas áridas como *Aspidoscelis marmorata*, *Pantherophis emoryi*, *Salvadora grahamiae* y *Sceloporus bimaculosus* aunque en el caso de *Pantherophis emoryi* y *Salvadora grahamiae*, estas pueden habitar en áreas de boscosas de la Sierra Madre Oriental, al igual que *Sceloporus undulatus* la cual es una especie que habita en bosques templados.

**Nodo 15-Chihuahua sureste**, se localiza al sureste del estado de Chihuahua, dentro de la región del desierto Chihuahuense y queda incluido en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. Se ubica a una altitud de 1200 m, y presenta una vegetación de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetofilo y vegetación halófila. El nodo 15 está integrado por los trazos generalizados 19 y 20, cuyas especies son principalmente desérticas, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum* y *P. cornutum*; y especies que pueden habitar tanto zonas desérticas como áreas de bosque de pino-encino como *Crotalus lepidus*, *Plestiodon obsoletus* y *Sceloporus poinsetti*.

**Nodo 16-Coahuila noroeste**, se ubica al noroeste de Coahuila, dentro del desierto de Chihuahua, en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud en este nodo varía entre los 1200 y los 1600 m, y la vegetación se compone de matorral desértico rosetofilo, vegetación halófila y chaparral. Lo integran los trazos generalizados 18 y 21. Este nodo está integrado por especies principalmente de zonas áridas como *Aspidoscelis marmorata*, *Pantherophis emoryi*, *Salvadora grahamiae* y *Sceloporus bimaculosus* aunque en el caso de *Pantherophis emoryi* y *Salvadora grahamiae*, estas pueden habitar áreas de boscosas de la Sierra Madre Oriental, al igual que *Sceloporus undulatus* la cual es una especie que habita en bosques templados.

**Nodo 17-Coahuila norte**, se encuentra al norte de Coahuila, en el desierto Chihuahuense y dentro de la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud presente en este nodo varía, entre los 1000 y los 1400 m, y presenta una vegetación compuesta por matorral desértico rosetofilo y matorral submontano. A este nodo lo integran los trazos generalizados 19 y 24, los cuales presentan especies de ambientes desérticos, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *Phrynosoma cornutum* así como especies que pueden habitar desde vegetaciones desérticas hasta bosques de pino-encino como *Micrurus tener*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus*.

**Nodo 18-Coahuila centro a**, está ubicado al centro del estado de Coahuila, dentro de la región del desierto Chihuahuense, en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. Se localiza a una altitud entre 800 y 1000 m, y la vegetación se compone de matorral desértico rosetofilo, agricultura de riego y vegetación halófila. A este nodo lo integran los trazos generalizados 19 y 24, los cuales presentan especies de ambientes desérticos, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum* así como especies que pueden habitar desde vegetaciones desérticas hasta bosques de pino-encino como *Micrurus tener*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus*.

**Nodo 19-Coahuila centro b**, está ubicado al centro del estado de Coahuila, dentro de la región del desierto Chihuahuense, en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica

Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud en este nodo varía entre los 1200 y los 1600 m, y la vegetación se compone de matorral desértico rosetofilo, agricultura de riego y vegetación halófila. Al nodo 19 lo integran los trazos generalizados 22 y 28, con especies principalmente de zonas desérticas, *Lampropeltis alterna*, *Masticophis flagellum*, *Pituophis catenifer* y *Tantilla atriceps*, aunque las dos últimas pueden habitar también zonas con bosques templados.

**Nodo 20-Coahuila centro-sur**, se encuentra al centro y al sureste del estado de Coahuila, en la región del desierto de Chihuahua y dentro de la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Coahuilense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila. La altitud varía entre los 1000 y los 1400 m, y presenta una vegetación de matorrales desérticos micrófilos y matorral desértico rosetofilo. El nodo 20 está integrado por los trazos generalizados 19 y 20, cuyas especies son principalmente desérticas, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum* y *Phrynosoma cornutum*; y especies que pueden habitar zonas desérticas y áreas de bosque de pino-encino como *Crotalus lepidus*, *Plestiodon obsoletus* y *Sceloporus poinsetti*.

**Nodo 21-Coahuila sur a**, se localiza al sur de Coahuila, en el desierto Chihuahuense y dentro de la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, muy cerca de los límites de las provincias bióticas Coahuilense y Sierra Madre Orientalense y en los límites de las provincias morfotectónicas Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila y Sierra Madre Oriental. Este nodo se ubica entre los 1200 y los 1400 m de altitud, y la vegetación se compone de campos de agricultura de temporal y matorral desértico rosetofilo. Lo integran los trazos generalizados 18 y 21, cuyas especies habitan principalmente zonas áridas, como *Aspidoscelis marmorata*, *Pantherophis emoryi*, *Salvadora grahamiae* y *Sceloporus bimaculosus*, aunque en el caso de *Pantherophis emoryi* y *Salvadora grahamiae*, estas pueden habitar en áreas de boscosas de la Sierra Madre Oriental, al igual que *Sceloporus undulatus* la cual es una especie que habita principalmente en bosques templados.

**Nodo 22-Coahuila sur b**, está ubicado al sur del estado de Coahuila, dentro de la región del desierto Chihuahuense y en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, muy cerca de los límites de las provincias bióticas Coahuilense y Sierra Madre Orientalense y en los límites de las provincias morfotectónicas Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila y Sierra Madre Oriental. La altitud presente en este nodo varía entre 1600 y 2000 m, y la vegetación se compone de campos de agricultura

de temporal y matorral desértico rosetofo. El nodo 22 se conforma por los trazos generalizados 22, 23 y 28, cuyas especies habitan en zonas áridas, como *Lampropeltis alterna* y *Masticophis flagellum*, y especies distribuidas tanto en zonas áridas como en áreas de bosques templados como *Pituophis catenifer*, *Sceloporus minor*, *S. parvus* y *Tantilla atriceps*.

**Nodo 23-Coahuila noreste**, se ubica al noreste de Coahuila dentro del desierto Chihuahuense y en la provincia biogeográfica del Altiplano Norte, en la provincia biótica Tamaulipense y en la provincia morfotectónica Mesetas y Cordilleras de Chihuahua. La altitud presente en este nodo varía entre los 200 y los 400 m, y la vegetación se compone de pastizales naturales, pastizales cultivados y matorral desértico micrófilo. El nodo 23 está integrado por los trazos generalizados 19 y 24, los cuales presentan especies de ambientes desérticos, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum* así como especies que pueden habitar desde vegetaciones desérticas hasta bosques de pino-encino como *Micrurus tener*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus*.

**Nodo 24-Nuevo León norte**, se encuentra al centro del estado de Nuevo León, en la zona desértica denominada como tierras áridas de Tamaulipas y dentro de la provincia biogeográfica de Tamaulipas, en los límites de las provincias bióticas Coahuilense, Sierra Madre Orientalense y Tamaulipense y en los límites de las provincias morfotectónicas Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila, Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo. Presenta una altitud entre 400 y 600 m, y la vegetación es de agricultura de temporal y de riego, y se encuentra dentro de una zona urbana. El nodo 24 está integrado por los trazos generalizados 19 y 24, los cuales presentan especies de zonas desérticas, como *Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum* así como especies que pueden habitar desde vegetaciones desérticas hasta bosques de pino-encino como *Micrurus tener*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus*.

**Nodo 25-Tamaulipas centro**, se ubica al centro y al este del estado de Tamaulipas, queda incluido dentro de la zona árida de Tamaulipas, en la provincia biogeográfica de Tamaulipas, en los límites de las provincias bióticas Sierra Madre Orientalense y Tamaulipense y en los límites de las provincias morfotectónicas Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo. La altitud en este nodo varía entre 600 y 800 m, y presenta una vegetación formada por matorrales submontanos. El nodo 25 está integrado por los trazos generalizados 19 y 24, los cuales presentan especies de zonas desérticas, como

*Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum* así como especies que pueden habitar desde vegetaciones desérticas hasta bosques de pino-encino como *Micrurus tener*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus* y *Sceloporus olivaceus*.

**Nodo 26-Puebla sur**, se ubica al sur del estado de Puebla, dentro de la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y queda incluido dentro de la provincia biogeográfica del Eje Volcánico, en la provincia biótica Oaxaquense, subprovincia Mixteco-Zapotecana y en la provincia morfotectónica Sierra Madre del Sur. Presenta una altitud entre 1600 y 2000 m, y la vegetación se conforma de matorral crasicuale, matorral desértico rosetofilo y pastizal cultivado. A este nodo lo integran los trazos generalizados 25, 26 y 27, cuyas especies habitan distintos tipos de vegetación, por ejemplo, *Anolis quercorum*, *Phrynosoma braconnieri*, *Sceloporus jalapae* y *S. horridus*, habitan tanto áreas desérticas como bosques de pino-encino, en tanto *Aspidoscelis parvisocia*, *Phyllodactylus bordai* y *Urosaurus bicarinatus* habitan áreas desérticas y zonas de Selva Baja Caducifolia.

A partir de los diferentes niveles de anidamiento, fue posible encontrar dos nodos parcialmente superpuestos, los cuales se localizan en el desierto Chihuahuense, en el centro del estado de Coahuila, en el área conocida como Cuatro Ciénegas (Fig. 29).

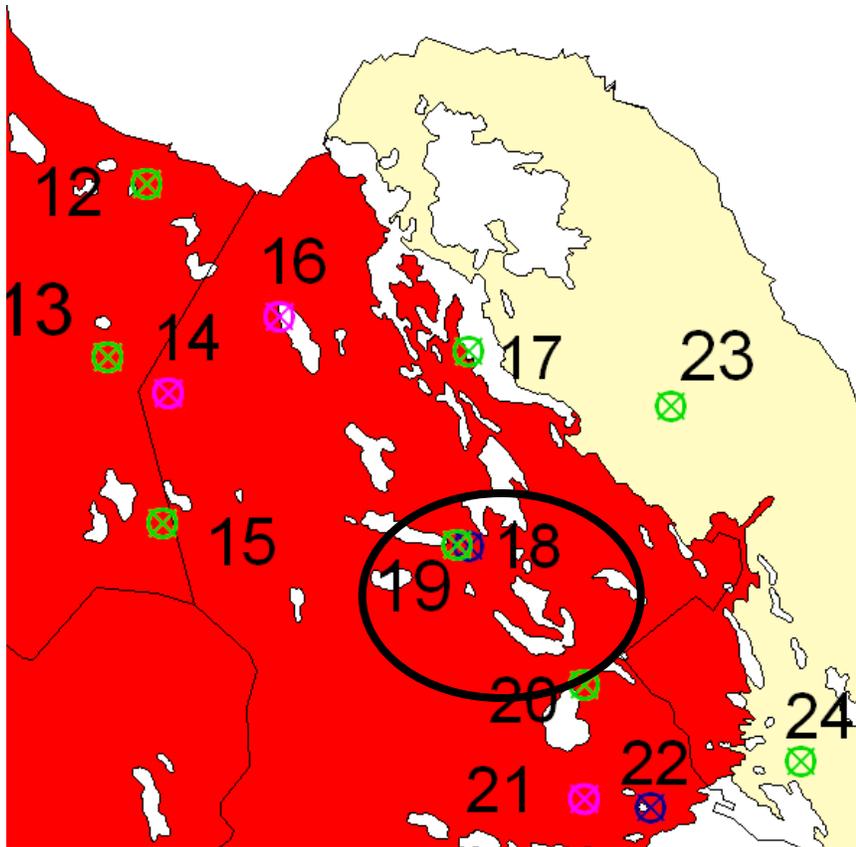


Figura. 29. Mapa que muestra la superposición parcial de los nodos 18 y 19, en la parte noreste del Desierto Chihuahuense.

### 8. 3. Comparación de nodos con áreas de importancia biológica

Al superponer los 26 nodos encontrados en los desiertos mexicanos sobre los mapas de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) y las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs), se encontraron un total de 16 nodos que coinciden con alguna de las propuestas de conservación mencionadas. Los seis nodos que coinciden con alguna ANP son los siguientes: nodos 3 y 4 “Baja California sur norte” y “Baja California norte-centro” coinciden con El Vizcaíno, el nodo 12 “Chihuahua noreste” con Cañón de Santa Elena, los nodos 18 y 19 “Coahuila centro a” y Coahuila centro b” con Cuatro Ciénegas y el nodo 26 “Puebla sur” con el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fig. 30; Cuadro 8).

Con respecto a las AICAs, siete nodos son los que muestran coincidencia con alguna de ellas: el nodo 4 “Baja California norte-centro” con el Sistema Luís Gonzaga, el nodo 6 “Sonora norte” con Baserac-Sierra Tabaco-Río Bavispe, el nodo 15 “Chihuahua sureste” con Laguna de Jaco y los nodos 18 y 19 “Coahuila centro a” y “Coahuila centro b” con Cuatro Ciénegas, el nodo 25 “Tamaulipas centro-este”

con Sierra de San Carlos y el nodo 26 “Puebla sur” con Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fig. 31; Cuadro 8).

Para el caso de las RTPs, 14 nodos mostraron coincidencia, nodo 2 “Baja California sur-centro” con Sierra La Gitana, nodo 3 “Baja California sur norte” con El Vizcaíno, nodo 6 “Sonora norte” con Bavispe-El Tigre, nodo 10 “Chihuahua-centro” con Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón, nodo 12 “Chihuahua noreste” con Cañón de Santa Elena, nodos 13 y 14 “Chihuahua este” y “Coahuila oeste” con Laguna de Jaco, nodo 17 “Coahuila norte” con Sierras La Encantada-Santa Rosa, nodos 18 y 19 “Coahuila centro a” y “Coahuila centro b” con Cuatro Ciénegas, nodo 20 “Coahuila centro-sur” con Sierra La Paila, nodo 23 “Coahuila noreste” con Cuenca del Río Sabinas, el nodo 25 “Tamaulipas centro-este” con Sierra de San Carlos y el nodo 26 “Puebla sur” con Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fig.32; Cuadro 8).

De los 16 nodos coincidentes con las ANPs, AICAs y RTPs, se observan tres nodos que coinciden con las tres propuestas, los nodos 18 y 19 “Coahuila centro a” y “Coahuila centro b” coinciden con el área de conservación Cuatro Ciénegas, y el nodo 26 “Puebla sur” con el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Por otro lado se encontraron seis nodos que se encuentran muy cercanos a alguna de las áreas de conservación antes mencionadas. Para el caso de las ANPs, el nodo 5 “Baja California norte” se ubica al oeste de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta de Río Colorado, el nodo 15 “Chihuahua sureste” al norte de Mapimi. Para el caso de las AICAs, el nodo 5 “Baja California norte” se ubica al suroeste del área Delta del Río Colorado, el nodo 11 “Chihuahua sur” al norte del área Cuchillas de la Zarca, el nodo 23 “Coahuila noreste” al noroeste de la Presa Venustiano Carranza. Con respecto a la RTPs, cinco nodos se ubican muy cerca de alguna de ellas, tal es el caso del nodo 5, al oeste con el Delta del Río Colorado, el nodo 6 “Sonora norte” al este de las Sierras del Álamo-El Viejo, el nodo 8 “Sonora sur” al oeste de Sierra Libre y al norte de Cajón del Diablo, el nodo 11 al norte de Cuchillas del Zarca, y el nodo 15 al norte de Mapimi.

Finalmente 10 nodos de los 26 presentes en los desiertos mexicanos no coincidieron con ninguna de las propuestas de conservación utilizadas (1: Baja California sur, 5: Baja California norte, 7: Sonora centro, 8: Sonora sur, 9: Sonora noreste, 11: Chihuahua sur, 16: Coahuila noroeste, 21: Coahuila sur a, 22: Coahuila sur b, 24: Nuevo León centro).

Cuadro 8. Nodos localizados en los desiertos mexicanos y áreas de conservación con las que coinciden. BCSC: Baja California Sur centro; BCSN: Baja California Sur norte; BCNC.- Baja California norte centro; SN: Sonora norte; CHC.- Chihuahua centro; CHNE: Chihuahua noreste; CHE: Chihuahua este; COAO.- Coahuila oeste; COAN; Coahuila norte; COACa: Coahuila centro a; COACb: Coahuila centro b; COACS: Coahuila centro-sur; COANE: Coahuila noreste; TAMCE: Tamaulipas centro este; PS: Puebla sur; AICAs: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, ANPs: Áreas Naturales Protegidas; RTPs: Regiones Terrestres Prioritarias.

<b>NODOS</b>	<b>ANPs</b>	<b>AICAs</b>	<b>RTPs</b>
2.-BCSC			Sierra La Giganta
3.-BCSN	El Vizcaíno		El Vizcaíno
4.-BCNC	El Vizcaíno	Sistema San Luís Gonzaga	
6.-SN		Baserac-Sierra Tabaco-Río Bavispe	Bavispe-El Tigre
10.-CHC			Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón
12.-CHNE	Cañón de Santa Elena		Cañón de Santa Elena
13.-CHE			Laguna de Jaco
14.-COAO			Laguna de Jaco
15.-CHSE		Laguna de Jaco	
17.-COAN			Sierras La Encantada-Santa Rosa
18.-COAC a	Cuatro Ciénegas	Cuatro Ciénegas	Cuatro Ciénegas
19.-COAC b	Cuatro Ciénegas	Cuatro Ciénegas	Cuatro Ciénegas
20.-COACS			Sierra La Paila
23.- COANE			Cuenca del Río Sabinas
25.- TAMCE		Sierra de San Carlos	Sierra de San Carlos
26- PS	Tehuacán-Cuicatlán	Valle de Tehuacán-Cuicatlán	Valle de Tehuacán-Cuicatlán

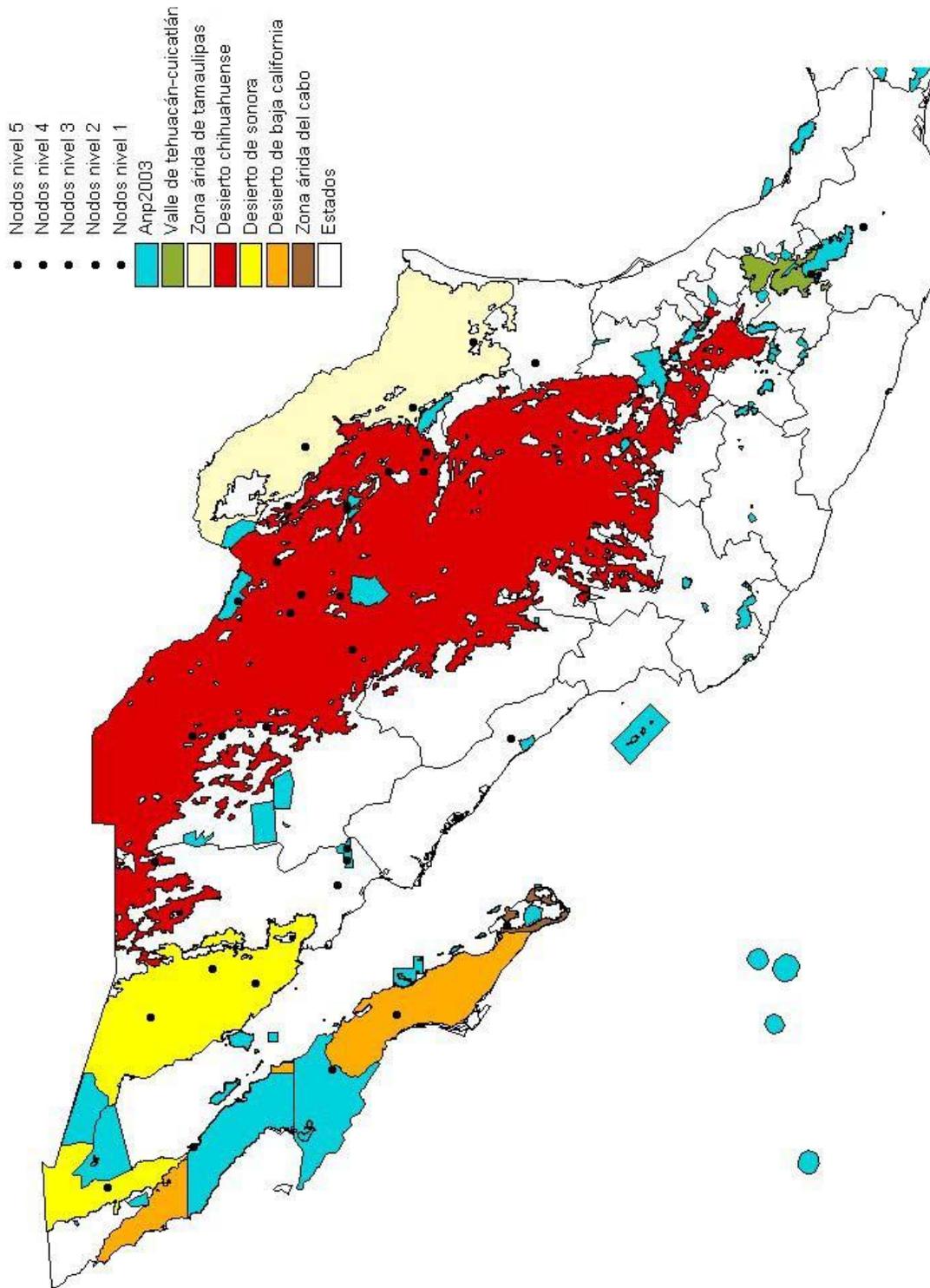


Figura 30. Mapa que muestra los nodos (puntos negros), que se encuentran dentro de las Áreas Naturales Protegidas, marcadas en color azul.

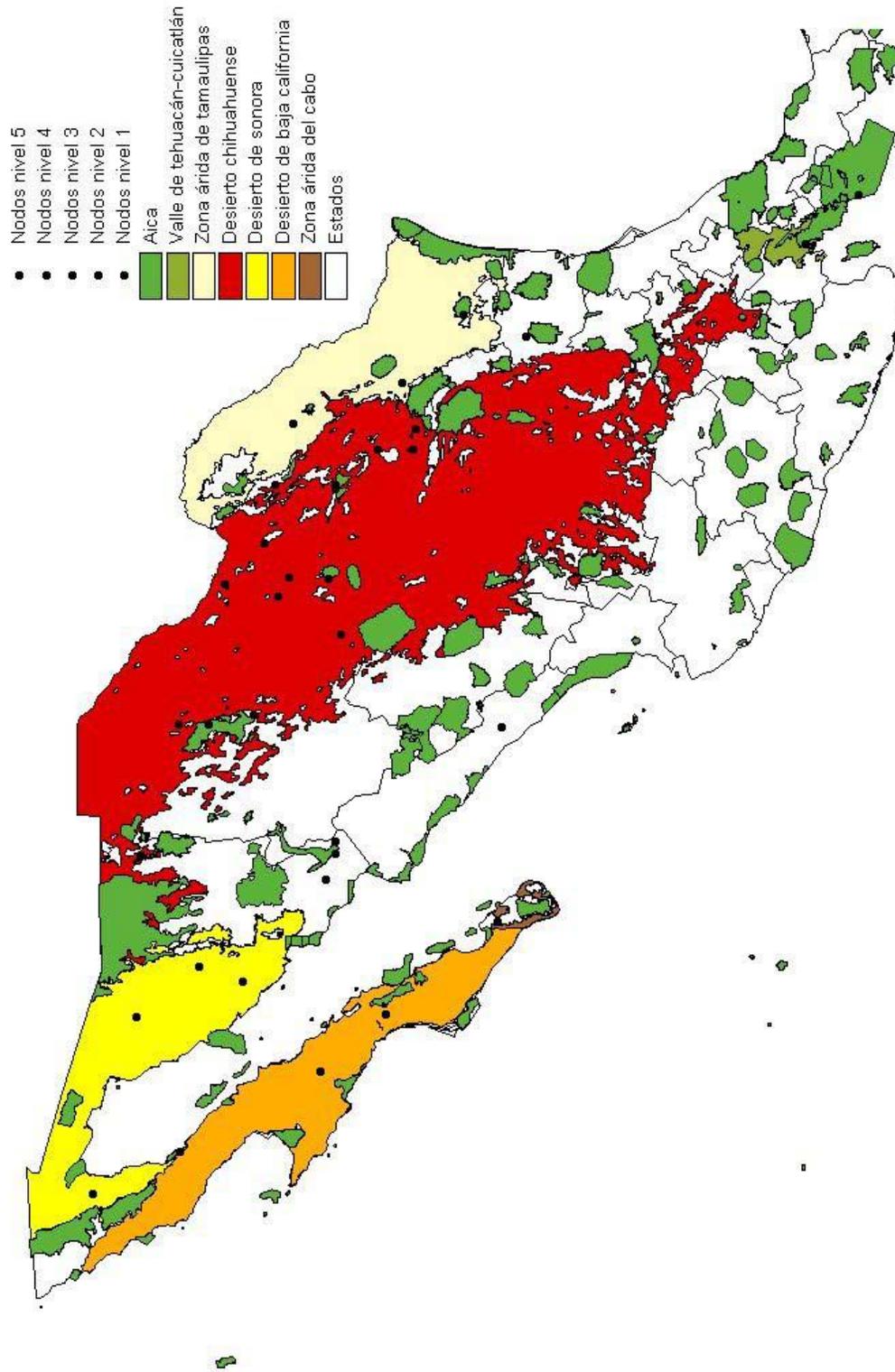


Figura 31. Mapa que muestra los nodos (puntos negros), que se encuentran dentro de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, marcadas en color verde.

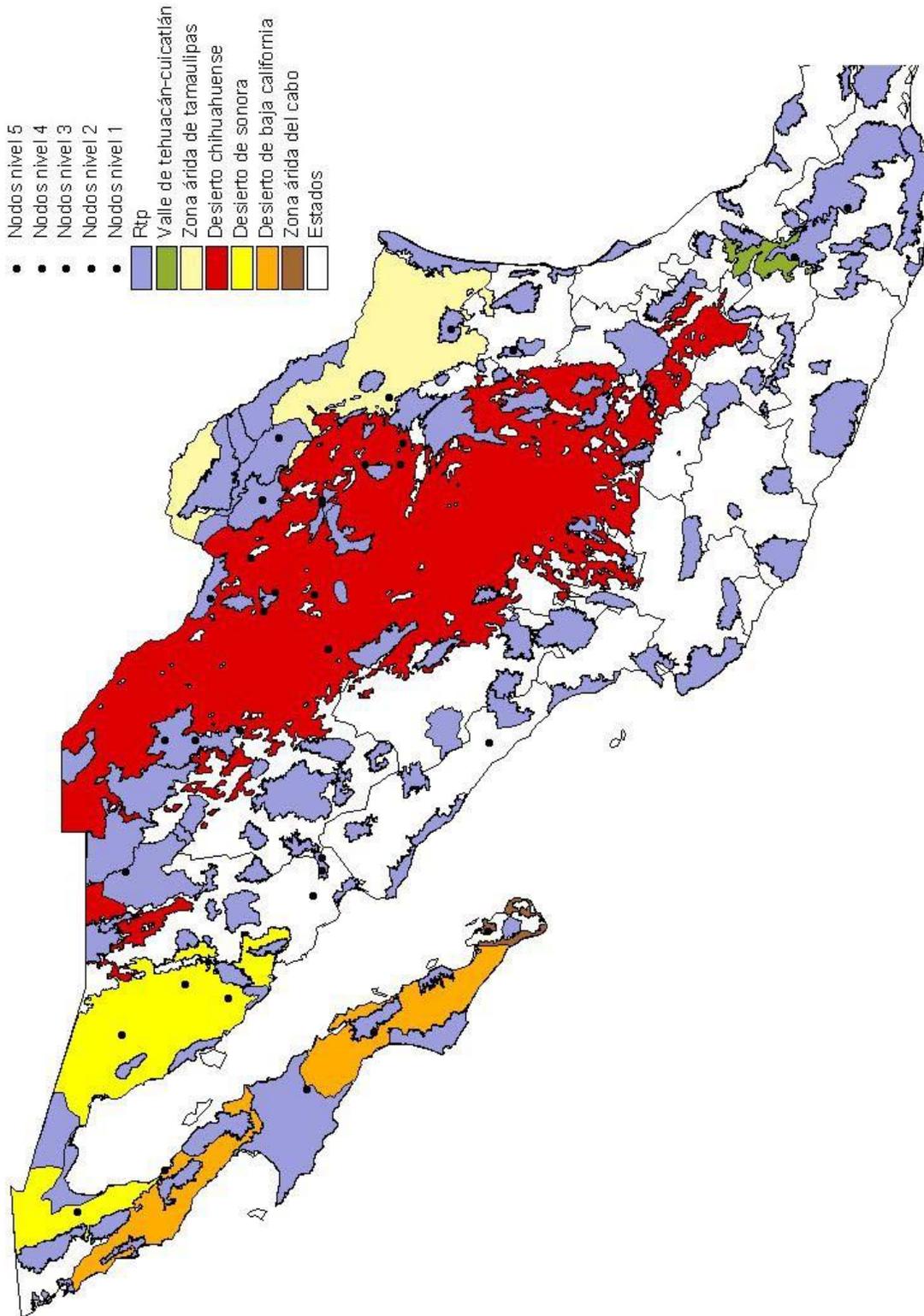


Figura 32. Mapa que muestra los nodos (puntos negros), que se encuentran dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias, marcadas en color lila.

#### 8.4. Análisis de complementariedad y priorización de nodos

De los 26 nodos encontrados en las zonas desérticas, los nodos 4 y 5 “Baja California norte-centro” y “Baja California norte”, presentan mayor número de especies (14) y el complemento residual más bajo (48), les sigue el nodo 1 “Baja California sur” con nueve especies y un complemento residual de 53. A continuación los nodos 6, 7, 8, 17, 18, 23, 24, 25 con ocho especies y un complemento residual de 54. Los nodos restantes presentan complementos residuales entre 55 y 58 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Complementos residuales obtenidos con la diferencia del complemento total (total de especies en los nodos 62) y el número de especies en cada nodo; método de Humphries *et al.* (1991).

NODO	TOTAL DE ESPECIES POR NODO	COMPLEMENTO RESIDUAL
1.-BCS	9	53
2.-BCSC	7	55
3.-BCSN	7	55
4.- BCNC	14	48
5.- BCN	14	48
6.- SN	8	54
7.- SC	8	54
8.-SS	8	54
9.-SNE	4	58
10.- CHC	5	57
11.- CHS	7	55
12.- CHNE	7	55
13.-CHE	7	55
14.- COAO	5	57
15.- CHSE	7	55
16.- COANO	5	57
17.-COAN	8	54
18.-COACa	8	54
19.-COACb	4	58
20.- COACS	7	55
21.-COASa	5	57
22.-COASb	5	57
23.-COANE	8	54
24.- NLC	8	54
25.- TAMCE	8	54
26.- PS	7	55

Con base en las especies complementarias y los demás criterios establecidos para la priorización de los nodos (comparación con áreas de importancia biológica, ubicación geográfica de los nodos y correspondencia con provincias biogeográficas, bióticas y morfotectónicas) se observa que mediante la selección de tres nodos es posible conservar casi el 50% de las 62 especies que integran los nodos, y con cinco nodos se conservaría el 69% de las especies (Cuadro 7). Los cinco nodos seleccionados en orden de prioridad para su conservación son los siguientes:

1. Nodo 5 “Baja California norte”, presenta al igual que el nodo 4 la mayor cantidad de especies (14) y por consiguiente el valor de complemento residual más bajo (48), sin embargo, a diferencia de este, el nodo 5 se ubica en el límite de las provincias bióticas (Californiense y Sonorense) y entre los límites de las provincias morfotectónicas (Península de Baja California y Planicies y Sierras del Noroeste). Este nodo no coincide con ninguna de las áreas de las ANPs, AICAs o RTPs, sin embargo protege 22 % de las especies presentes en los nodos.
2. El nodo 1 “Baja California Sur” contiene el máximo número de especies complementarias al nodo 5, un total de nueve, de las cuales cinco son endémicas a la región del Cabo (*Elgaria paucicarinata*, *Petrosaurus thalassinus*, *Phyllodactylus unctus*, *Sceloporus hunsakeri* y *S. licki*). Este nodo tampoco coincide con las áreas de conservación, y aunque en la región del Cabo se encuentra el área de conservación Sierra de la Laguna, ésta presenta un tipo de vegetación distinto al que se encuentra en el nodo, por lo tanto se sugiere establecer otra área de conservación en el nodo 1, así como un corredor biológico entre el nodo 1 y el área Sierra de la Laguna. Este nodo junto con el nodo anterior protegen 37.09 % de las especies de los nodos.
3. El nodo 26 “Puebla Sur” es el siguiente en cuanto a especies complementarias (7), de las cuales *Aspidoscelis parvisocia* es endémica a esta zona. Este nodo coincide con el ANP Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y junto con los dos nodos anteriores (1, 5) protegen el 48.3 % de las especies de los nodos.
4. Nodo 11 “Chihuahua sur”, presenta siete especies complementarias a los nodos anteriores (*Aspidoscelis inornata*, *Crotalus lepidus*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum*, *Plestiodon obsoletus*, *Sceloporus poinsetti*). Mismas que comparte con los nodos 12, 13, 15, 20, sin embargo el nodo 11 “Chihuahua sur” no coincide con ninguna de las áreas de

conservación. Este nodo, junto con los tres nodos anteriores protegen el 59.6 % de las especies localizadas en todos los nodos.

5. Nodo 22 “Coahuila sur b”, adiciona 6 especies complementarias al resto de nodos anteriormente mencionados, con lo que se completa casi el 70% de las especies incluidas en los nodos. Este nodo se ubica superpuesto con el nodo 21 “Coahuila sur a”, identificado en un nivel de anidamiento distinto, coincidiendo ambos nodos en la región de Cuatro Ciénegas. Con la adición del nodo 22 a los cuatro nodos seleccionados anteriormente se protege el 69.3 % de las especies y se protegen también las especies incluidas en el nodo 21 (*Aspidoscelis marmorata*, *Pantherophis emoryi*, *Salvadora grahamiae*, *Sceloporus bimaculosus* y *S. undulatus*).

Cuadro 7. Prioridad de los nodos mediante el método de Humphries *et al.* (1991).

ORDEN PRIORITARIO DE LOS NODOS	NÚMERO DE ESPECIES COMPLEMENTARIAS	PORCENTAJE ACUMULATIVO
4; BCNC, 5.- BCN	14	22.5806
1.- BCS	9	37.096
26.- PS	7	48.387
11.- CHS, 12.-CHNE, 13.- CHE, 15.-CHSE, 20.-COACS	7	59.677
22.-COASb	6	69.354
10.- CHC	5	77.419
6.-SN, 7.-SC, 8.-SS	4	83.870
2.-BCSC, 3.-BCSN	3	88.709
17.-COAN, 18.-COACa, 23.-COANE, 24.-NLC, 25.-TAMCE	3	93.548
9.-SNE	2	96.774
14.-COAO, 16.-COANO, 21.-COASa	2	100

### 8.5. Análisis de endemidad

El análisis de endemidad permitió la obtención de un total de 71 áreas de endemismo, a estas se les aplicó la opción de “áreas consenso”, consenso flexible de 40 %, partir del cual resultaron 17 áreas consenso con 117 especies endémicas.

En cuanto al índice de endemidad de cada una de las áreas consenso obtenidas, 14 de ellas presentan valores superiores a 3 (áreas consenso 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16), lo cual muestra que son áreas mejor sustentadas, dado que superan el valor mínimo establecido en el programa para identificar las áreas de endemismo, el cual es de 2. Las áreas 6, 8, 13 y 12 presentan los valores más altos de endemidad con 13.39512, 7.74167, 6.23763 y 5.25000 respectivamente, estas áreas son La Península de Baja California, la parte central de México que incluye al Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la parte sur de la Península de Baja California y la porción norte de la península de Baja California. Los índices de endemidad más bajos se presentaron en las áreas 17, 1 y 4 con valores de 2.3241, 2.34498, 2.76291 respectivamente.

El cuadro 9 muestra un resumen de las áreas consenso obtenidas, el cual contiene información sobre el tamaño del área, expresado en número de celdas, el valor de endemidad de cada área, las áreas de endemismo individuales que incluye y las especies endémicas que definen cada área.

Del total de áreas consenso encontradas, seis de ellas están ubicadas en la Península de Baja California, cuatro en la región del altiplano mexicano, tres en el desierto de Sonora, una abarca parte de la Sierra Madre Oriental, la región de Tamaulipas, el Golfo de México. Una de las áreas abarca la parte noroeste de la costa del Pacífico, en tanto otra se localiza en el centro del país, en la cual queda incluido en esta el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Por último, un área abarca tanto la península de Baja California como el desierto de Sonora. (Figs. 33-49).

Cuadro 9. Resumen de las 21 áreas consenso obtenidas, se muestra el número del área, el tamaño expresado en número de celdas, el valor de índice de endemidad, las áreas que se incluyen en cada consenso y las especies incluidas en cada una de las áreas consenso.

Área de consenso	Número de celdas	Valor de Endemidad	Áreas de endemismo incluidas	Especies endémicas
1	24	2.09498-2.34498	48	<i>Leptodeira splendida</i> (0.698), <i>Micrurus distans</i> (0.588), <i>Sceloporus nelsoni</i> (0.809)
2	102	2.06238-4.17678	0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 16, 19, 20, 30, 36, 41, 44, 45, 49, 51, 62, 69	<i>Aspidoscelis gularis</i> (0.000-0.494), <i>A. inornata</i> (0.000-0.862), <i>Cophosaurus texanus</i> (0.000-0.829), <i>Crotalus lepidus</i> (0.000-0.561), <i>Heterodon kennerlyi</i> (0.000-0.792), <i>Hypsiglena jani</i> (0.000-0.855), <i>Masticophis taeniatus</i> (0.000-0.750), <i>Phrynosoma cornutum</i> (0.000-0.778), <i>P. modestum</i> (0.000-0.877), <i>Plestiodon obsoletus</i> (0.000-0.757), <i>Salvadora grahamiae</i> (0.000-0.788), <i>Sceloporus cowlesi</i> (0.000-0.709), <i>S. poinsetti</i> (0.000-0.354), <i>S. undulatus</i> (0.000-0.792)
3	17	3.22988-3.47988	63	<i>Arizona pacata</i> (0.912), <i>Bogertophis rosaliae</i> (0.853), <i>Elgaria velazquezi</i> (0.750), <i>Hypsiglena slevini</i> (0.715)
4	36	2.26291-2.76291	27, 33, 38, 66	<i>Bogertophis subocularis</i> (0.523-0.814), <i>Coleonyx brevis</i> (0.000-0.777), <i>Sceloporus bimaculosus</i> (0.000-0.591), <i>S. merriami</i> (0.790-0.858), <i>S. ornatus</i> (0.000-0.760)
5	26	3.21423-3.46423	52	<i>Chionactis occipitalis</i> (0.778), <i>Crotalus cerastes</i> (0.894), <i>Phrynosoma platyrhinos</i> (0.748)
6	41	8.16271-13.39512	9, 42, 50, 57	<i>Aspidoscelis hyperythra</i> (0.548-0.939), <i>Bipes biporus</i> (0.000-0.773), <i>Crotalus enyo</i> (0.522-0.902), <i>C. mitchellii</i> (0.426-0.902), <i>C. ruber</i> (0.391-0.988), <i>Gambelia copeii</i> (0.000-0.767), <i>Hypsiglena ochrorhyncha</i> (0.422-0.915), <i>Masticophis fuliginosus</i> (0.464-0.951), <i>Petrosaurus repens</i> (0.000-0.733), <i>Phrynosoma coronatum</i> (0.214-0.715), <i>Phyllodactylus xanti</i> (0.453-0.814), <i>Pituophis vertebralis</i> (0.413-0.878), <i>Sceloporus orcutti</i> (0.471-0.902), <i>S. zosteromus</i> (0.385-0.976), <i>Tantilla planiceps</i> (0.339-0.841), <i>Thamnophis hammondii</i> (0.531-0.854), <i>Trimorphodon lyrophanes</i> (0.435-0.902), <i>Urosaurus nigricaudus</i> (0.442-0.915)
7	17	2.71065-4.21065	17, 34, 37, 43, 59	<i>Nerodia erythrogaster</i> (0.450-0.799), <i>Pantherophis bairdi</i> (0.000-0.578), <i>Leptotyphlops dissectus</i> (0.000-0.625), <i>Sceloporus couchii</i> (0.589-0.815), <i>S. ornatus</i> (0.000-0.460), <i>Scincella lateralis</i> (0.000-0.764), <i>Sistrurus catenatus</i> (0.000-0.722), <i>Uma exsul</i> (0.000-0.600)

Cuadro 4. Continuación.

Área de consenso	Número de celdas	Valor de Endemicidad	Áreas de endemismo incluidas	Especies endémicas
8	12	2.56250-7.74167	4, 47, 56, 67	<i>Anolis quercorum</i> (0.117-0.875), <i>Aspidoscelis parvisocia</i> (0.000-0.833), <i>A. sackii</i> (0.000-0.504), <i>Crotalus intermedius</i> (0.000-0.500), <i>C. ravus</i> (0.000-0.733), <i>Micrurus pachecogili</i> (0.656-1.000), <i>Phrynosoma braconnieri</i> (0.438-0.1.000), <i>P. taurus</i> (0.469-0.773), <i>Phyllodactylus bordai</i> (0.000-0.711), <i>Leptotyphlops maximus</i> (0.000-0.630), <i>Salvadora intermedia</i> (0.039-0.851), <i>Sceloporus jalapae</i> (0.000-0.800)
9	19	3.04952-3.29952	63	<i>Arizona pacata</i> (0.868), <i>Bipes biporus</i> (0.536), <i>Hypsiglena slevini</i> (0.829), <i>Petrosaurus repens</i> (0.592)
10	36	2.43016-4.83871	10, 14, 21, 25, 28, 54, 58	<i>Aspidoscelis burti</i> (0.000-0.741), <i>Chionactis occipitalis</i> (0.000-0.865), <i>C. palarostris</i> (0.000-0.857), <i>Crotalus cerastes</i> (0.000-0.707), <i>C. tigris</i> (0.505-0.825), <i>Crotaphytus nebrius</i> (0.000-0.621), <i>Heloderma suspectum</i> (0.000-0.650), <i>Hypsiglena chlorophaea</i> (0.000-0.629), <i>Phrynosoma solare</i> (0.000-0.866), <i>Phyllodactylus homolepidurus</i> (0.000-0.731), <i>Trimorphodon lambda</i> (0.350-0.797)
11	49	2.13776-3.13776	35, 60, 65	<i>Micrurus tener</i> (0.549-0.896), <i>Plestiodon tetragrammus</i> (0.000-0.816), <i>Sceloporus minor</i> (0.000-0.824), <i>S. olivaceus</i> (0.000-0.909), <i>S. parvus</i> (0.000-0.747)
12	6	5.0000-5.25000	70	<i>Elgaria paucicarinata</i> (1.000), <i>Petrosaurus thalassinus</i> (1.000), <i>Phyllodactylus unctus</i> (1.000), <i>Sceloporus hunsakeri</i> (1.000), <i>S. licki</i> (1.000)
13	13	5.98763-6.23763	64	<i>Anniella geronimensis</i> (0.731), <i>A. pulchra</i> (0.846), <i>Aspidoscelis labialis</i> (0.294), <i>Elgaria multicaudata</i> (0.678), <i>Petrosaurus mearnsi</i> (0.362), <i>Sceloporus occidentalis</i> (0.885), <i>S. vandenburgianus</i> (0.808), <i>Xantusia henshawi</i> (0.750), <i>X. vigilis</i> (0.635)
14	60	2.29932-4.04932	20, 24, 66	<i>Charina trivirgata</i> (0.000-0.835), <i>Chillomeniscus stramineus</i> (0.427-0.924), <i>Coleonyx variegatus</i> (0.000-0.745), <i>Dipsosaurus dorsalis</i> (0.497-0.928), <i>Phyllorhynchus decurtatus</i> (0.000-0.862), <i>Sauromalus ater</i> (0.000-0.890)

Cuadro 4. Continuación.

Área de consenso	Número de celdas	Valor de Endemicidad	Áreas de endemismo incluidas	Especies endémicas
15	29	2.04667-4.39543	11, 12, 13, 15, 22, 26, 32, 46, 53, 55	<i>Aspidoscelis labialis</i> (0.000-0.840), <i>Bipes biporus</i> (0.000-0.640), <i>Coleonyx switaki</i> (0.000-0.784), <i>Crotalus oreganus</i> (0.000-0.875), <i>Crotaphytus vestigium</i> (0.000-0.837), <i>Gambelia copeii</i> (0.000-0.837), <i>Masticophis lateralis</i> (0.000-0.913), <i>Petrosaurus mearnsi</i> (0.000-0.505), <i>P. repens</i> (0.000-0.811), <i>Sceloporus orcutti</i> (0.000-0.738), <i>Thamnophis hammondi</i> (0.000-0.659), <i>Xantusia wigginsi</i> (0.000-0.816)
16	31	2.86581-3.61581	23, 29	<i>Aspidoscelis burti</i> (0.000-0.607), <i>Gyalopion quadrangulare</i> (0.000-0.492), <i>Hypsiglena chlorophaea</i> (0.000-0.680), <i>Micruroides euryxanthus</i> (0-484-0.647), <i>Phrynosoma solare</i> (0.819-0.884), <i>Phyllodactylus homolepidurus</i> (0.000-0.772), <i>Phyllorhynchus browni</i> (0.335-0.656)
17	45	2.09241-2.34241	18, 31, 40	<i>Aspidoscelis marmorata</i> (0.685-0.710), <i>Sceloporus bimaculosus</i> (0.000-0.664), <i>S. cowlesi</i> (0.734-0.751), <i>S. undulatus</i> (0.000-0.669)

**Área consenso 1 (Costa Pacífica este):** Presenta un índice de endemividad de 2.3 y recupera la parte sur de la Provincia de Sonora, la parte centro y norte de la Provincia del Pacífico y una pequeña porción del oeste del Eje Volcánico. La conforman tres especies con valores de endemividad superiores a 0.5 (Fig. 33), las cuales se distribuyen en áreas de vegetación xerófila y selva baja caducifolia.

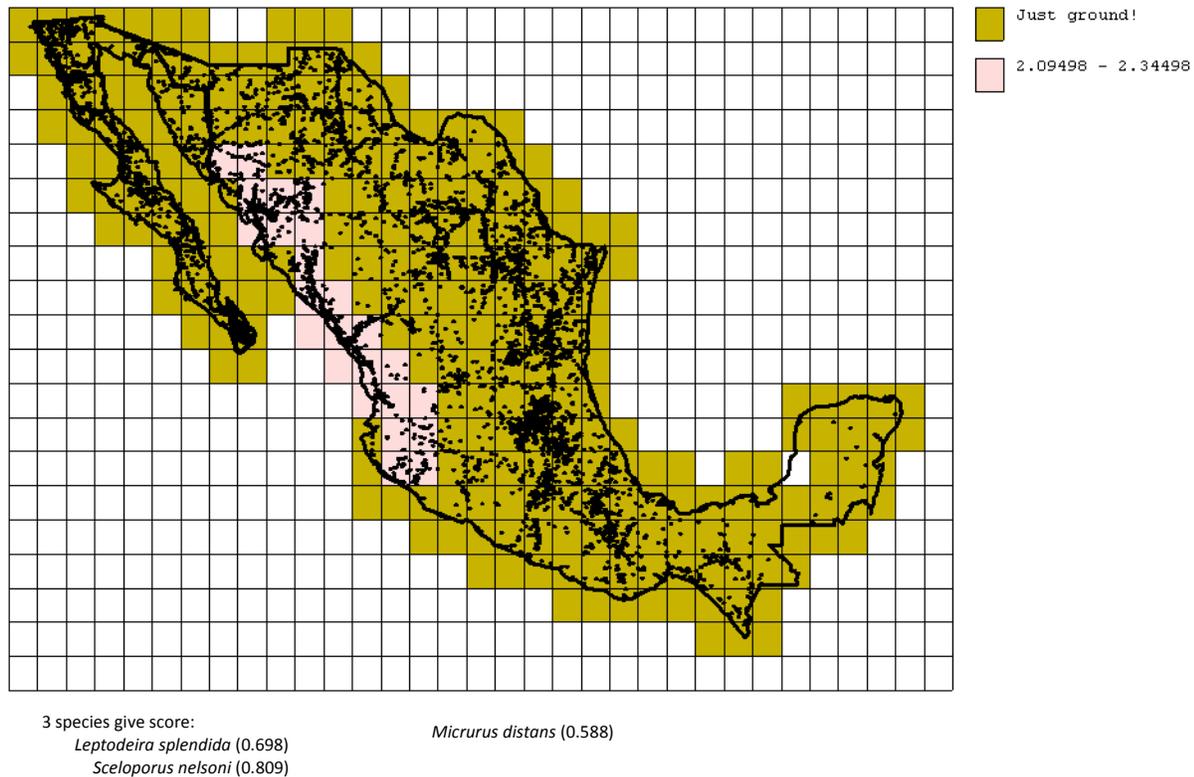
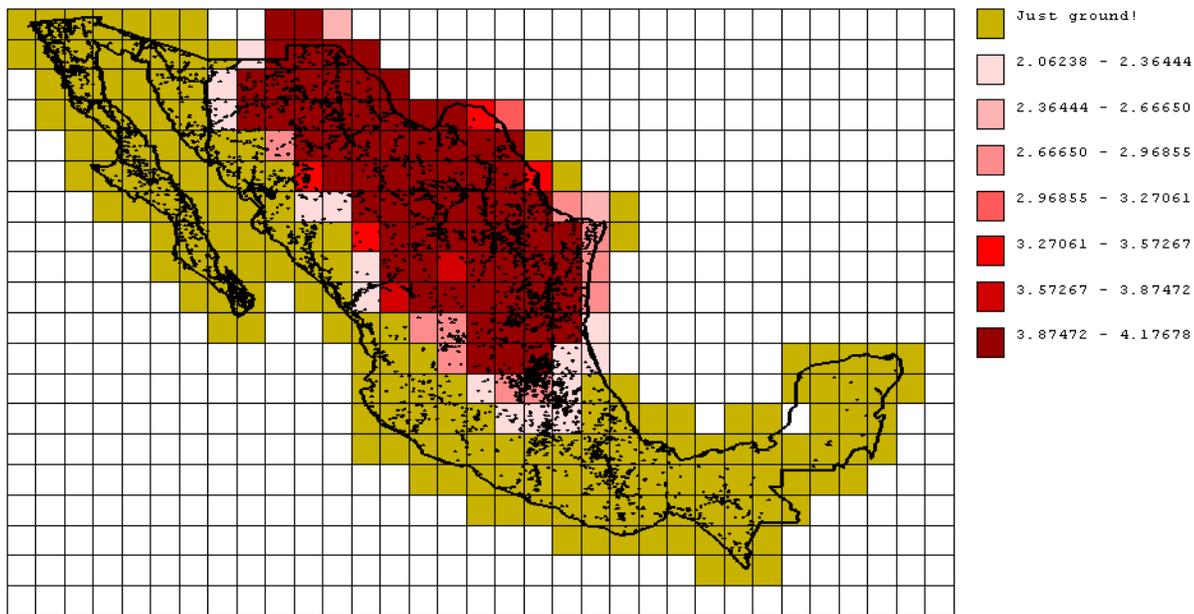


Figura 33. Ubicación geográfica del Área consenso 1. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 2 (Altiplano mexicano):** Tiene un índice de endemividad de 4.1 y recupera todo el Altiplano Norte, la porción norte y centro de la Sierra Madre Occidental, gran parte del Altiplano Sur, la porción centro y norte de la Sierra Madre Oriental, la parte norte de la Provincia del Golfo y toda la Provincia de Tamaulipas. Se define por 14 especies, de las cuales *Phrynosoma modestum* y *Aspidoscelis inornata* y presentan los valores de endemividad más altos con 0.877 y 0.862 respectivamente. Esta área anida a las áreas 4, 7, 11 y 27 (Fig. 34). La mayoría de las especies habitan áreas desérticas y pastizales, y algunas se distribuyen también en bosques de pino encino como *Crotalus lepidus*, *Sceloporus cowlesi* y *S. poinsetti*. *S. undulatus* se encuentra principalmente en bosques de coníferas.



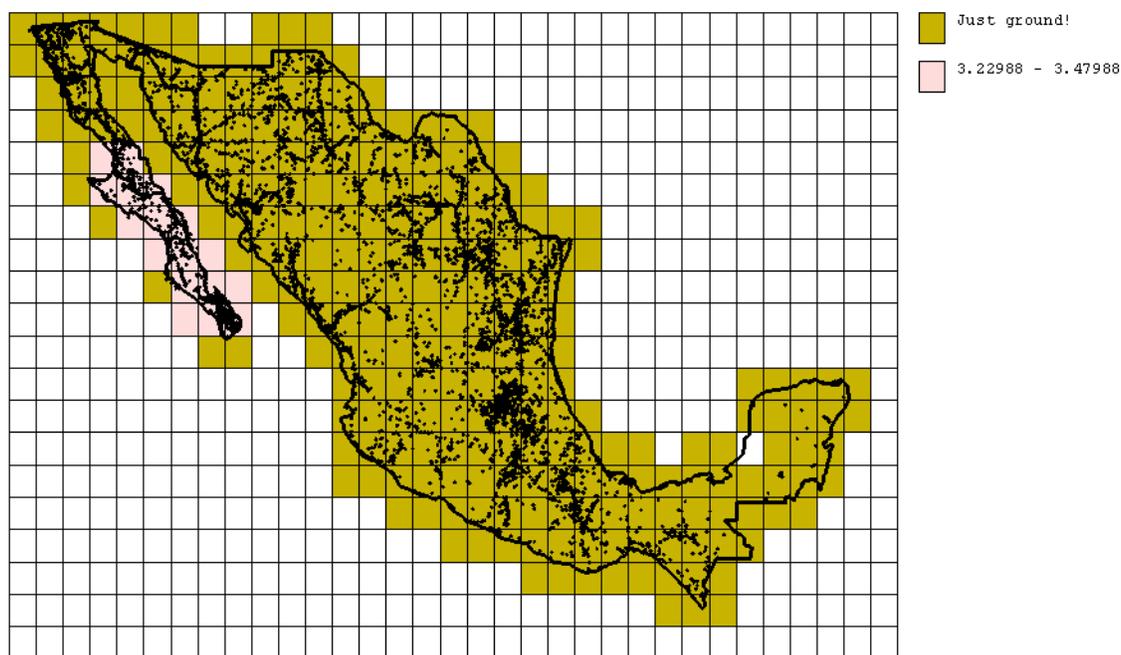
14 species give score:

- |  |  |
|--|--|
| <i>Aspidoscelis gularis</i> (0.000-0.494)  | <i>Aspidoscelis inornata</i> (0.000-0.862) |
| <i>Cophosaurus texanus</i> (0.000-0.829)   | <i>Crotalus lepidus</i> (0.000-0.561)      |
| <i>Heterodon kennerlyi</i> (0.000-0.729)   | <i>Hypsiglena jani</i> (0.000-0.855)       |
| <i>Masticophis taeniatus</i> (0.000-0.750) | <i>Phrynosoma cornutum</i> (0.000-0.778)   |
| <i>Phrynosoma modestum</i> (0.000-0.877)   | <i>Plestiodon obsoletus</i> (0.000-0.757)  |
| <i>Salvadora grahamiae</i> (0.000-0.788)   | <i>Sceloporus cowlesi</i> (0.000-0.709)    |
| <i>Sceloporus poinsetti</i> (0.000-0.354)  | <i>Sceloporus undulatus</i> (0.000-0.762)  |

Figura 34. Ubicación geográfica del Área consenso 2. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

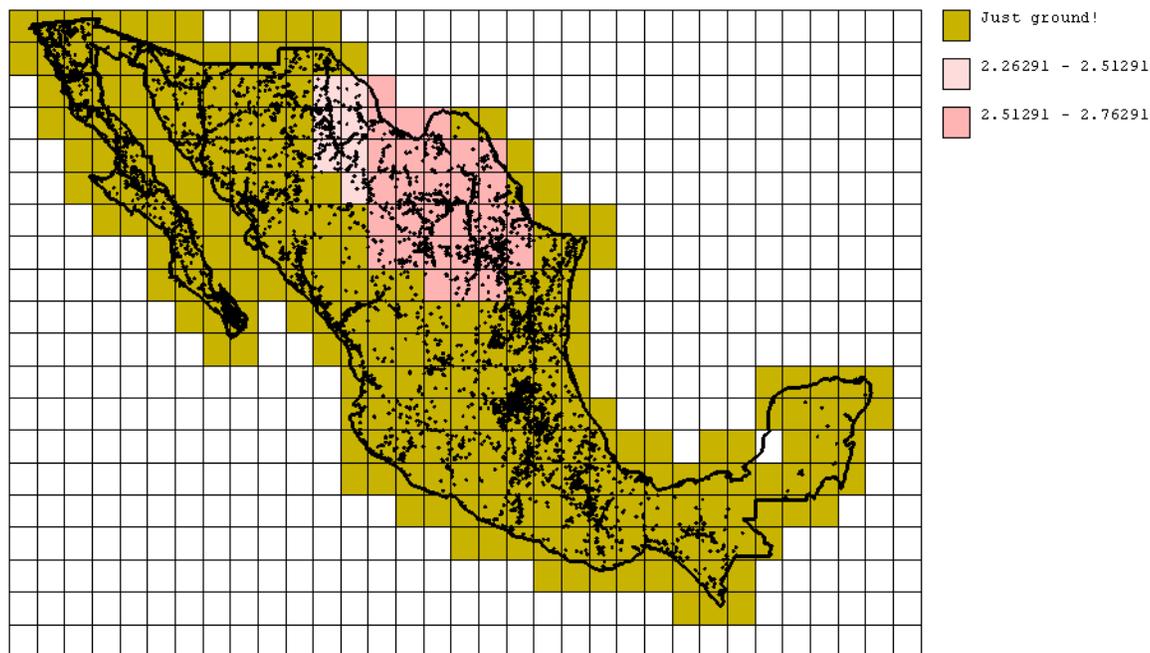
**Área consenso 3 (Baja California centro-sur a):** Presenta un índice de endemividad de 3.4 y recupera gran parte de la Provincia de Baja California e incluye a la Provincia del Cabo. La conforman cuatro especies con valores de endemividad superiores a 0.7 (Fig. 35), las cuales se distribuyen en gran variedad de hábitats, salvo *Hypsiglena slevini* habitante de bosques de pino-encino.

**Área consenso 4 (Altiplano mexicano norte):** El índice de endemividad de ésta área es de 2.7 y recupera prácticamente toda la Provincia del Altiplano Norte, abarca la parte noroeste de la Provincia de Tamaulipas, una pequeña porción del norte de la Sierra Madre Oriental y una parte al norte del altiplano sur. En esta área se identificaron cinco especies con valores de endemividad superiores a 0.5. Esta se encuentra parcialmente superpuesta con el área consenso 7 (Fig. 36). Las especies de esta área se ubican en áreas de matorral xerófilo.



4 species give score  
*Arizona pacata* (0.912)      *Bogertophis rosaliae* (0.853)  
*Elgaria velazquezii* (0.750)      *Hypsiglena slevini* (0.715)

Figura 35. Ubicación geográfica del Área consenso 3. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).



5 species give score:  
*Bogertophis subocularis* (0.523-0.814)      *Coleonyx brevis* (0.000-0.777)  
*Sceloporus bimaculosus* (0.000-0.591)      *Sceloporus merriami* (0.790-858)  
*Sceloporus ornatus* (0.000-0.760)

Figura 36. Ubicación geográfica del Área consenso 4. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 5 (Sonora norte):** Muestra un índice de endemidad de 3.4 y recupera la Provincia de Sonora, sin embargo, no se extiende hasta la parte sur de la dicha provincia. La conforman cuatro especies cuyos índices de endemidad son superiores a 0.7 (Fig. 37) y cuya distribución abarca áreas con vegetación desértica.

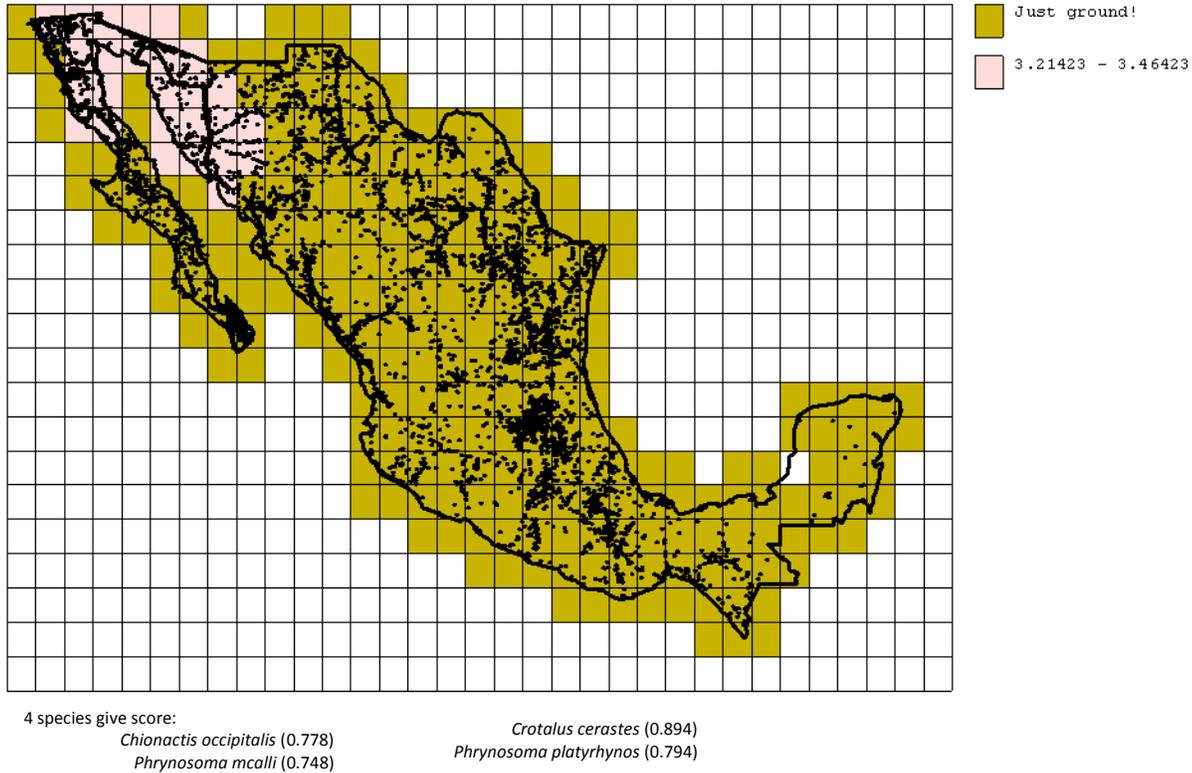
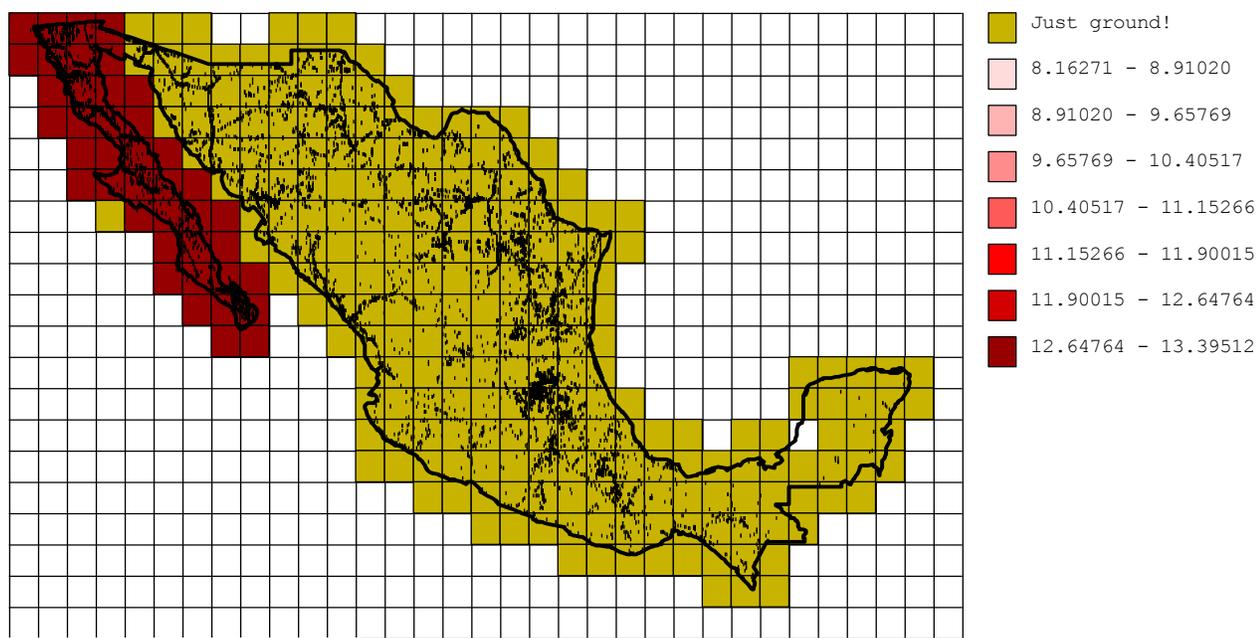


Figura 37. Ubicación geográfica del Área consenso 5. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 6 (Península de Baja California):** Presenta un índice de endemidad de 13.3 y recupera las provincias Californiana, Baja California y del Cabo, con un total de 18 especies con valores de endemidad superiores a 0.6. El área consenso 6 anida a las áreas consenso 3, 9, 12, 13 y 15 (Fig. 38). Las especies presentes habitan gran variedad de hábitats, desde vegetación desértica, hasta bosques de pino-encino.



18 species give score:

<i>Aspidoscelis hyperythra</i> (0.548-0.939)	<i>Bipes biporus</i> (0.000-0.773)
<i>Crotalus enyo</i> (0.522-0.902)	<i>Crotalus mitchellii</i> (0.426-0.902)
<i>Crotalus ruber</i> (0.391-0.988)	<i>Gambelia copeii</i> (0.000-0.767)
<i>Hypsiglena ochorhyncha</i> (0.422-0.915)	<i>Masticophis fuliginosus</i> (0.464-0.951)
<i>Petrosaurus repens</i> (0.000-0.733)	<i>Phrynosoma coronatum</i> (0.214-0.715)
<i>Phryllodactylus xanti</i> (0.453-0.814)	<i>Pituophis vertebralis</i> (0.413-0.878)
<i>Sceloporus orcutti</i> (0.471-0.902)	<i>Sceloporus zosteromus</i> (0.385-0.976)
<i>Tantilla planiceps</i> (0.339-0.841)	<i>Thamnophis hammondi</i> (0.531-0.854)
<i>Trimorphodon lyrophanes</i> (0.435-0.902)	<i>Urosaurus niarcaudus</i> (0.442-0.915)

Figura 38. Ubicación geográfica del Área consenso 6. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo; El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 7 (Altiplano mexicano norte-centro):** Posee un índice de endemividad de 4.2 y abarca la parte oeste del altiplano norte, la parte este de la Provincia de Tamaulipas y la parte norte de la Sierra Madre Occidental. Un total de ocho especies son las que se encuentran dentro de esta área, las cuales poseen valores de endemividad en general por arriba de 0.5, salvo *Sceloporus ornatus*, quién presenta un valor de 0.460 (Fig. 39).

**Área consenso 8 (México centro):** Presenta un índice de endemividad de 7.7 y recupera la parte este del Eje Volcánico, la Provincia de Oaxaca, la Sierra Madre del Sur y el este del Balsas, ésta área se encuentra definida por 12 especies, cuyos valores de endemividad superan 0.5, encontrando especies perfectamente ajustadas al área con valores de 1.0 como *Micrurus pachecogili* y *Phrynosoma braconnieri* (Fig. 40). La mayoría de sus especies habita zonas de vegetación xerófila, en tanto algunas se encuentran también en bosques de pino-encino como *Pantherophis bairdi* y algunas otras habitan principalmente bosques de pino-encino como *Sceloporus couchii*.

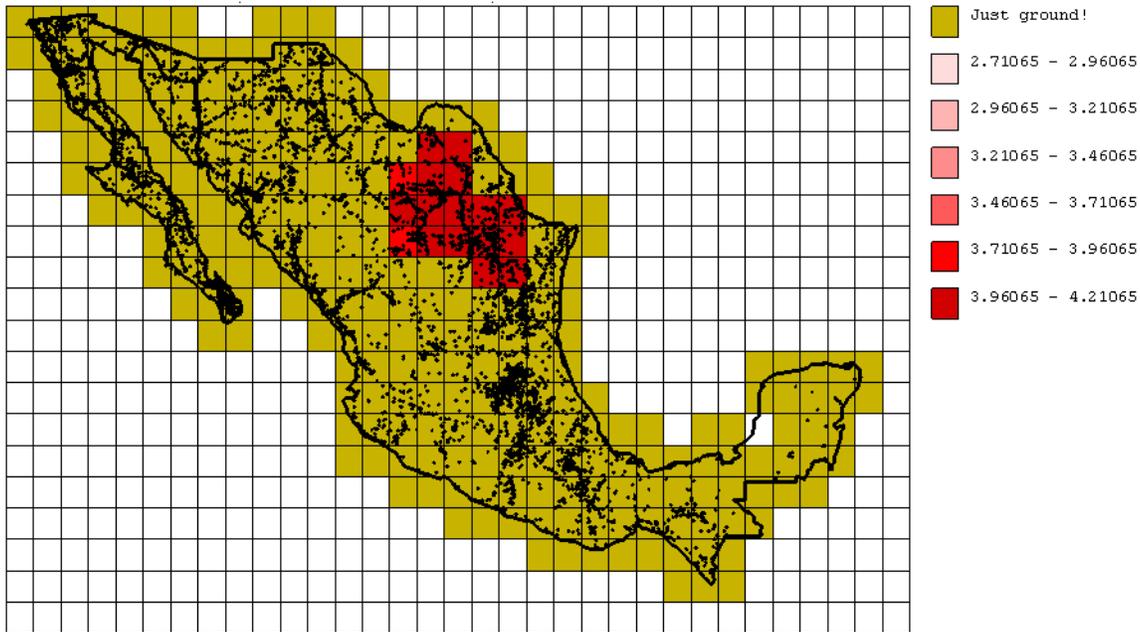


Figura 39. Ubicación geográfica del Área consenso 7. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

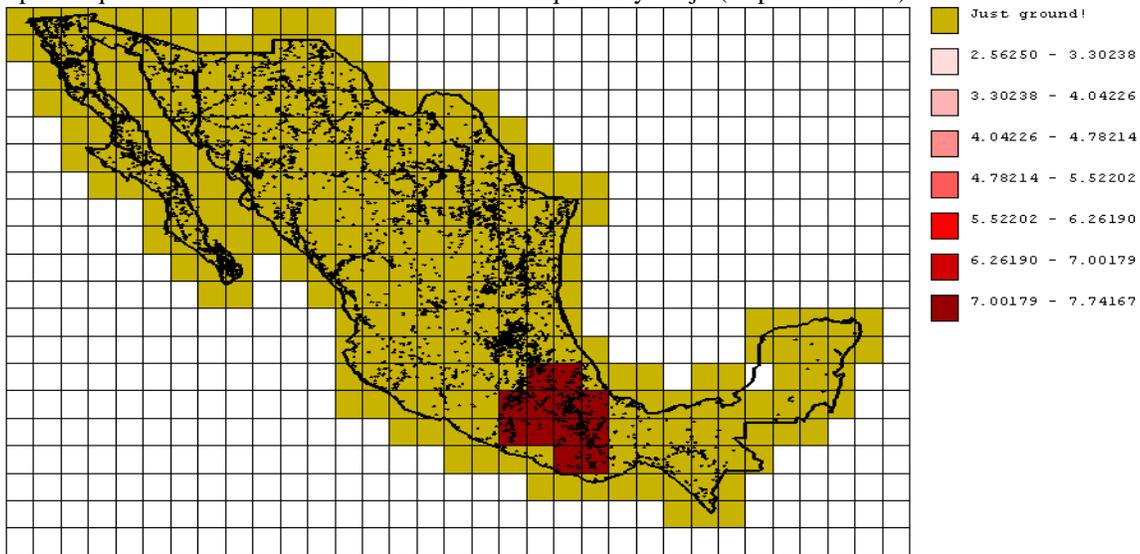
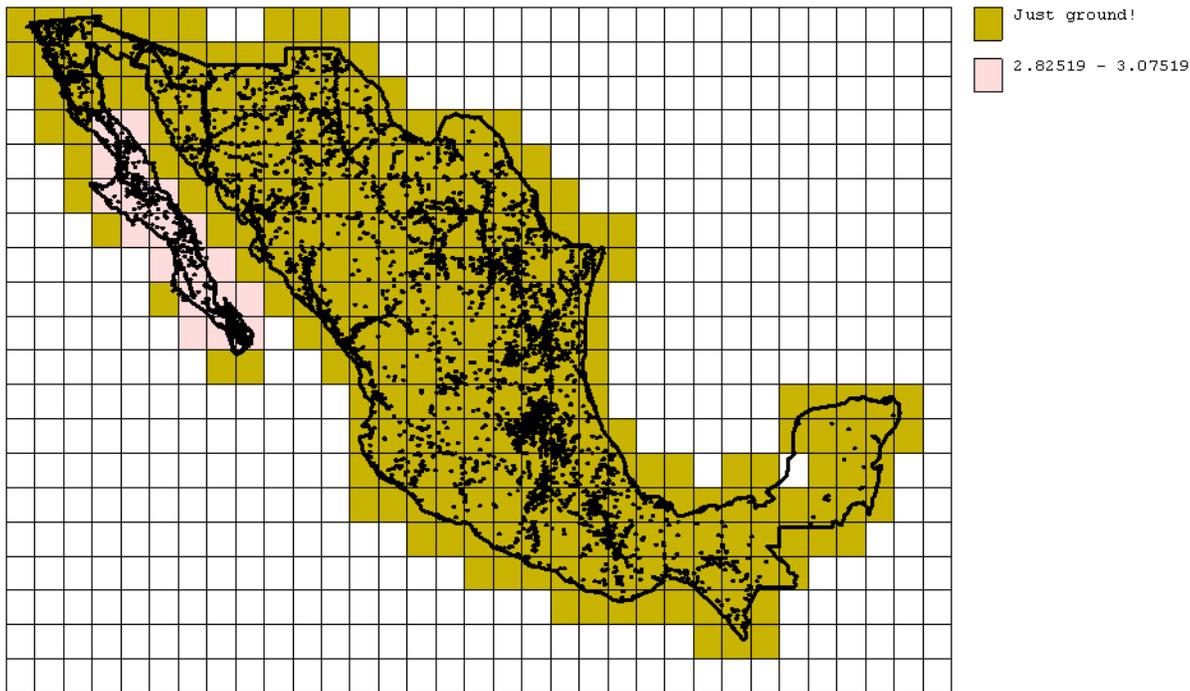


Figura 40. Ubicación geográfica del Área consenso 8. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

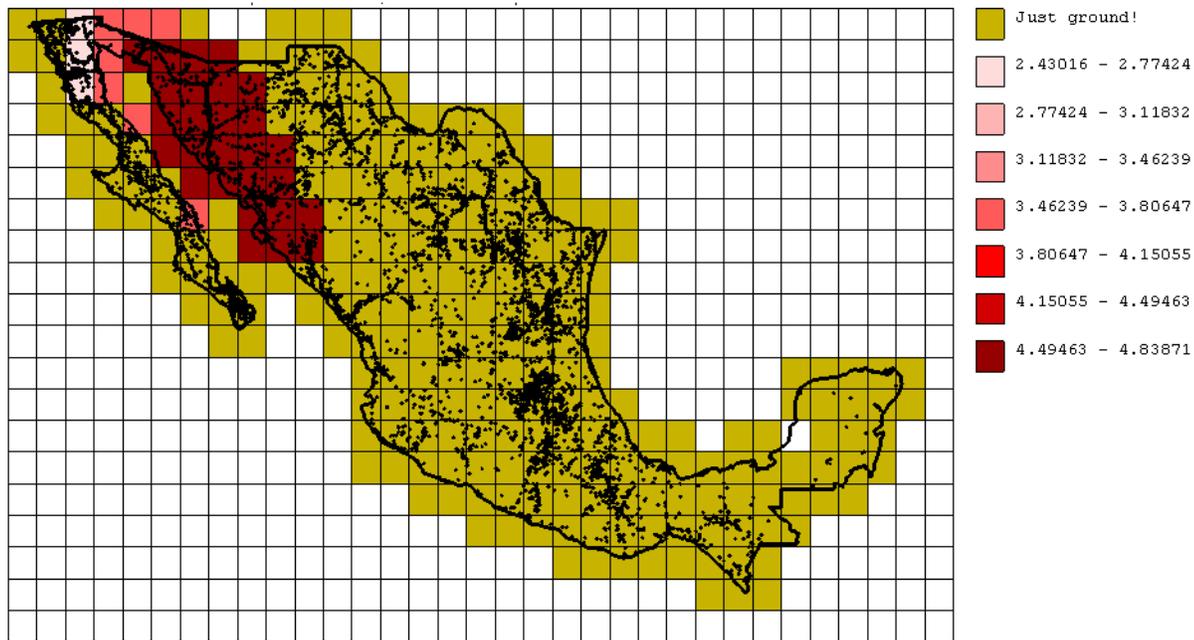
**Área consenso 9 (Baja California centro-sur b):** Muestra un índice de endemidad de 3.0 y recupera gran parte de la Provincia de Baja California e incluye a la Provincia del Cabo. Está sustentada por cuatro especies, con valores de endemidad por encima de 0.5. Esta área se encuentra superpuesta con el área 3 (Fig. 41) y las especies que la conforman se distribuyen en gran variedad de hábitats, salvo *Hypsiglena slevini* habitante de bosques de pino-encino.



4 species give score:  
*Arizona pacata* (0.868)                      *Bipes biporus* (0.536)  
*Hypsiglena slevini* (0.829)                *Petrosaurus repens* (0.592)

Figura 41. Ubicación geográfica del Área consenso 9. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 10 (Sonora centro):** Muestra un índice de endemidad de 4.8 y recupera perfectamente la Provincia de Sonora con 11 especies, todas ellas características del desierto Sonorense, las cuales muestran valores de endemidad por encima de 0.6. Esta área se encuentra superpuesta con las áreas consenso 5 y 16, sin embargo, especies como *Phrynosoma mcallii* y *P. platyrhinos* únicamente aparecen en el área consenso 5, en tanto *Chionactis occipitalis* y *Crotalus cerastes* se comparten entre las áreas 5 y 10. *Aspidoscelis burti*, *Hypsiglena chlorophaea*, *Phrynosoma solare* y *Phyllodactylus homolepidurus* se comparten entre las áreas 10 y 16 (Fig. 42). Las especies presentes en el área habitan principalmente en vegetaciones xerófilas.



11 species give score:

- |  |   |
|--|---|
| <i>Aspidoscelis burti</i> (0.000-0.741)    | <i>Chionactis occipitalis</i> (0.000-0.865)       |
| <i>Chionactis palastrois</i> (0.000-0.857) | <i>Crotalus cerastes</i> (0.000-0.707)            |
| <i>Crotalus tigris</i> (0.505-0.825)       | <i>Crotaphytus nebrius</i> (0.000-0.621)          |
| <i>Heloderma suspectum</i> (0.000-0.650)   | <i>Hypsiglena chlorophaea</i> (0.000-0.629)       |
| <i>Phrynosoma solare</i> (0.000-0.866)     | <i>Phyllodactylus homolepidurus</i> (0.000-0.731) |
| <i>Trimorphodon lambda</i> (0.350-0.797)   |   |

Figura 42. Ubicación geográfica del Área consenso 10. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 11 (México noreste):** Presenta un índice de endemidad de 3.1 y abarca la parte este del Altiplano Norte y Altiplano Sur, toda la Provincia de Tamaulipas, la Sierra Madre Oriental a excepción de la parte más al sur de esta, y la porción norte de la Provincia del Golfo. Las especies que definen esta área son cinco, y presentan valores de endemidad superiores a 0.7 (Fig. 43) y se distribuyen tanto en áreas de matorral xerófilo, como en bosques de pino-encino.

**Área consenso 12 (El Cabo):** Presenta un índice de endemidad de 5.2 y define perfectamente la provincia biogeográfica del Cabo, con 6 especies endémicas, cuyos valores de endemidad son de 1.0, (Fig. 44). Las especies presentes habitan en vegetación xerófilas, selva baja caducifolia y bosques de pino-encino.

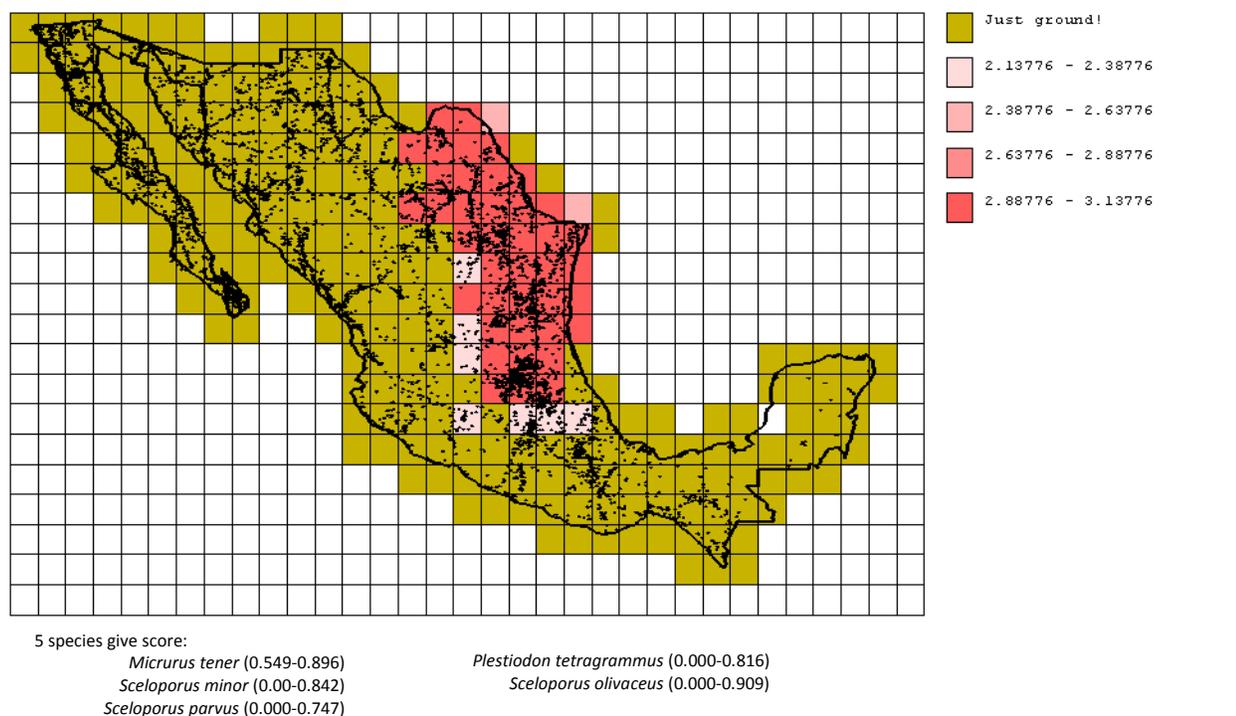


Figura 43. Ubicación geográfica del Área consenso 11. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

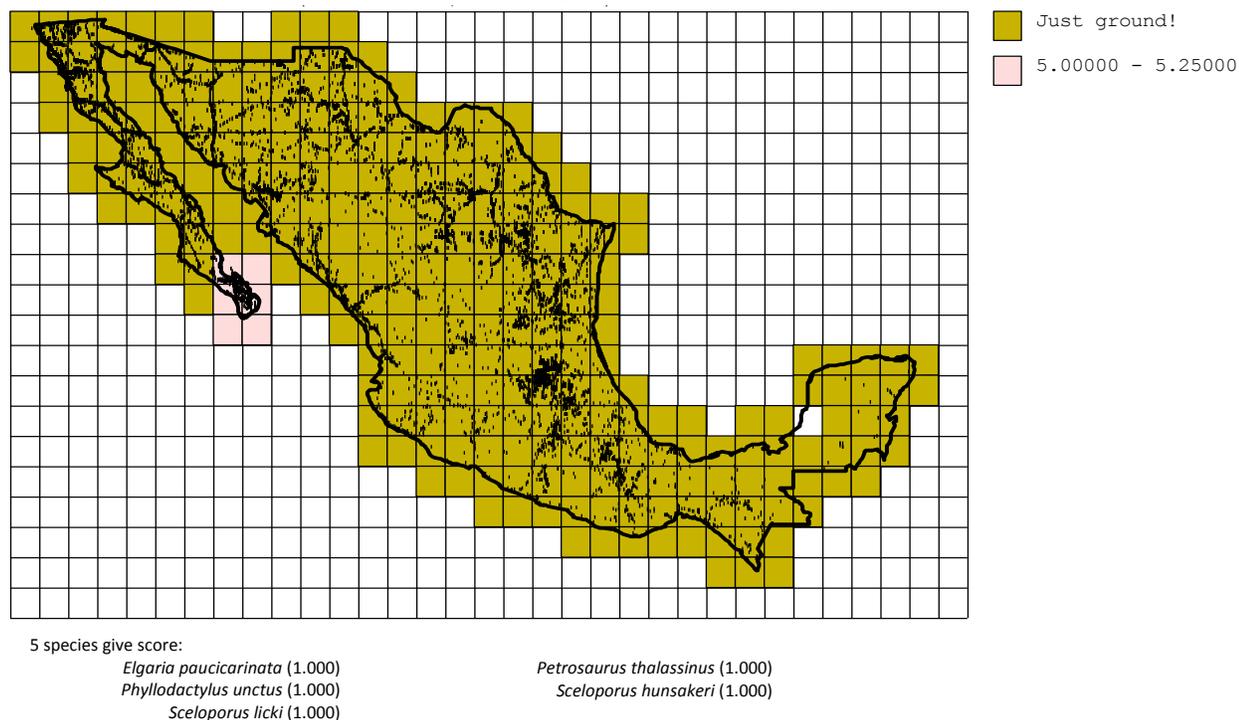


Figura 44. Ubicación geográfica del Área consenso 12. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestra en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 13 (Baja California norte):** Muestra un índice de endemividad de 6.2 y recupera la Provincia Californiana con un total de nueve especies, las cuales en general muestran valores de

endemicidad superiores a 0.6, aunque las especies *Aspidoscelis labialis* y *Petrosaurus mearnsi* aportan valores muy bajos al área con 0.294 y 0.362 respectivamente (Fig. 45). La mayoría de las especies se encuentran tanto en vegetación desértica como en bosques de pino-encino, algunas otras habitan principalmente bosques de pino-encino como *Sceloporus vandenburgianus*, y otras únicamente áreas desérticas como *Anniella geronimensis*, *A. pulchra* y *Aspidoscelis labialis*.

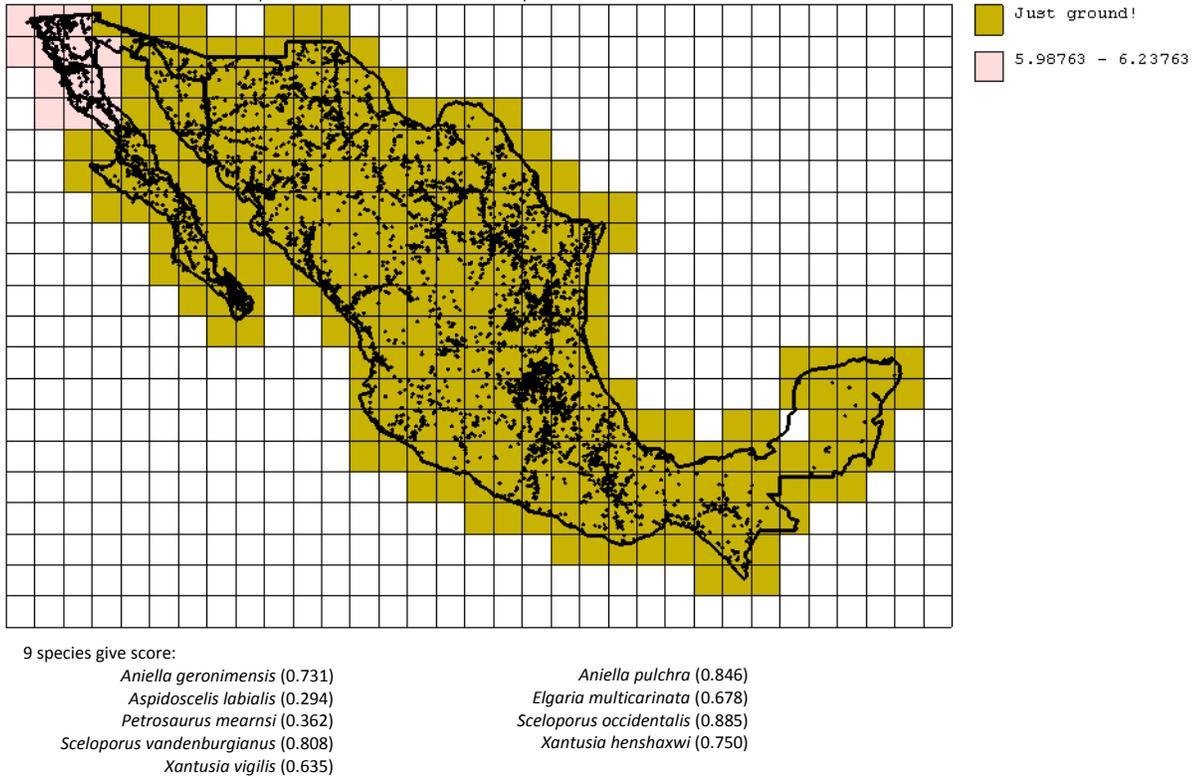


Figura 45. Ubicación geográfica del Área consenso 13. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 14 (Baja California-Sonora):** Posee un índice de endemicidad de 4 y recupera las provincias Californiana, Baja California, del Cabo y Sonorense, abarca además una pequeña porción al noroeste de la Sierra Madre Occidental y la parte norte de la Provincia del Pacífico. Está integrada por seis especies, que aportan al área valores de endemicidad superiores a 0.7. Anida además a las áreas consenso 3, 5, 6, 9, 10, 12, 13 y 15 (Fig. 46). La mayoría de las especies que la integran, habitan varios tipos de vegetación.

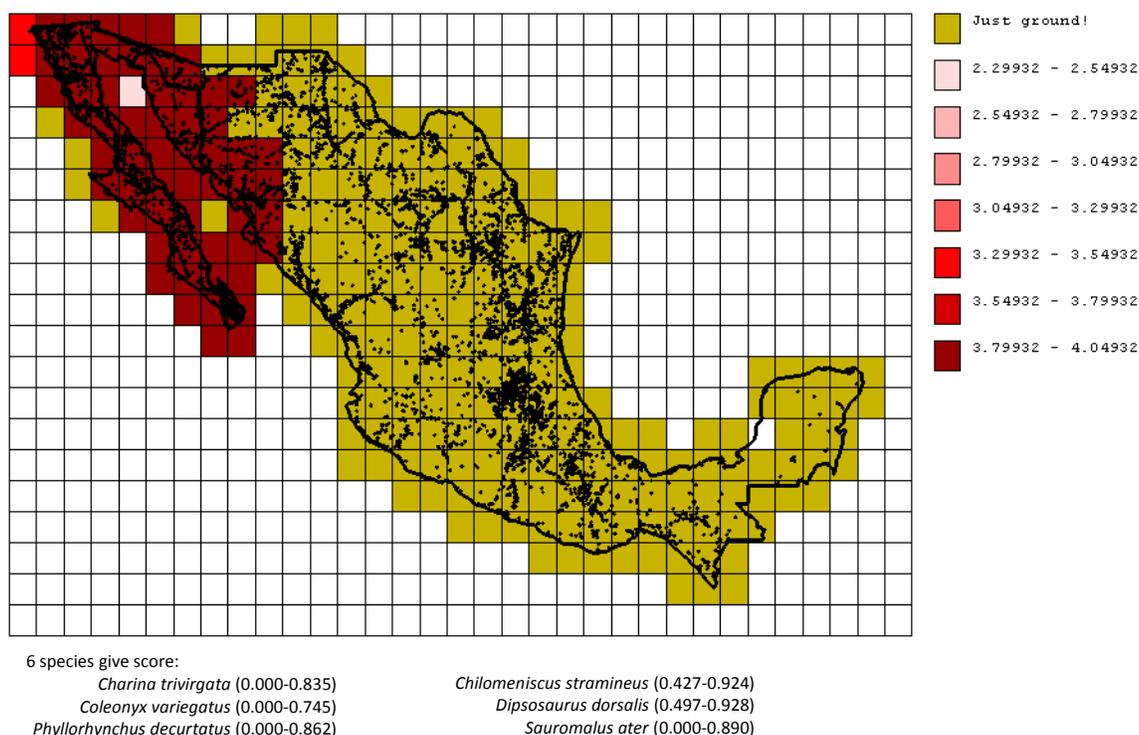
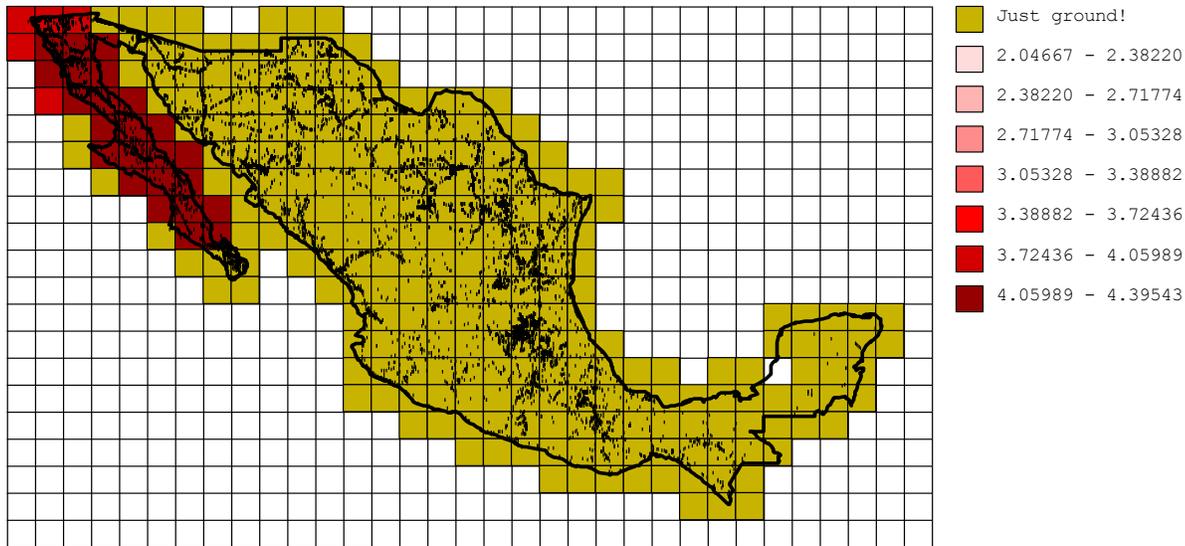


Figura 46. Ubicación geográfica del Área consenso 14. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

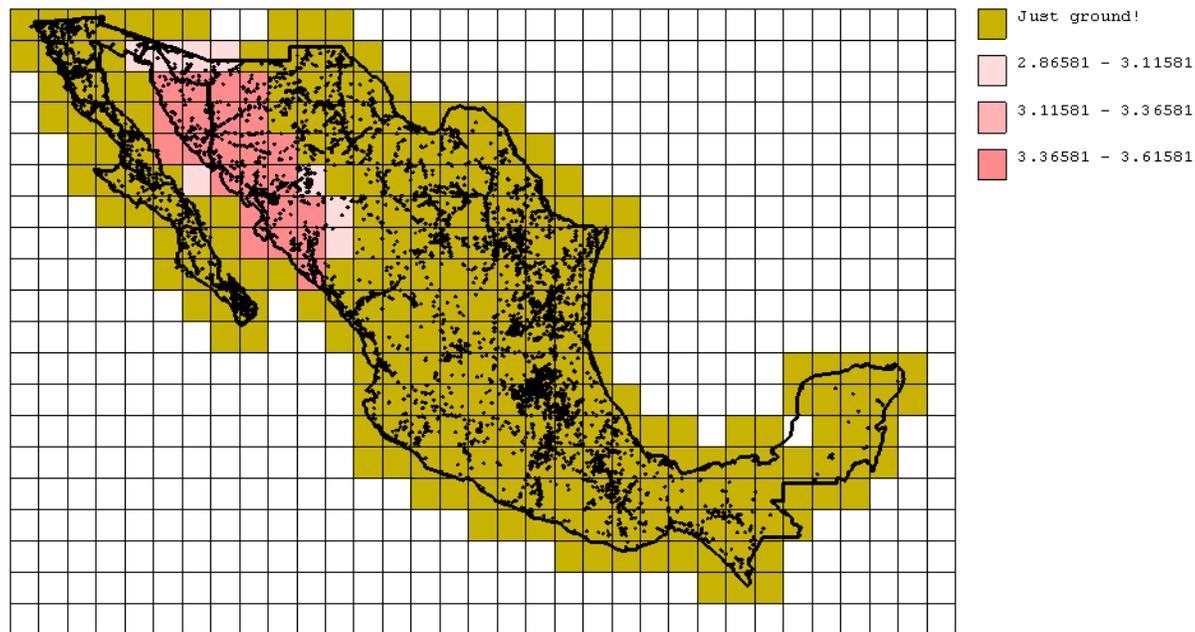
**Área consenso 15 (Baja California norte-centro):** Posee un índice de endemividad de 5 y recupera tanto la Provincia de Baja California como la Provincia californiana con 12 especies las cuales presentan valores de endemividad mayores a 0.5. Esta área anida al área 13 (Fig. 47). Las especies que la conforman se encuentran en varios tipos de hábitats.

**Área consenso 16 (Sonora centro-sur):** Obtuvo un índice de endemividad de 3.6 y abarca la mayor parte de la Provincia de Sonora, una pequeña porción al noroeste de la Sierra Madre Occidental y una parte al norte de costa del Pacífico. Se define por siete especies con valores de endemividad superiores a 0.6, excepto en el caso de *Gyalopion quadrangulare* que posee un valor de 4.9 (Fig. 48). Las especies de ésta área son principalmente de ambientes desérticos.



- 12 species give score:
- |   |  |
|---|--|
| <i>Aspidoscelis labialis</i> (0.000-0.840)  | <i>Bipes biporus</i> (0.000-0.640)       |
| <i>Coleonyx switaki</i> (0.000-0.784)       | <i>Crotalus oreganus</i> (0.000-0.875)   |
| <i>Crotaphytus vestigiium</i> (0.000-0.837) | <i>Gambelia copeii</i> (0.000-0.837)     |
| <i>Masticophis lateralis</i> (0.000-0.913)  | <i>Petrosaurus mearnsi</i> (0.000-0.505) |
| <i>Petrosaurus repens</i> (0.000-0.811)     | <i>Sceloporus orcutti</i> (0.000-0.738)  |
| <i>Thamnophis hammondi</i> (0.000-0.659)    | <i>Xantusia wigginsi</i> (0.000-0.816)   |

Figura 47. Ubicación geográfica del Área consenso 15. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).



- 7 species give score:
- |   |  |
|---|--|
| <i>Aspidoscelis burti</i> (0.000-0.607)     | <i>Gyalopion cuadrangulare</i> (0.000-0.492)       |
| <i>Hypsiglena chlorophaea</i> (0.000-0.680) | <i>Micruroides euryxanthus</i> (0.484-0.647)       |
| <i>Phrynosoma solare</i> (0.819-0.884)      | <i>Phryllodactylus homolepidurus</i> (0.000-0.772) |
| <i>Phryllorhynchus browni</i> (0.335-0.656) |  |

Figura 48. Ubicación geográfica del Área consenso 16. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

**Área consenso 17 (Altiplano mexicano norte-oeste):** Muestra un índice de endemidad de 2.3, y recupera perfectamente la Provincia del Altiplano Norte, con un total de 3 especies, con valores de endemidad mayores a 0.6. Esta área se encuentra superpuesta respecto a las áreas 2, 4 y 7 (Fig. 49). La conforman especies de ambientes desérticos como *Sceloporus bimaculosus*, especies distribuidas principalmente en bosques de pino-encino como *Sceloporus undulatus* y especies distribuidas en vegetación tanto desértica como en bosques templados.

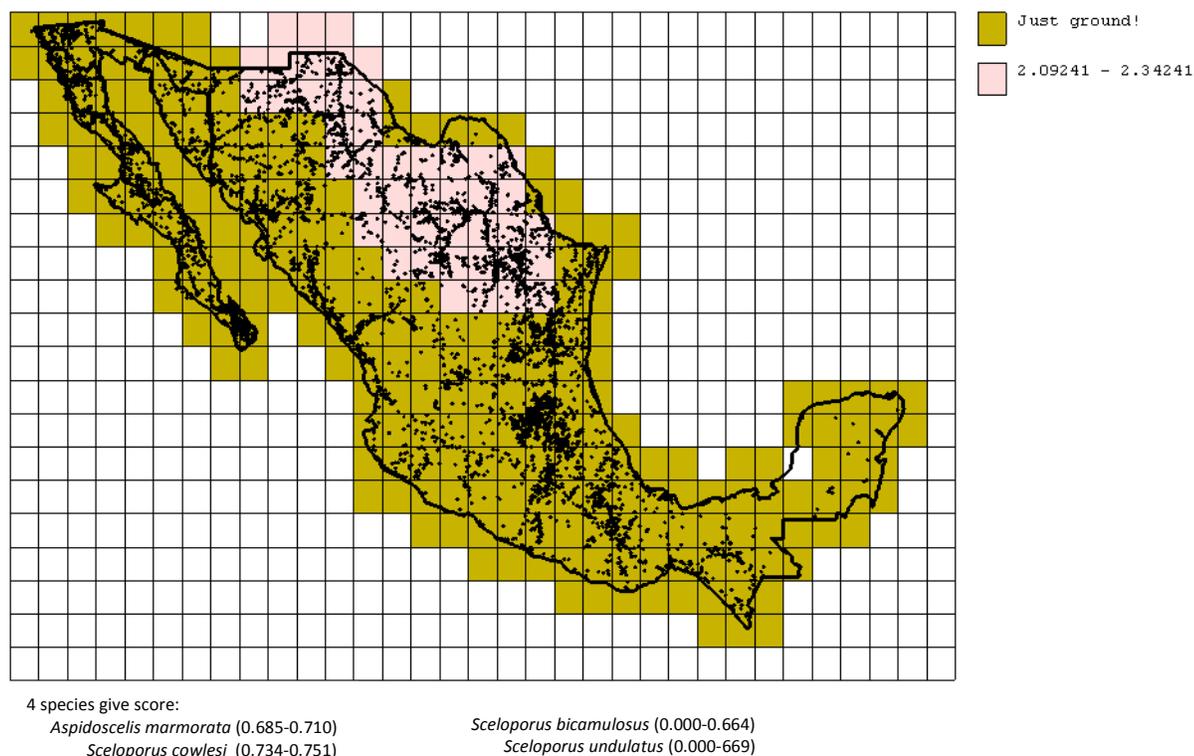


Figura 49. Ubicación geográfica del Área consenso 17. Las cuadrículas coloreadas corresponden al área de endemismo; el color más fuerte corresponde a la porción mejor ajustada del área de endemismo. El valor del área, así como el de las especies que la conforman se muestran en el lado izquierdo y abajo (respectivamente).

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1. Análisis panbiogeográfico

Con base en los registros de distribución de 196 especies de lagartijas y serpientes, se construyeron los trazos individuales de cada una de ellas, lo cual permitió reconocer los patrones de distribución de estos taxones, y se detectaron 47 especies con una amplia distribución, la cual abarca más de tres provincias biogeográficas (Anexo 2). Estas especies, en su mayoría presentan problemas taxonómicos a nivel de especie, algunas de ellas incluyen dos subespecies como por ejemplo *Pituophis deppei*, en tanto otras poseen hasta 10 subespecies como ocurre en la serpiente *Thamnophis eques*. En este sentido los patrones de distribución detectados en el presente estudio resultan relevantes y sirven de base para posteriores estudios taxonómicos que permitan resolver la problemática con dichas especies, a fin de contar con entidades taxonómicamente válidas. Morrone (2004) menciona que los taxones ampliamente distribuidos son una fuente de ambigüedad debido a que. 1) un análisis futuro puede mostrar que un taxón ampliamente distribuido representa en realidad dos o más taxones, 2) un taxón puede presentar una distribución amplia debido a dispersión y 3) un taxón puede presentar una amplia distribución por que no respondió con especiación a un evento vicariante.

La superposición de trazos individuales dio como resultado 28 trazos generalizados, integrados por diferentes especies de lagartijas y serpientes, las cuales pese a estar lejanamente relacionadas y presentar capacidades de dispersión diferentes muestran patrones de distribución concordantes, lo cual indica una evolución conjunta en espacio y forma (Fa y Morales, 1998; Espinosa *et al.*, 2001; García-Marmolejo *et al.*, 2008).

Los trazos generalizados encontrados en las zonas áridas del norte de México (Desierto de Baja California, Desierto de Sonora, Desierto Chihuahuense y la zona árida de Tamaulipas) se incluyen en la región Neártica. Morrone (2005b) menciona que en este componente Neártico predomina un elemento biótico original denominado Septentrional Antiguo o Paleoamericano, además de un elemento Neártico reciente, anterior al Eoceno, el cual se diversificó en el área en el Pliopleistoceno, de tal manera que los taxones que lo integran están relacionados con taxones presentes en el resto de la región Neártica o bien con taxones del Viejo Mundo (elemento Paleoamericano). Flores-Villela y Martínez-Salazar (2009), mencionan que este elemento debe considerarse como un elemento autóctono de la fauna mexicana con un origen antiguo y no como un elemento que arribó a México por dispersión.

Por otro lado el componente Neártico también presenta un componente Neotropical mesoamericano, el cual se extendía desde América del sur entre el Cretácico tardío y el Paleoceno y cuyos taxones se encuentran relacionados con taxones de América del sur y de los trópicos del Viejo Mundo (Morafka, 1977; Flores-Villela y Martínez-Salazar, 2009).

Además se encontraron trazos generalizados, que corroboran lo mencionado por otros autores (Contreras-Medina y Eliosa-León, 2001; Morrone y Escalante, 2002; Morrone y Márquez, 2003; Rojas-Soto *et al.*, 2003; Morrone, 2005b) respecto a la existencia de dos dominios diferentes en la región Neártica: el Neártico Californiano, que de acuerdo con Morrone (2005b), incluye a las provincias de Baja California y Californiana, y el Neártico Continental que incluye a las provincias de Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas (Morrone, 2005b).

La zona árida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán queda incluida dentro de la denominada zona de transición, (Morrone, 2005b), siendo así un área de contacto entre las biótas neárticas y neotropicales, lo cual propicia su elevada riqueza biológica. Por ejemplo, para el caso de las aves, se ha registrado una diversidad mayor que la de cualquier otro desierto de América con 145 especies, respecto a los murciélagos, se han encontrado 34 especies, y han sido registradas 54 especies de mamíferos (voladores y no voladores) únicamente para la región de la Cañada de Cuicatlán, así mismo se han publicado nuevos registros de aves como la guacamaya *Ara militaris*, mamíferos como el tigrillo *Leopardus wiedii*, gato montés *Lynx rufus* y la nutria *Lontra longicaudis* (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010). Para el caso de los anfibios se han registrado 32 especies, en tanto para los reptiles el total de especies es de 79, 37 lagartijas y 47 serpientes (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Los trazos generalizados 27 y 28, anidan a la mayoría de los trazos encontrados en el análisis y muestran claramente el patrón Neártico y Neotropical descrito para México (Morrone, 2005b). El trazo generalizado 27 (patrón Neotropical, costa Pacífica) anida al trazo generalizado 15, y lo integran dos especies de lagartijas *Sceloporus horridus* y *Urosaurus bicarinatus*, ambas, habitantes principalmente de ambientes húmedos a lo largo de las costas del Pacífico como Selva Baja Caducifolia o Selva Mediana (Ramírez-Bautista, 1994), aunque también es posible localizarlas en algunas regiones semiáridas como ocurre en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

El trazo generalizado 28 (patrón Neártico) anida a otros 20 trazos generalizados y lo integran dos especies de serpientes *Masticophis flagellum* y *Pituophis catenifer*, las cuales se distribuyen ampliamente en el norte de México así como en Estados Unidos de América, y habitan áreas desérticas, pastizales, matorrales espinosos, así como algunas zonas con bosques de pino-encino en el caso de *Pituophis catenifer* (Lazcano-Villarreal *et al.* 2010; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Por otro lado, se tiene evidencia fósil de que el género *Pituophis* se encontraba presente en las grandes planicies de Norteamérica desde el Mioceno, en tanto para el género *Masticophis* los registros más antiguos provienen del Pleistoceno (Morafka, 1977; Holman, 2000; Goyenechea y Castillo-Cerón, 2002), aunque Holman (2000) menciona algunos registros fósiles del Mioceno que pueden atribuirse tanto a serpientes del género *Masticophis* como al género *Coluber*. Por lo tanto, el trazo generalizado 28 refleja un patrón ancestral que coincide con la gran expansión de los desiertos a causa del incremento en la aridez durante el Eoceno, lo cual propició también la diversificación y expansión de la Geoflora Madro-Terciaria (Axelrod, 1958). Sin embargo, la amplitud en la distribución de *Masticophis flagellum* y *Pituophis catenifer* a través de todos los desiertos mexicanos, pese a todos los eventos vicariantes que han separado y diferenciado las biotas de estos desiertos, permite vislumbrar la posibilidad de que estas especies sean más bien un complejo de especies, las cuales a partir de un análisis filogenético puedan ser separadas en varias especies, o bien que definitivamente esos complejos correspondan a una sola especie. Por ejemplo *Masticophis flagellum* cuya distribución no sólo abarca los desiertos mexicanos, sino gran parte de los Estados Unidos de Norte América y presenta siete subespecies a lo largo de dicha distribución (Wilson, 1973). Por otro lado, *Pituophis catenifer* se distribuye desde Canadá, gran parte de los Estados Unidos de Norte América y los desiertos Mexicanos, y presenta 10 subespecies (Lemos-Espinal y Smith, 2008), por lo tanto es muy probable que mediante un estudio detallado cada una de estas subespecies puedan separarse y validarse como especies distintas o no.

Los trazos generalizados 11 y 12 muestran un patrón que relaciona el desierto Sonorense con el desierto de la Península de Baja California, y reflejan la historia biogeográfica de la Península antes de que ésta se separara del continente, a causa de la formación del mar de Cortés, lo cual ocurrió durante el Mioceno, quedando totalmente separada a fines del Plioceno (Morafka, 1977; Riddle *et al.*, 2000b; Grismer, 2002). A este respecto Morrone (2005b) menciona que debido al papel que ha tenido el desierto de Sonora en la evolución biótica de Baja California, podría proponerse otro componente biótico que incluyera a Sonora dentro del dominio Neártico Californiano. Sin embargo, las especies ampliamente distribuidas pueden estar oscureciendo los patrones biogeográficos en estas áreas, por lo

que Riddle *et al.* (2000b) enfatizan que el Desierto de Baja California debe considerarse como una entidad separada del Desierto Sonorense, con su propia y única historia evolutiva.

Los trazos generalizados 1-6 muestran un patrón de distribución restringido a la Península de Baja California, el cuál concuerda con la diferenciación de la biota de esta Península producto de su separación del continente a finales del Mioceno y Plioceno. Los eventos vicariantes ocurridos en esta región de acuerdo a lo mencionado por Murphy (1983), Grismer (1994), Upton y Murphy (1997), Riddle *et al.* (2000b), Murphy y Aguirre-León (2002), Riddle y Hafner (2006) incluyen: 1.- la formación del Mar de Cortés en el Mioceno tardío o Plioceno temprano a causa de la actividad orogénica y volcánica a lo largo del borde de las placas de Norteamérica y Pacífica. 2.- La Transgresión de las aguas marinas en la entrada del Golfo hacia los desiertos de zonas bajas al norte del Lago Mojave (el Embaiamiento de Bouse) y al noreste de San Gorgonio (Cierre de San Gorgonio), durante el plioceno o pleistoceno temprano y 3.- la formación del Pasaje Marino del Vizcaíno a través de la porción central de la Península en el Pleistoceno medio. La divergencia entre las faunas de estos dos desiertos ha sido mencionada por otros autores como Riddle *et al.* (2000a) y Riddle y Hafner (2006), con distintos grupos taxonómicos, Riddle *et al.* (2000b) con roedores, Zink *et al.* (2001) con aves, Crews y Hedin (2006) con arañas, Reginos (2005) con peces, Hedges *et al.* (1991), Jaeger *et al.* (2005) con sapos y Lamb *et al.* (1989) con tortugas.

Por otro lado el trazo generalizado 7 muestra un patrón de distribución restringida ubicado en la parte sur de la Península de Baja California, que coincide con lo observado por otros autores (Murphy, 1983; Grismer, 1994; Upton y Murphy, 1997; Riddle *et al.*, 2000b; Murphy y Aguirre-León, 2002; Riddle y Hafner, 2006), y el cual se explica a causa de la inundación del Istmo de la Paz en el Plioceno, lo cual originó que quedaran temporalmente aisladas la región del Cabo y el resto de la Península, lo que se sustenta además por el elevado número de reptiles endémicos a la región del Cabo (Riddle *et al.*, 2000b; Riddle y Hafner, 2006).

Los trazos 8, 9, 10 y 13 muestran un patrón ubicado principalmente en la provincia biogeográfica de Sonora, totalmente independiente de los trazos 16-22 ubicados en el Desierto Chihuahuense, lo cual concuerda con lo que mencionan Morafka (1977) y Riddle (1995) respecto a la herpetofauna y los roedores, quienes muestran que estos desiertos quedaron separados producto de la formación de la Sierra Madre Occidental la cual de acuerdo con Ortega *et al.* (2000), comenzó hace al menos 5 millones de

años o a finales del Cretácico. Aunque también se menciona que dicho aislamiento puede deberse a cambios climáticos en el Pleistoceno y Holoceno asociados a la apertura y desaparición de la zona de contacto entre los desiertos del oeste y del este, a través de los llanos de Deming en el suroeste de Nuevo México (Riddle y Hafner, 2006). Aún cuando en la actualidad estos desiertos se encuentran en cierto modo separados, existe gran evidencia acerca de la relación histórica de los desiertos Chihuahuense y Sonorense (Marshall y Liebherr, 2000; Flores-Villela y Goyenechea, 2003; Devitt, 2006; Riddle y Hafner, 2006; Leaché y Mulcahy, 2007; Flores-Villela y Martínez-Salazar, 2009), lo cual reafirma una historia común entre estos dos desiertos en el pasado. Por otro lado también se reconocen algunos eventos de recolonización entre los Desiertos Sonorense y Chihuahuense, durante el Pleistoceno a causa de las glaciaciones, a través de la región de Cochise (Morafka, 1977).

El trazo generalizado 24, el cual abarca la provincia biogeográfica de Tamaulipas, parte norte de la Provincia del Golfo de México, una pequeña porción al oeste del Altiplano Mexicano y la porción centro de la Sierra Madre Oriental, muestra un patrón en el que se encuentran separadas las regiones desérticas Chihuahuense y de Tamaulipas, lo cual concuerda con lo observado por Flores-Villela y Martínez-Salazar (2009), quienes mencionan que esta separación puede deberse a que la zona árida de Tamaulipas-Texas tiene un origen más reciente respecto a los desiertos de Chihuahua y Sonora, y ha incorporado recientemente fauna de los trópicos húmedos. Aunado a ello existe evidencia de un mayor grado de precipitación pluvial hace 4, 000 o 5, 000 años en las regiones de Tamaulipas y Trans-Pecos (oeste de Texas), lo que contrajo la vegetación xerófila en esas áreas y causo la desaparición periódica ciertos grupos herpetofaunísticos adaptados a condiciones de mayor aridez (Challenger, 1998).

Por el contrario se ha mencionado también la relación existente entre los desiertos de Sonora y Chihuahua con las zonas áridas de Tamaulipas a partir de grupos como roedores del género *Onchomys* (Riddle y Honeycutt, 1990) e insectos (Morrone *et al.*, 1999), lo cual pueda estar reflejando un periodo histórico de mayor contacto biótico entre estas áreas.

El trazo 23 muestra el patrón correspondiente a la Sierra Madre Oriental, la cual se formó a partir de la subducción de la cordillera oeste norteamericana durante fines del Cretácico y el Paleogeno, lo que generó importantes rasgos tectónicos que caracterizan el cinturón orogénico Laramide (Valencia-Moreno y Ortega-Rivera, 2011).

Los trazos generalizados 25 y 26 muestran un par de patrones distintos ubicados dentro de la zona de transición mexicana (Morrone, 2005b). El trazo 25 coincide perfectamente con la región conocida como el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la cual presenta una cantidad importante de endemismos en cuanto a reptiles se refiere (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010). Esto puede deberse a que esta área quedó separada del desierto Chihuahuense a principios del Plioceno a causa del levantamiento de la parte central y oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, lo cual fomentó su diferenciación (Challenger, 1998). El trazo 26 también abarca parte del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, pero se localiza en la porción norte.

El uso del enfoque panbiogeográfico en la detección de áreas importantes para la conservación, representa una herramienta útil debido a que los nodos detectados mediante este método, podrían representar “hotspots”, áreas con alta riqueza de especies, que además incluyen elementos taxonómicos de diverso origen, es decir que poseen diversidad de relaciones geográficas y filogenéticas (Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004).

En cuanto a los nodos encontrados en este trabajo para los desiertos mexicanos, siete se localizan entre los límites de las provincias morfotectónicas (Ferrusquía-Villafranca, 1998), lo cual ha sido descrito como una de las características de los nodos (Heads, 1989; García-Marmolejo, 2008).

Álvarez-Mondragón y Morrone (2004) ubicaron un nodo para la avifauna en la porción sur de la Península de Baja California, el cual coincide en gran medida con el nodo Baja California sur ubicado en el presente trabajo, por lo que se corrobora ahora con serpientes y lagartijas, la existencia de un área compleja en la porción sur de la Provincia de Baja California. Esta zona presenta además un elevado número de especies de reptiles endémicas no sólo a México, si no también dentro de la misma Península, pues su distribución se restringe a la parte más sureña de esta, la región conocida como el Cabo.

Así mismo el nodo 5 “Baja California norte” se ubica muy cerca del nodo Baja California norte centro detectado por Álvarez-Mondragón y Morrone (2004) para la avifauna de México. Lo mismo ocurre con el nodo Puebla sur del presente trabajo y el nodo Oaxaca norte (Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004), sin embargo, aunque estos últimos caracterizan dicho nodo con base en especies templadas, el nodo

identificado en el presente trabajo, presenta especies desérticas y tropicales. La evidencia de estas dos áreas sugiere la existencia de un área compleja más amplia que incluye a ambos nodos, así como distintos tipos de vegetación y por consiguiente especies con necesidades ecológicas distintas y con historias distintas. Esto puede explicarse debido a la historia geológica de la Sierra Madre del sur, provincia morfotectónica donde ambos nodos coinciden y la cual de acuerdo a Ferrusquía-Villafranca (1998) presenta la historia geológica más compleja del territorio mexicano.

Los nodos encontrados en este estudio para los desiertos mexicanos, en algunos casos se encuentran integrados por las mismas especies, por ejemplo los nodos ubicados en el desierto sonorense (6, 7, 8) presentan las mismas especies (*Phrynosoma mcallii*, *P. platyrhinos*, *Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes*, *Aspidoscelis burti* y *Crotaphytus nebrius*), por lo que puede elegirse cualquiera de ellos como área para conservar, lo cual resultaría de gran utilidad puesto que no existe ningún área de conservación en la parte central del desierto de Sonora, misma que no sólo beneficiaría a las especies mencionadas, si no a un gran número de especies propias del desierto Sonorense.

Una situación similar se observa con cinco nodos ubicados en el desierto Chihuahuense (11, 12, 13, 15, 20) los cuales se encuentran integrados por los mismos trazos generalizados (19 y 20), por lo tanto presentan las mismas especies (*Aspidoscelis inornata*, *Crotalus lepidus*, *Cophosaurus texanus*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum*, *Plestiodon obsoletus*, *Sceloporus poinsetti*), esto permite que se seleccione sólo alguno de ellos como zona prioritaria. Del mismo modo se observan los nodos 17, 19, 23 y 25 integrados por las mismas ocho especies (*Aspidoscelis inornata*, *Cophosaurus texanus*, *Micrurus tener*, *Phrynosoma modestum*, *P. cornutum*, *Plestiodon obsoletus*, *P. tetragrammus*, *Sceloporus olivaceus*), y los nodos 14, 16 y 21 conformados por las especies *Aspidoscelis marmorata*, *Pantherophis emoryi*, *Salvadora grahamiae*, *Sceloporus bimaculosus* y *S. undulatus*.

## 9.2. Comparación de nodos con áreas de importancia biológica

Respecto a la comparación de los nodos con las áreas de importancia biológica (ANPs, AICAs y RTPs), se observa que 10 nodos de los 26 encontrados en los desiertos mexicanos no coinciden con ninguna de dichas propuestas, esto resalta la utilidad del enfoque panbiogeográfico en la identificación de áreas que no habían sido consideradas anteriormente para su conservación, lo cual concuerda con lo observado por Álvarez-Mondragón y Morrone (2004). Así mismo, tal como recomiendan Ceballos *et al.* (2009), es

preciso que la selección de nuevas áreas para incorporarse al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se lleve a cabo mediante métodos cuantitativos, para maximizar el número de especies protegidas en el menor número de áreas. Por lo tanto es necesario también corroborar con otros taxones los nodos obtenidos, a fin de detectar nodos que incluyan una mayor diversidad biológica, de tal manera que los nodos no coincidentes con las propuestas de conservación existentes puedan proponerse para establecer nuevas áreas o bien para la delimitación de corredores biológicos que unan áreas de conservación existentes y abarquen las nuevas áreas detectadas. Estos corredores contribuirían de manera importante en la conservación de la diversidad biológica (Sánchez-Cordero *et al.*, 2005) y deben ser considerados como un punto fundamental en las propuestas de conservación (Koleff *et al.*, 2009). Los corredores biológicos, de acuerdo a lo que menciona Haddad (1999) pueden proporcionar tres beneficios principales: 1) incrementar las tasas de colonización previniendo la extinción local de las poblaciones. 2) Al aumentar el movimiento, incrementa el flujo genético, reduciendo la consanguinidad. 3) Al disminuir los eventos de extinción local, los corredores mantienen mayor diversidad en los fragmentos que conectan.

Otro aspecto importante a considerar es que las áreas naturales protegidas se han establecido con base en criterios tanto sociales como ambientales, y generalmente se desconoce la verdadera representatividad de la biota de una región (Ceballos *et al.*, 2009), así como los aspectos históricos de la misma. En este sentido la panbiogeografía permite complementar las técnicas existentes al aportar información histórica valiosa (Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004).

### **9.3. Análisis de complementariedad y priorización de nodos**

La finalidad de llevar a cabo una selección y priorización de nodos como áreas para conservar, parte de la idea de conservar el mayor número de especies en el menor número de áreas (Torres-Miranda y Luna-Vega, 2006), de esta manera se observa que con la selección de cinco de los 26 nodos detectados en los desiertos mexicanos (“Baja California norte”, “Baja California sur”, Puebla sur”, “Chihuahua sur” y “Chihuahua sur b”) se protegen cerca del 70% de las especies presentes en todos los nodos.

El nodo 5 “Baja California norte”, coincide geográficamente en un área donde se ubican los nodos “Baja California norte oeste” y “Baja California norte centro”, detectados para aves (Álvarez-Mondragón y Morrone, 2004), y se encuentra en el límite de dos provincias morfotectónicas, lo cual es una

característica de los nodos (Heads, 1989, García-Marmolejo *et al.*, 2008). Por otro lado el nodo detectado en este trabajo queda incluido dentro del área de endemismo detectada por Escalante *et al.*, (2009) para mamíferos. En esta zona se ha identificado también un hotspot denominado “Provincia Florística de California”, en el cual se encuentran 17 especies endémicas y en peligro (Ceballos *et al.*, 2009). Aunque este nodo no coincide con ninguna de las áreas de las ANPs, AICAs o RTPs, se localiza muy cerca de la ANP Alto Golfo de California y Delta de Río Colorado, de la AICA Delta del Río Colorado y de la RTP Delta del Río Colorado. Por lo tanto se sugiere establecer un área de conservación donde se localiza el nodo 5, así como un corredor que una al nodo 5 con las áreas antes mencionadas, a fin de que exista conectividad entre las áreas protegidas tal como sugieren Sánchez-Cordero *et al.* (2005) y Koleff *et al.* (2009).

El nodo 1 “Baja California Sur” alberga especies endémicas a la región del Cabo (Grismer, 2004), coincide con el nodo “Baja California sur” identificado por Álvarez-Mondragón y Morrone (2004) para las aves, y coincide además con la provincia biogeográfica del Cabo identificada por Arriaga *et al.* (1997), así como con el área de endemismo del Cabo identificada para aves por (Rojas-Soto *et al.*, 2003) y para los anfibios y reptiles (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006).

El nodo 26 “Puebla Sur” coincide con el ANP Valle de Tehuacán-Cuicatlán, para la cual se han identificado 4 especies endémicas de anfibios y reptiles, en tanto para la región de Cuicatlán se han identificado 8 especies endémicas (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010), de las cuales una de ellas se encuentra presente en el nodo. Estos endemismos así como la riqueza herpetofaunística total del Valle de Tehuacán Cuicatlán representada por 117 especies (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010), hacen de esta zona un área prioritaria para la conservación, la cual ocupa el cuarto lugar de importancia entre todas las ANPs del país, para la conservación de reptiles y el tercero para anfibios. Por otro lado el nodo Puebla sur, se localiza dentro de la provincia morfotectónica de la Sierra Madre del Sur, la cual de acuerdo con Ferrusquía-Villafranca (1998), es la provincia más compleja, por lo que presenta una enorme riqueza en cuanto a orígenes históricos.

El nodo 11 “Chihuahua sur”, no coincide con ningún área de conservación (ANP, AICA o RTP), sin embargo, presenta especies que no se detectan en los otros nodos seleccionados como prioritarios. Este nodo se ubica entre las áreas de endemismo “Santa Bárbara-San Francisco del Oro, Chihuahua” y

“Sureste de Chihuahua” identificadas para la herpetofauna endémica de México (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006).

Finalmente el Nodo 22 “Coahuila sur b”, el cual se encuentra superpuesto con el nodo 21 “Coahuila sur a” identificado en un nivel de anidamiento distinto al del nodo 22, lo cual refleja una compleja historia biogeográfica que está siendo recuperada por distintos trazos generalizados. Ambos nodos coinciden con la región de Cuatro Ciénegas, importante zona de conservación biológica de nuestro país, la cual es uno de los ecosistemas acuáticos continentales con mayor diversidad y endemismos en el mundo (Souza *et al.*, 2004) y el de mayor número de endemismos en Norteamérica. La región de Cuatro Ciénegas, donde se encuentra un ANP con el mismo nombre, ha sido identificada también como un área de endemismo para tortugas neotropicales (Ippi y Flores, 2001), queda incluida dentro del área de endemismo “Altiplano mexicano noreste” identificada para mamíferos (Escalante *et al.*, 2009) y dentro del área de endemismo “Chihuahua sur” detectada para la herpetofauna (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006). Por otro lado Cuatro Ciénegas es considerada como un sitio cero extinciones para peces dulceacuícolas y reptiles, y alberga 51 especies de reptiles, de las cuales 33 se encuentran en riesgo y cuatro son endémicas (Ceballos *et al.*, 2009).

#### **9.4. Análisis de endemidad**

Bajo la idea de la evolución en espacio tiempo y forma, varias especies con distintas capacidades dispersoras que conforman un área de endemismo, comparten una historia común y el reconocimiento de dichas áreas permite la regionalización a distintas escalas, al distinguir reinos, regiones, dominios, provincias y distritos (Espinosa-Organista *et al.*, 2005). De esta manera la búsqueda de patrones de endemidad con diferentes taxones permite poner a prueba las hipótesis acerca de los factores históricos, geográficos y ecológicos que han modelado su distribución actual (Rivas-Soto, 2011).

Los estudios más recientes sobre el reconocimiento de los patrones de endemidad para la herpetofauna mexicana han sido realizados principalmente mediante el método del PAE (Ippi y Flores, 2001; Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006), y hasta la fecha, no se había explorado el uso del análisis de endemidad (Szumik y Goloboff, 2004) para este grupo de vertebrados en el territorio mexicano. Lo anterior es importante puesto que se ha demostrado con otros grupos taxonómicos, como por ejemplo con mamíferos (Escalante *et al.*, 2009), que el análisis de endemidad muestra ventajas significativas

respecto al PAE, como son el reconocimiento de un mayor número de áreas de endemismo, áreas de endemismo sustentadas por un mayor número de especies endémicas, áreas de endemismo vecinas superpuestas espacialmente y áreas de endemismo anidadas dentro de otras más grandes (Szumik *et al.*, 2006; Casagrande y Taher, 2007; Escalante *et al.*, 2007a; Casagrande *et al.*, 2009; Escalante *et al.*, 2009; Casagrande *et al.*, 2009; Casagrande *et al.*, 2012), por otro lado, éste método se basa explícitamente en el concepto de áreas de endemismo (Szumik, 2002; Szumik y Goloboff, 2004; Casagrande *et al.*, 2012), lo cual también es una ventaja respecto a los demás métodos utilizados para la búsqueda de áreas de endemismo.

El uso del análisis de endemidad en el presente trabajo permitió el reconocimiento de 17 áreas de endemismo para las lagartijas y serpientes presentes en las zonas desérticas de México, a partir del uso de una cuadrícula de 1° x 1°. Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) mediante el uso del PAE y con el mismo tamaño de cuadrícula, identificaron para todo el territorio mexicano un total de 27 áreas de endemismo a partir del análisis de la distribución de 1014 especies de anfibios, presentes en todos los tipos de ambientes del país. Esto equivale a 80.2 % más especies que las utilizadas en el presente trabajo, lo cual demuestra que el uso del análisis de endemidad permite identificar un mayor número de áreas de endemismo que el PAE, corroborando así lo mencionado por otros autores (Escalante *et al.*, 2007a, 2009; Casagrande *et al.*, 2012). Por otro lado se identificaron áreas de endemismo anidadas y áreas de endemismo parcialmente superpuestas, a diferencia de lo observado en el estudio realizado por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), en cuyo análisis, no se hace referencia a estos patrones, aunado a que el PAE no permite detectar áreas superpuestas, sino únicamente áreas alopátricas (Escalante *et al.*, 2009). Además se detectaron áreas de endemismo que se extienden a través de varias provincias biogeográficas, por lo tanto las áreas de endemismo identificadas en el presente estudio muestran una idea más real de cómo es que ocurren los patrones biogeográficos en la naturaleza, lo cual es una ventaja del análisis de endemidad, tal como ha sido señalado por Casagrande *et al.* (2009).

El área consenso 1 (Costa Pacífica este) localizada desde el sur de Sonora, hasta Jalisco por toda la costa del Pacífico, coincide en gran parte con el área de endemismo “Costa Pacífica mexicana norte” detectada para mamíferos (Escalante *et al.*, 2009), e incluye a las áreas “Sur de Sonora” y “Noreste de Jalisco” identificadas para anfibios y reptiles (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006) y coincide con el patrón de endemismo “norte” identificado para la avifauna, el cual se extiende por la costa del Pacífico desde el norte de Sonora hasta el sur de Nayarit (García-Trejo y Navarro, 2004).

El área consenso 2 (Altiplano mexicano), coincide con el área de endemismo denominada con el mismo nombre y detectada para la mastofauna (Escalante *et al.*, 2007b), y coincide totalmente con las provincias de altiplano norte y sur de Arriaga *et al.*, (1997) y Altiplano mexicano de Morrone (2005b), sin embargo, abarca además la porción norte de la Sierra Madre Oriental, la Provincia de Tamaulipas y la parte norte del Golfo, identificadas por los mismos autores.

Las áreas consenso 3 y 9 (Baja California centro-sur a, b respectivamente) ubicadas en la península de Baja California, abarcan en su totalidad la Provincia del Cabo y casi toda la Provincia de Baja California de acuerdo a la propuesta de Arriaga *et al.* (1997), coincidiendo casi totalmente con la provincia biogeográfica de Baja California propuesta por Morrone (2005b). Concuerdan además en gran medida con uno de los patrones detectados para las aves por Rojas-Soto *et al.* (2003), y con el área Baja California sur de Escalante *et al.* (2007b) para los mamíferos, e incluyen al área “Baja California sur” correspondiente a la herpetofauna encontrada por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006). Las áreas Baja California sur a y b, muestran una superposición prácticamente total, pero difieren ligeramente en tamaño y en composición de especies, aunque ambas áreas presentan cuatro especies cada una y comparten dos de ellas (*Arizona pacata* y *Petrosaurus repens*). Por otro lado el área consenso 3 (Baja California centro sur a), presenta un índice de endemidad mayor al del área 9 (3.4 contra 3) y las especies que la forman aportan valores de endemidad superiores a 0.7, en tanto dos especies del área 9 presentan valores de endemidad de 0.53 y 0.59. Por lo tanto se decide seleccionar al área 3 (Baja California centro sur a) como un área mejor sustentada, pero se recomienda un análisis más detallado en el cual se incluyan otros grupos taxonómicos que se distribuyan no sólo en ambientes desérticos, para poder corroborar o rechazar su existencia.

Las áreas 4, 7 y 17, se encuentran superpuestas espacialmente, pero todas ellas se encuentran incluidas en la provincia biogeográfica del Altiplano norte de Arriaga *et al.* (1997), la cual es considerada junto con el altiplano sur como una sola provincia por Morrone (2001; 2005b), sin embargo, Morrone (2005b) menciona que la información acerca de otros taxones permitiría reconocer a estas entidades como distritos. Las áreas aquí detectadas difieren en cuanto a su tamaño, composición de especies y valor de índice de endemidad, siendo el área 7 (Altiplano norte-centro) la que presenta tanto la mayor cantidad de especies (8), así como el índice de endemidad más alto (4.2, contra 2.7 del área 4 y 2.3 del área 17), por lo tanto es claro observar que el área 7 (Altiplano norte-centro) se encuentra mejor sustentada como

área de endemismo, pues las áreas 7 y 17 apenas superan el valor mínimo de 2, para ser consideradas áreas de endemismo. Por otro lado el área 7 (Altiplano norte-centro) coincide en gran medida con el área “Altiplano mexicano noreste” de Escalante *et al.* (2009), detectada para los mamíferos, incluye además al área “Sur de Coahuila” identificada para la Herpetofauna por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), así como al área detectada por Ippi y Flores (2001) para tres especies de tortugas (*Terrapene coahuila*, *Gopherus flavomarginatus* y *Apalone ater*) e incluye la región de Cuatro Ciénegas, que representa una zona de gran importancia tanto a nivel biológico como a nivel de endemismos (Souza *et al.*, 2004). Finalmente el área 7 (Altiplano norte-centro) incluye el nodo 22 “Coahuila sur b” identificado en este trabajo como uno de los cinco nodos prioritarios.

Con base en todo lo anterior se sugiere seleccionar al área 7 (Altiplano norte-centro) cómo un área de endemismo mejor sustentada, no sólo por lo obtenido en el presente estudio, sino por el respaldo encontrado en los otros trabajos mencionados.

Las áreas 4 y 17 aún cuando presentan valores de índice de endemidad bajos, podrían corroborarse con información adicional sobre otros grupos taxonómicos.

Las áreas consenso 5, 10 y 16, se encuentran parcialmente superpuestas y se ajustan casi perfectamente a la provincia biogeográfica de Sonora, previamente definida por diversos autores (Rzedowski, 1978; Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990; Casas-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990; Arriaga *et al.*, 1997; Morrone, 2005b), sin embargo, el área 5 (Sonora norte) no abarca la porción sur de dicha provincia, esto debido a que las especies que la integran son características de la región más árida del Desierto de Sonora (*Chionactis occipitalis*, *Crotalus cerastes* y *Phrynosoma platyrhinos*) y no llegan a distribirse hacia las zonas más sureñas del estado en donde de acuerdo a Rzedowski (1978) la vegetación la integran bosques tropicales caducifolios. Las áreas 10 y 16 que se extiende hacia el sur de la provincia, se integran por especies distintas a las presentes en el área 5, de esta manera se observan tres áreas de endemismo parcialmente superpuestas, lo cual es una ventaja que ofrece el análisis de endemidad (Casagrande *et al.*, 2009; Escalante, 2009). Sin embargo, es necesario corroborar con otros grupos taxonómicos el patrón aquí descrito.

Las áreas de endemismo 5, 10 y 16 identificadas en este estudio únicamente con lagartijas y serpientes coinciden con las áreas “Oeste de Sonora”, “Noreste de Sonora” y “Sur de Sonora” identificadas para

toda la herpetofauna (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006), lo cual demuestra que al menos para los anfibios y reptiles del Desierto Sonorense existen áreas de endemismo superpuestas y áreas pequeñas anidadas dentro de otras más grandes.

El área consenso 6 (Península de Baja California), abarca toda la península de Baja California, misma que ha sido identificada como un área de endemismo para el caso de los mamíferos (Escalante *et al.*, 2007b; Escalante *et al.*, 2009) y las aves (Rojas-Soto *et al.*, 2003). El presente trabajo muestra que esta área de endemismo incluye o anida dentro de ella otras cinco áreas (áreas consenso 3, 9, 12, 13 y 15), lo que representa un patrón de endemismo sucesivamente anidado, el cual es la base para proponer sistemas de clasificación geográfica jerárquicos (Espinosa *et al.*, 2001). De esta manera se observa un área de endemismo (área 12), ubicada en la región del Cabo, identificada también para las aves (Rojas-Soto *et al.*, 2003) y que coincide con la provincia biogeográfica del Cabo y que de acuerdo a Morrone (2005b) podría considerarse como un distrito dentro de la Provincia de Baja California. Se observa además un nivel jerárquico más grande, a nivel de provincia biogeográfica, representado por las áreas 3 y 9, que corresponde con la Provincia de Baja California de Morrone (2005b), y por el área 13 que recupera la Provincia de California (Arriaga *et al.*, 1997; Morrone, 2005b), identificada también para los mamíferos (Escalante *et al.*, 2009) y finalmente el área 6, la cual anida a todas las anteriores formando el dominio Neártico Californiano (Morrone y Márquez, 2003; Morrone, 2005b).

El área consenso 8 (México centro) abarca parte de varias provincias biogeográficas de la propuesta de Arriaga *et al.* (1997), como son la parte este del Eje Volcánico, y de la Sierra Madre del sur, el éste del Balsas y toda la Provincia de Oaxaca la Faja Volcánica. Esta área de endemismo coincide en gran parte con el área “Faja Volcánica Transmexicana distrito este” de Escalante *et al.* (2009), identificada para mamíferos. Dichos resultados confirman la existencia de ésta área e información adicional probablemente permita delimitarla y caracterizarla adecuadamente.

El área consenso “México centro” incluye la zona árida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, el cual es una zona muy importante en cuanto a riqueza y endemismo de anfibios y reptiles, con 117 especies, de las cuales cuatro son endémicas a todo el valle y ocho sólo al Valle de Cuicatlán (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010). Las características del Valle de Tehuacán-Cuicatlán han permitido identificar a esta área como una provincia florística distinta al resto de las zonas áridas y semiáridas de México, cuya flora en las partes más calientes muestra relación con la de la Provincia de la Depresión del Balsas

(Rzedowski, 1978). Para el caso de la herpetofauna, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán alberga especies con afinidades neotropicales, así como especies presentes también en la Cuenca del Balsas y en la Sierra Madre del Sur, y especies distribuidas en la Faja Volcánica Transmexicana (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

La cercanía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán con áreas húmedas adyacentes en los estados de Guerrero, Morelos, Oaxaca y Puebla, de acuerdo a lo mencionado por Dávila *et al.* (2002), podría representar al menos para las aves y probablemente para otros vertebrados, un corredor altitudinal y estacional a través del cual pueden moverse hacia otras áreas en busca de recursos. Dichos autores sugieren también que la alta diversidad y endemismo del Valle es resultado de muchos factores, incluyendo una compleja estructura fisiográfica, un rango altitudinal diverso, así como una formación geológica a partir de distintos orígenes y edades.

El área consenso 9 (Baja California sur b) ubicada en la península de Baja California, abarca en su totalidad la Provincia del Cabo y casi toda la Provincia de Baja California de acuerdo a la propuesta de Arriaga *et al.* (1997), coincide en gran medida con uno de los patrones detectados para las aves por Rojas-Soto *et al.* (2003), y con el área Baja California sur de Escalante *et al.* (2007b) para los mamíferos, sin embargo, el área encontrada en el presente estudio se extiende más al norte del Desierto del Vizcaíno, por lo que es necesario contar con más información sobre otros grupos taxonómicos para reforzar o no esta área. Por otro lado el área consenso 9 anida al área de endemismo identificada para toda la herpetofauna por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), la cual se localiza más al sur de la península excluyendo al desierto del Vizcaíno.

El área consenso 11 (México noreste) ubicada al noreste de la Republica Mexicana, abarca varias Provincias biogeográficas del esquema de Arriaga *et al.* (1997) como son la parte este del altiplano norte y altiplano sur, la Provincia de Tamaulipas, la parte norte del Golfo y la Sierra Madre Oriental. Por otro lado se superpone sobre seis áreas de endemismo identificadas por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), lo cual muestra la necesidad de corroborar estos patrones biogeográficos, mediante el uso de otros taxones y probablemente con otros métodos, pues como se observa en este caso, áreas de endemismo identificadas para reptiles y anfibios con el método del PAE, son distintas a las que se identifican únicamente con lagartijas y serpientes bajo el criterio de optimalidad. Una situación similar ha sido encontrada en los trabajos de Escalante *et al.* (2007a) y Escalante *et al.* (2009), en los que se

observa que el análisis de endemidad permite detectar áreas que mediante el PAE no son identificadas, así como patrones mayores en los que se incluyen dos o más provincias biogeográficas.

El área consenso 12 (El Cabo) define a la Provincia biogeográfica del Cabo identificada por diversos autores (Casas-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990; Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990; Arriaga *et al.*, 1997). El área consenso 12 presenta un valor alto de índice de endemidad (5.2) y está sustentada por 6 especies endémicas; Otros autores han identificado también esta área con distintos taxones, por ejemplo Rojas-Soto *et al.* (2003) para la aves y Escalante *et al.* (2003) para los mamíferos. Por otro lado Rojas-Soto *et al.* (2003) encontraron una mayor relación entre la avifauna de la zona del Cabo y el resto de la península, que con el continente, por lo que sugieren que la zona del Cabo no debe considerarse como una provincia biogeográfica independiente de la provincia de Baja California. Así mismo Escalante *et al.* (2007c) consideran a la provincia del Cabo unida a la de Baja California pues carecen de evidencia suficiente para considerarlas como provincias separadas pues sólo presenta una autopomorfía en esta zona (*Oryzomys cuesi peninsulae*).

Morrone (2005b) menciona que con base en más información es posible llevar a cabo el reconocimiento del Cabo como un distrito dentro de la Península de Baja California. En este sentido el presente estudio adiciona información relevante, puesto que además de las seis especies endémicas detectadas para el área de endemismo “El Cabo” (*Aspidoscelis maximus*, *Elgaria paucicarinata*, *Petrosaurus thalassinus*, *Phyllodactylus unctus*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki*), se encuentran los endemismos identificados por otros autores, como *Oryzomys cuesi peninsulare* (Escalante *et al.*, 2007c), *Columba vioscae*, *Crotophaga sulcirostris*, *Glaucidium hoskinsii*, *Turdus confinis*, *Junco bairdi* (Rojas-Soto *et al.*, 2003), por lo tanto se sugiere que la información anterior permita el reconocimiento de la región del Cabo como un distrito biogeográfico dentro de la Provincia biogeográfica de Baja California.

Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), reconocen también un área al sur de la península de Baja California, para toda la herpetofauna, sin embargo, esta área no define exclusivamente la región del Cabo, pues abarca también la parte sur de la Península de Baja California.

El área consenso 13 (Baja California norte) se ubica en el norte de la Península de Baja California, área que también ha sido identificada para mamíferos (Escalante *et al.*, 2003; 2009) y para toda la herpetofauna (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006). Sin embargo, para el caso de las aves, se han detectado cuatro áreas en la parte norte de la península (Rojas-Soto *et al.*, 2003), lo cual refleja la

complejidad de la historia biótica y geológica en esa región, por lo tanto es necesario llevar a cabo estudios más detallados con información de otros taxones para esclarecer los patrones biogeográficos en esta zona.

El área consenso 14 (Baja California-Sonora), abarca las provincias biogeográficas del Cabo, Baja California, California y Sonora identificadas por Arriaga *et al.* (1997), y anida a las áreas consenso 3, 5, 6, 9, 12, 13 y 15 identificadas en este trabajo, lo cual muestra un endemismo sucesivamente anidado, así como un patrón biogeográfico que relaciona los desiertos de Sonora con los desiertos de Baja California y la zona árida del Cabo. En este sentido Morrone (2005b) menciona que dado el papel tan importante que Sonora ha tenido sobre la evolución biótica de la provincia de Baja California, cabría proponer otro componente biótico que la incluyera dentro del dominio Neártico Californiano. Por lo tanto el área de endemismo aquí detectada muestra la relación histórica de las áreas desérticas del oeste de México, sin embargo, la mayoría de las especies presentes en dicha área (*Chillomeniscus stramineus*, *Coleonyx variegatus*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Phyllorhynchus decurtatus* y *Sauromalus ater*) presentan problemas taxonómicos a nivel de especie, lo cual indica la existencia de complejos de especies aún no resueltos, o especies ampliamente distribuidas, que enmascaran los patrones biogeográficos en dichas zonas, evitando el reconocimiento de la histórica evolutiva del desierto de Baja California tal como lo mencionan Riddle *et al.* (2000b), quienes además hacen énfasis en que el Desierto de Baja California no puede seguir considerándose como un subgrupo del Desierto Sonorense y debe ser reconocido como un área desértica separada, con su propia y única historia evolutiva.

Diferentes estudios aportan evidencia a este respecto, y muestran que especies consideradas como una sola y distribuidas tanto en la península de Baja California como en el desierto Sonorense, son propiamente especies distintas, por un lado las que se encuentran en la península y por el otro las del continente. Ejemplos de ello son las serpientes *Crotalus atrox* (continente) y *Crotalus ruber* (península), cuyo ancestro común fue separado a causa de la formación del mar de Cortés y originó dos especies distintas (Castoe *et al.* 2006); los roedores *Peromyscus eremicus* (continente) y *Peromyscus fratelatus* (península) identificado en Riddle *et al.* (2000a); el complejo *Trimorphodon biscutatus* ha sido separado recientemente en 6 especies (Devitt *et al.* (2008), identificando a *T. lyrophanes* (península) como especie distinta del resto de las especies del continente (*T. lambda*, *T. vilkinsonii*, *T. paucimaculatus*, *T. biscutatus* y *T. quadruplex*). También se ha observado divergencia genética en las poblaciones de grupos de especies de mamíferos (*Chaetodipus baileyi*, *Neotoma lepida*), de reptiles

(*Urosaurus nigricaudus*) y en taxones como *Chaetodipus arenarius*, y *Petrosaurus* (Riddle *et al.*, 2000b).

El área consenso 15 (Baja California norte-centro) abarca la península de Baja California, excepto la parte de la Provincia del Cabo (Arriaga *et al.*, 1997), lo cual reafirma nuevamente la existencia de la zona del Cabo como una entidad distinta y por otro lado se identifica un área de endemismo que se extiende a través de dos provincias biogeográficas la de California y la de Baja California.

## 10. CONCLUSIONES

- ☞ El análisis panbiogeográfico de 196 especies de lagartijas y serpientes distribuidas en los desiertos mexicanos, permitió la identificación de 28 trazos generalizados divididos en siete niveles de anidamiento y 26 nodos.
  
- ☞ De los 26 nodos identificados en los desiertos mexicanos, 16 coinciden con algún área de importancia Biológica, seis con cuatro Áreas Naturales Protegidas, siete con seis de las Regiones Prioritarias para la Conservación de las Aves y 14 nodos con 12 de las Regiones Terrestres Prioritarias. Tres nodos coinciden con las tres propuestas anteriores, Coahuila centro a” y “Coahuila centro b” con el área de conservación Cuatro Ciénegas, y el nodo “Puebla sur” con el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.
  
- ☞ Se identificaron cinco nodos prioritarios, mediante los cuales se conserva cerca del 70% de las 63 especies presentes en todos los nodos. El orden de prioridad de dichos nodos es el siguiente: Baja California norte, Baja California sur, Puebla sur, Chihuahua sur y Coahuila sur b.
  
- ☞ Se detectaron 17 áreas de endemismo para las lagartijas y serpientes presentes en los desiertos mexicanos, mediante el análisis de endemidad. Cuatro áreas de endemismo presentan los valores más altos de índice de endemidad: la Península de Baja California con 13.39, la parte central de México que incluye al Valle de Tehuacán-Cuicatlán con 7.74, la porción norte de la península de Baja California con 6.23 y la parte sur de la Península de Baja California con 5.25. Por lo tanto estas áreas son las que se encuentran mejor sustentadas.

## 11. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Mondragón, E., y J. J. Morrone. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia* 29: 112-120.
- Arriaga, L. C., C. Aguilar, D. Espinosa-Organista y R. Ramírez. 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 98 pp.
- Axelrod, D. I. 1958. Evolution of Madro-Tertiary Geoflora. *Botanical Review* 24: 433-509.
- Barrera-Moreno, O., T. Escalante y G. Rodríguez. 2011. Panbiogeografía y modelos digitales de elevación: un caso de estudio con roedores en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista de Geografía Norte Grande* 48: 11-25.
- Camarillo, J. L. 1993. Algunos aspectos biogeográficos de los anfibios y reptiles de la zona xerófila de Hidalgo: P. 415-431. En: Villavicencio, M. A., Y. Marmolejo y B. E. Pérez (eds). *Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas, División de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 515 pp.
- Campbell, J. A., y W. W. Lamar 2004. *The venomous reptiles of the western hemisphere*, vols. 1-2. Comstock, Ithaca, New York. 774 pp.
- Canseco-Márquez, L., y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2010. *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A. C. Benemérita Universidad de Autónoma de Puebla. 302 pp.
- Casagranda, M. D., y L. Taher. 2007. Elementos bióticos, endemismo y parsimonia: estudio de casos de distribuciones hipotéticas. *Darwiniana* 45: 37-39.
- Casagranda, M. D., S. Roig-Juñet y C. Szumik. 2009. Endemismo a diferentes escalas espaciales: un ejemplo con Carabidae (Coleoptera: Insecta) de América del Sur austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 17-42.

Casaganda, M. D., L. Taher y C. Szumik. 2012. Endemicity analysis, parsimony and biotic elements: a formal comparison using hypothetical distributions. *Cladistics* 1: 1-10.

Casas-Andreu, G. y T. Reyna-Trujillo. 1990. Herpetofauna (anfibios y reptiles). Mapa IV. 8. 6. En: Atlas Nacional de México, vol. III. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Castoe A. T., C. L. Spencer, y C. L. Parkinson. 2006. Phylogeographic structure and historical demography of the western diamondback rattlesnake (*Crotalus atrox*): A perspective on North American desert biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42: 193-212.

Ceballos, G., *et al.* 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. P. 575-600. En: Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 847 pp.

Chaos-Cador, A. 2007. Panbiogeografía III: Método manual. P. 171. En: Luis-Martínez, A., A. N. Castañeda-Sortibrán, J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds). Manual de prácticas de biogeografía. Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 244 pp.

CIPAMEX-CONABIO. 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Escala 1:250000. Consejo Internacional para la Preservación de las Aves-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

Contreras-Medina, R., y H. Eliosa-León. 2003. Una visión panbiogeográfica preliminar de México. P. 197-211. En: Llorente-Bousquets, J., y J. J. Morrone (eds). Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. 2 ed. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 277 pp.

Crews, S. C., M. Hedin. 2006. Studies of morphological and molecular phylogenetic divergence in spiders (Aranae: *Homalomys*) from the American Southwest, including divergence along the Baja California Peninsula. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38: 470-487.

Croizat, L. 1958. Panbiogeography. Vols. 1 y 2. Publicado por el autor, Caracas.

Dávila, P., M. del C. Arizmendi, A. Valiente-Baunet, J. L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and conservation* 11: 421-442.

Devitt, T. J. 2006. Phylogeography of the western lyresnake (*Trimorphodon biscutatus*): testing aridland biogeographical hypotheses across the Nearctic-Neotropical transition. *Molecular Ecology* 15: 4387-4407.

Devitt, T. J., T. J. LaDuc y J. A. McGuire. 2008. The *Trimorphodon biscutatus* (Squamata: Colubridae) species complex revisited: A multivariate statistical analysis of geographic variation. *Copeia* 2: 370-387.

Escalante, T. 2009. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 551-560.

Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone. 2003. Using parsimony analysis of endemism to analyze the distribution of Mexican land mammals. *The Southwestern Naturalist* 48: 563-578.

Escalante, T., C. Szumik y J. J. Morrone. 2007a. Áreas de endemismo de los mamíferos de México: reanálisis y comparación con estudios previos. *Darwiniana* 45: 41-43.

Escalante, T., J. J. Morrone y G. Rodríguez-Tapia. 2007c. La distribución de los mamíferos terrestres y la regionalización biogeográfica natural de México. P. 9-17. En: Sánchez-Rojas, G., y A. Rojas-Martínez (eds). *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 214 pp.

Escalante, T., V. Sánchez-Cordero, J. J. Morrone y M. Linaje. 2007b. Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: a case study using species ecological niche modeling, parsimony analysis of endemism and Goloboff fit. *Interciencia* 32: 151-159.

Escalante, T., C. Szumik y J. J. Morrone. 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion. *Biological Journal of the Linnean Society* 98: 468-478.

Espinosa, D., C. Aguilar y T. Escalante. 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. P. 31-38. En: Llorente-Bousquets, J., y J. J. Morrone (eds). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 277 pp.

Espinosa-Organista, D., J. J. Morrone, J. Llorente-Bousquets y O. Flores-Villela. 2005. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Las prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 133 pp.

ESRI. 1998. ArcView GIS 3.2. Environmental Systems Research Institute. Redlands, CA, EEUU.

Fa, J., y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. P. 315-352. En: Ramamorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 792 pp.

Faith, D. 1994. Phylogenetic diversity: A general framework for the prediction of feature diversity. P. 251-268. En: Forcey, P. I., C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright (eds). Systematics and conservation evaluation. Systematics Association Special Vol. 50. Clarendon Press, Oxford. 438 pp.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1990. Regionalización Biogeográfica. Mapa IV.8.10. En: Atlas Nacional de México, vol III, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinópsis. P. 315-352. En: Ramamorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 792 pp.

Flores-Villela, O., y I. Goyenechea. 2003. Patrones de distribución de anfibios y reptiles de México. P. 289-296. En: Morrone, J. J., y J. Llorente-Bousquets (eds). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 307 pp.

Flores-Villela, O., y E. A. Martínez-Salazar. 2009. Historical explanation of the origin of the herpetofauna of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 817-833.

- García, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México.
- García-Marmolejo, G., T. Escalante y J. J. Morrone. 2008. Establecimiento de propiedades para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México. *Mastozoología Neotropical* 15: 41-65.
- García-Trejo, E. A., y A. G. Navarro. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)* 20: 167-185.
- Goloboff, P. 2002. NDM and VNDM: Programs for the identification of areas of endemism, vers. 1.6. Program and documentation, available at [www.zmuc.dk/public/phylogeny](http://www.zmuc.dk/public/phylogeny).
- Goyenechea, I., y J. M. Castillo-Cerón. 2002. Historia geológica de las serpientes. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 10: 35-42.
- Grismer, L. L. 1994. The origin and evolution of the peninsular herpetofauna of Baja California, México. *Herpetological Natural History* 2: 51-106.
- Grismer, L. L. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California, including its Pacific islands and the islands of the Sea of Cortés. University California Press. 413 pp.
- Haddad, N. 1999. Los corredores y la conservación. *Ecotono*. Boletín del programa de Investigación Tropical. Centro para la Biología y la Conseravción. Universidad de Stanford, California. Verano.
- Heads, M. 1989. Integrating earth and life sciences in New Zealand natural history. The parallel arcs model. *New Zealand Journal of Zoology* 16: 549-585.
- Hedges, S. B., R. L. Bezy y L. R. Maxon. 1991. Phylogenetic relationships and biogeography of Xantusid lizards, inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Biology and Evolution* 8: 767-780.
- Hernández, H. M. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 188 pp.
- Holman, J. A. 2000. Fossil snakes of North America. Origin, Evolution, Distribution, Paleogeny. Indiana University Press. 357 pp.

Humphries, C. J., R. I. Vane-Wright y P. H. Williams. 1991. Biodiversity reserves. Setting new priorities for the conservation of wildlife. *Park* 2: 34-38.

Ippi, S., y V. Flores. 2001. Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 84: 49-62.

Jaeger, J. R., B. R. Riddle y D. F. Bradford. 2005. Cryptic neogene vicariance and Quaternary dispersal of the red-spotted toad (*Bufo punctatus*): insights on the evolution of North American warm deserts biota. *Molecular Ecology* 14: 3033-3048.

Koleff, P., M. Tambutti, L. J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega *et al.* 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. P. 651-718. En: *Capital Natural de México, Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Lamb, T., J. C. Avise y J. W. Gibbons. 1989. Phyllogeographic patterns in mitochondrial DNA of desert tortoise (*Xerobates agassizi*), and evolutionary relationships among the North American gopher tortoises. *Evolution* 43: 76-87.

Lazcano-Villarreal, D., J. Banda-Leal y R. D. Jacobo-Galván. 2010. Serpientes del Estado de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. 502 pp.

Leaché, A. D., y D. G. Mulcahy. 2007. Phylogeny, divergence times and species limits of spiny lizards (*Sceloporus magister* species group) in western North American deserts and Baja California. *Molecular Ecology* 16: 5216-5233.

Lemos-Espinal, J. y H. M. Smith. 2008. Anfibios y reptiles del Estado de Chihuahua. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 550 pp.

Liner, E. A., y G. Casas-Andreu. 2008. Nombres estándar en español, en inglés y nombres científicos de los anfibios y reptiles de México. Second Edition. *Herpetological Circular* 38. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 162 pp.

- Marshall, C. J., y J. K. Liebherr. 2000. Cladistic biogeography of Mexican transition zone. *Journal of Biogeography* 27: 203-216.
- Martínez-Aquino, A., R. Aguilar-Aguilar, H. O. Santa Anna del Conde-Juárez y R. Contreras-Medina. 2007. Empleo de herramientas panbiogeográficas para detectar áreas para conservar: Un ejemplo con taxones dulceacuícolas. P. 449-460. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 514 pp.
- Medina-Romero, M. A. 2009. Regionalización biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 111 pp.
- Mejía-Pérez, J. I. 2008. Análisis panbiogeográfico de los saurios de la Sierra Madre Oriental. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 141 pp.
- Mittermeir, R. A., C. G. Mittermeier, T. M. Brooks, J. D. Pilgrim, W. R. Konstant, G. A. B. da Fonseca, y C. Kormos. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *PNAS* 100: 10309-10313.
- Morafka, D. J. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan desert trough its herpetofauna. Dr. W. Junk B. V., publishers, The Hague. 311 pp.
- Morrone, J. J. 2000. Entre el escarnio y el encomio: León Croizat y La Panbiogeografía. *Interciencia* 25: 41-47.
- Morrone, J. J. 2004. Homología biogeográfica. Las coordenadas espaciales de la vida. Cuadernos 37. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 199 pp.
- Morrone, J. J. 2005a. Sistemática, biogeografía y evolución. Los patrones de la biodiversidad en espacio y tiempo. 1ª reimpresión. Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 124 pp.
- Morrone, J. J. 2005b. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207-252.
- Morrone, J. J. 2008. Panbiogeografía I: Construcción de trazos individuales. P. 164-168. En: Luis-Martínez, A., A. N. Castañeda-Sortibrán, J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds). *Manual de*

prácticas de biogeografía. Las prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 244 pp.

Morrone, J. J. y T. Escalante. 2002. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units. When size matters. *Journal of Biogeography* 29: 1094-1104.

Morrone, J. J. y J. Márquez. 2003. Aproximación a un Atlas Biogeográfico Mexicano: componentes bióticos principales y provincias biogeográficas. P. 217-220. En: Morrone, J. J., y J. Llorente-Bousquets (eds). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 307 pp.

Morrone, J. J., D. Espinosa, C. Aguilar y J. Llorente. 1999. Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: a parsimony analysis of endemicity based on plant, insects and bird taxa. *Southwestern Naturalist* 44: 508-515.

Murphy, R. W. 1983. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California Herpetofauna. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 137: 1-48.

Murphy, R. W. y G. Aguirre-León. 2002. Nonavian reptiles; origins and evolution. P. 181-220. En: Case, T. J., M. L. Cody y E. Ezcurra (eds). A new island biogeography of the Sea of Cortés. Oxford University Press, Nueva York. 690 pp.

Ochoa-Ochoa, L. M., y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D. F. 211 pp.

Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N.D. Burges, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnut, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, and K. R. Kassem. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth (PDF, 1. 1M) *BioScience* 51: 933-938.

Ortega-Gutiérrez, F., R. L. Sedlock y R. C. Speed. 2000. Evolución tectónica de México durante el fanerozoico. P-3-59. En: Llorente-Bousquets, J., E. González-Soriano y N. Papavero (eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 676 pp.

- Ramírez-Bautista. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos del Instituto de Biología 23. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 127 pp.
- Reginos, C. 2005. Cryptic vicariance in Gulf of California fishes parallels vicariant patterns found in Baja California mammals and reptiles. *Evolution* 59: 2678-2690.
- Riddle, B. R. 1995. Molecular biogeography in the pocket mice (*Perognathus* and *Chaetodipus*) and grasshopper mice (*Onychomys*): the late Cenozoic development of a North American arid lands rodent guild. *Journal of Mammalogy* 76: 283-301.
- Riddle, B. R., y R. L. Honeycutt. 1990. Historical biogeography in North American arid regions: an approach using mitochondrial-DNA phylogeny in Grasshopper mice (Genus *Onchomys*). *Evolution* 44: 1-15.
- Riddle, B. R., y D. J. Hafner. 2006. Biogeografía histórica de los desiertos cálidos de Norte América. P. 57-65. En: Vázquez-Domínguez, E., y D. J. Hafner (eds). *Genética y mamíferos mexicanos: presente y futuro*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 32. 73 pp.
- Riddle, B. R., D. J. Hafner y L. F. Alexander. 2000a. Phylogeography an systematics of the *Peromyscus eremicus* species group and the historical biogeography of North American warm regional deserts. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 17: 145-160.
- Riddle, B. R., D. J. Hafner, L. F. Alexander y J. R. Jaeger. 2000b. Cryptic vicariance in the historical assembly of the Baja California peninsular desert biota. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97: 14438-14443.
- Rivas-Soto, M. A. 2011. Reconocimiento de patrones biogeográficos de coleópteros lamellicornios de las subfamilias Scarabaeinae y Geotrupinae (Scarabaeidae: Coleoptera). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.
- Rojas-Parra, C. A. 2007. Una herramienta automatizada para realizar análisis panbiogeográficos. *Biogeografía*. 1: 31-33.

- Rojas-Soto, O. R., O. Alcántara-Ayala y A. G. Navarro. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, México: a parsimony analysis of endemism and distributional modeling approach. *Journal of Biogeography* 30: 449-461.
- Rosen, B. R. 1988. From Fossils to Earth history: Applied historical biogeography. P. 437-481. En: Myers, A. A. y P. S. Giller (eds). *Analytical biogeography: An integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman and Hall, London. 578 pp.
- Rosen, B. R. y A. B. Smith. 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef-coral and sea-urchin distributions from late Cretaceous to Recent, using a new method. P. 275-306. En: Audley-Charles M. G., y A. Hallam (eds). *Gondwana and Tethys, Special Publication of the Geological Society of London* 37. Oxford University Press, London. 317 pp.
- Rzedowski, J. J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, 423 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- Rzedowski, J., y T. Reyna-Trujillo, 1990. Tópicos biogeográficos. Mapa IV.8.3. En: *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Sánchez-Cordero, V., M. Cirelli, M. Murguía y S. Sakar. 2005. Place propitization for biodiversity representation using species ecological niche modeling. *Biodiversity Information* 2: 11-23.
- SEMARNAT. 2002. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
- Souza, V., A. Escalante, L. Espinoza, A. Valera, A. Cruz, L. E. Eguiarte, F. García-Pichel y J. Elser. 2004. Cuatro Ciénegas, un laboratorio natural de astrobiología. *Ciencias* 75: 4-12.
- Szumik, C., y P. A. Goloboff. 2004. Areas of endemism. An Improved Optimally Criterion. *Systematic Biology* 53: 968-977.
- Szumik, C., D. Casagrande y S. Roig-Juñet. 2006. Manual de NDM/VNDM: Programas para la identificación de áreas de endemismo. *Instituto Argentino de Estudios Filogenéticos* 5: 1-26.

- Szumik, C., D. Casagrande, S. Roig-Juñet y T. Esacalante. 2007. Áreas de endemismo III: Identificación mediante análisis de endemicidad. P. 89-93. En: Luis-Martínez, A., A. N. Castañeda-Sortibrán, J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds). Manual de prácticas de biogeografía. Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 244 pp.
- Torres-Miranda, A., y I. Luna-Vega. 2006. Análisis de trazos para establecer áreas de conservación en la Faja Volcánica Transmexicana. *Interciencia* 31: 849-855.
- Upton, D. E., y R. W. Murphy. 1997. Phylogeny of the side-blotched lizards (Phrynosomatidae: *Uta*) based on mtDNA sequences: support for a midpeninsular seaway in Baja California. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 8: 104-113.
- Valencia-Moreno, M., y A. Ortega-Rivera. 2011. Cretácico Tardío-Eoceno Medio en el noreste de México. Evolución del arco magmático continental y su contexto geodinámico (orogenia Laramide). P. 201-226. En: Calmus, Thierry (ed). Panorama de la geología de Sonora, México. UNAM, Instituto de Geología, Boletín 118.
- Vane-Wright, R., C. Humphries y P. Williams. 1991. What to protect?: Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation* 55: 235-254.
- Vázquez-Díaz, J., y G. E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes. Centro de Investigaciones y Estudios en Medio Ambiente, México. 318 pp.
- Wilson, L. D. 1973. *Masticophis flagellum* (Shaw) Coachwip snake. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 145: 1-4
- Wilson, L. D., y J. D. Johnson. 2010. Herpetofauna diversity and endemism. P. 30-234. En: L. D. Wilson, J. H. Townsend y J. D. Johnson. (eds). Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publishing, Utah, USA. 812 pp.
- Yáñez-Ordóñez, O., M. Trujano-Ortega y J. Llorente-Bousquets. 2008. Patrones de distribución de las especies de la tribu Meliponini (Hymenoptera: Apoidea: Apidae) en México. *Interciencia* 33: 41-45.
- Zink, R.M., A. E. Kesen, T. V. Line y R. M. Blackwell-Rago. 2001. Comparative phylogeography of some aridland bird species. *Condor* 103: 1-10.

## 12. ANEXOS

**12.1. Anexo 1:** Distribución de las especies en las áreas de estudio seleccionadas. Abreviaturas: DBC: Desierto de Baja California; ZAC: Zona árida del Cabo; DSON: Desierto de Sonora; DCHI: Desierto Chihuahuense; ZAT: Zona árida de Tamaulipas; VTC: Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

ESPECIE	DBC	ZAC	DSON	DCHI	ZAT	VTC
<i>Anniella geronimensis</i>	X					
<i>Anniella pulchra</i>	X					
<i>Anolis quercorum</i>						X
<i>Arizona elegans</i>	X		X	X	X	
<i>Arizona pacata</i>	X					
<i>Aspidoscelis burti</i>			X			
<i>Aspidoscelis exanguis</i>				X		
<i>Aspidoscelis gularis</i>				X	X	
<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	X	X				
<i>Aspidoscelis inornata</i>				X	X	
<i>Aspidoscelis labialis</i>	X					
<i>Aspidoscelis marmorata</i>				X		
<i>Aspidoscelis parvisocia</i>						X
<i>Aspidoscelis sackii</i>						X
<i>Aspidoscelis tessellata</i>				X		
<i>Aspidoscelis tigris</i>	X	X	X	X		
<i>Aspidoscelis uniparens</i>				X		
<i>Bipes biporus</i>	X					
<i>Bogertophis rosaliae</i>	X	X				
<i>Bogertophis subocularis</i>				X		
<i>Callisaurus draconoides</i>	X	X	X			
<i>Charina trivirgata</i>	X	X	X			
<i>Chillomeniscus stramineus</i>	X	X	X			
<i>Chionactis occipitalis</i>			X			
<i>Chionactis palarostris</i>			X			
<i>Coleonyx brevis</i>				X	X	
<i>Coleonyx switaki</i>	X					
<i>Coleonyx variegatus</i>	X	X	X			
<i>Coluber constrictor</i>				X		
<i>Conopsis lineata</i>				X		X
<i>Cophosaurus texanus</i>				X	X	
<i>Crotalus aquilus</i>				X		
<i>Crotalus atrox</i>			X	X	X	
<i>Crotalus cerastes</i>			X			
<i>Crotalus enyo</i>	X	X				
<i>Crotalus intermedius</i>				X		X
<i>Crotalus lepidus</i>				X		
<i>Crotalus mitchellii</i>	X	X	X			
<i>Crotalus molossus</i>			X	X	X	X
<i>Crotalus oreganus</i>	X					
<i>Crotalus ravus</i>				X		X
<i>Crotalus ruber</i>	X	X				
<i>Crotalus scutulatus</i>			X	X		X
<i>Crotalus tigris</i>			X			
<i>Crotalus viridis</i>				X	X	
<i>Crotaphytus collaris</i>			X	X	X	

ESPECIE	DBC	ZAC	DSON	DCHI	ZAT	VTC
<i>Crotaphytus nebrius</i>			X			
<i>Crotaphytus reticulatus</i>				X	X	
<i>Crotaphytus vestigium</i>	X		X			
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	X	X	X			
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	X	X	X			
<i>Drymarchon melanurus</i>				X	X	X
<i>Elgaria cedrosensis</i>	X					
<i>Elgaria kingii</i>				X		
<i>Elgaria multicarinata</i>	X					
<i>Elgaria paucicarinata</i>		X				
<i>Elgaria velazquezi</i>	X					
<i>Gambelia copeii</i>	X					
<i>Gambelia wislizenii</i>			X	X		
<i>Gerrhonotus infernalis</i>				X	X	
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>						X
<i>Gerrhonotus ophiurus</i>				X		
<i>Gyalopion canum</i>				X	X	
<i>Gyalopion quadrangulare</i>						
<i>Heloderma suspectum</i>			X			
<i>Hemidactylus turcicus</i>				X	X	
<i>Heterodon kennerlyi</i>				X	X	
<i>Holbrookia lacerata</i>				X	X	
<i>Holbrookia maculata</i>			X	X		
<i>Hypsiglena chlorophaea</i>			X			
<i>Hypsiglena jani</i>				X	X	
<i>Hypsiglena ochrorhyncha</i>	X	X				
<i>Hypsiglena slevini</i>	X	X				
<i>Lampropeltis alterna</i>				X		
<i>Lampropeltis getula</i>	X	X	X	X	X	
<i>Lepidophyma occulor</i>				X		
<i>Leptodeira splendida</i>			X			
<i>Leptodeira septentrionalis</i>				X	X	X
<i>Masticophis bilineatus</i>			X	X		
<i>Masticophis flagellum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Masticophis fuliginosus</i>	X	X				
<i>Masticophis lateralis</i>	X					
<i>Masticophis mentovarius</i>				X		X
<i>Masticophis schotti</i>				X	X	
<i>Masticophis taeniatus</i>				X	X	
<i>Micruroides euryxanthus</i>			X			
<i>Micrurus distans</i>			X			
<i>Micrurus laticollaris</i>						X
<i>Micrurus pachecogili</i>						X
<i>Micrurus tener</i>				X	X	
<i>Nerodia erythrogaster</i>				X	X	
<i>Nerodia rhombifer</i>				X	X	
<i>Oxybelis aeneus</i>			X	X	X	
<i>Pantherophis bairdi</i>				X	X	
<i>Pantherophis emoryi</i>				X	X	
<i>Petrosaurus mearnsi</i>	X					
<i>Petrosaurus repens</i>	X					
<i>Petrosaurus thalassinus</i>		X				

ESPECIE	DBC	ZAC	DSON	DCHI	ZAT	VTC
<i>Phrynosoma braconneri</i>						X
<i>Phrynosoma cornutum</i>				X	X	
<i>Phrynosoma coronatum</i>	X	X				
<i>Phrynosoma ditmarsii</i>			X			
<i>Phrynosoma mcallii</i>			X			
<i>Phrynosoma modestum</i>				X	X	
<i>Phrynosoma orbiculare</i>				X	X	
<i>Phrynosoma platyrhinos</i>	X		X			
<i>Phrynosoma solare</i>			X			
<i>Phrynosoma taurus</i>						X
<i>Phyllodactylus bordai</i>						X
<i>Phyllodactylus homolepidurus</i>			X			
<i>Phyllodactylus unctus</i>		X				
<i>Phyllodactylus xanti</i>	X	X	X			
<i>Phyllorhynchus browni</i>			X			
<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	X	X	X			
<i>Pituophis catenifer</i>	X	X	X	X	X	
<i>Pituophis deppei</i>				X		X
<i>Pituophis lineaticollis</i>						X
<i>Pituophis vertebralis</i>	X	X				
<i>Plestiodon obsoletus</i>				X	X	
<i>Plestiodon tetragrammus</i>				X	X	
<i>Procinura aemula</i>			X			
<i>Leptotyphlops dissectus</i>				X		
<i>Leptotyphlops dulcis</i>				X	X	
<i>Leptotyphlops humilis</i>	X	X	X	X		
<i>Leptotyphlops maximus</i>						X
<i>Leptotyphlops myopicus</i>				X	X	
<i>Rhinocheilus lecontei</i>	X		X	X	X	
<i>Salvadora deserticola</i>			X	X		
<i>Salvadora grahamiae</i>				X		
<i>Salvadora hexalepis</i>	X	X	X			
<i>Salvadora intermedia</i>						X
<i>Sauromalus ater</i>	X	X	X			
<i>Sceloporus bimaculosus</i>				X		
<i>Sceloporus cautus</i>				X		
<i>Sceloporus clarki</i>			X	X		
<i>Sceloporus couchii</i>				X	X	
<i>Sceloporus cowlesi</i>				X		
<i>Sceloporus gadoviae</i>						X
<i>Sceloporus horridus</i>						X
<i>Sceloporus hunsakeri</i>		X				
<i>Sceloporus jalapae</i>						X
<i>Sceloporus licki</i>		X				
<i>Sceloporus magister</i>	X	X	X	X		
<i>Sceloporus merriami</i>				X		
<i>Sceloporus minor</i>				X	X	
<i>Sceloporus nelsoni</i>			X			
<i>Sceloporus occidentalis</i>	X					
<i>Sceloporus olivaceus</i>				X	X	
<i>Sceloporus orcutti</i>	X		X			
<i>Sceloporus ornatus</i>				X		

ESPECIE	DBC	ZAC	DSON	DCHI	ZAT	VTC
<i>Sceloporus parvus</i>				X	X	
<i>Sceloporus poinsetti</i>				X	X	
<i>Sceloporus spinosus</i>				X		X
<i>Sceloporus torquatus</i>				X		
<i>Sceloporus undulatus</i>				X	X	
<i>Sceloporus vandenburgianus</i>	X					
<i>Sceloporus variabilis</i>				X	X	X
<i>Sceloporus virgatus</i>				X		
<i>Sceloporus zosteromus</i>	X					
<i>Scincella lateralis</i>				X	X	
<i>Senticolis trispais</i>				X	X	X
<i>Sistrurus catenatus</i>				X		
<i>Sonora semiannulata</i>	X	X	X	X	X	
<i>Tantilla atriceps</i>				X	X	
<i>Tantilla bocourti</i>				X		X
<i>Tantilla hobartsmithi</i>				X	X	
<i>Tantilla nigriceps</i>				X	X	
<i>Tantilla planiceps</i>	X	X				
<i>Tantilla rubra</i>				X	X	X
<i>Tantilla wilcoxi</i>				X		
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>				X	X	X
<i>Thamnophis eques</i>				X		
<i>Thamnophis hammondii</i>	X					
<i>Thamnophis marcianus</i>				X	X	
<i>Thamnophis melanogaster</i>				X		
<i>Thamnophis proximus</i>				X	X	
<i>Thamnophis validus</i>		X	X			
<i>Trimorphodon biscutatus</i>						X
<i>Trimorphodon lambda</i>			X			
<i>Trimorphodon lyrophanes</i>	X	X				
<i>Trimorphodon paucimaculatus</i>			X			
<i>Trimorphodon tau</i>				X		X
<i>Trimorphodon wilkinsonii</i>				X		
<i>Tropidodipsas sartorii</i>				X		
<i>Uma exsul</i>				X		
<i>Uma notata</i>	X		X			
<i>Uma paraphygas</i>				X		
<i>Urosaurus bicarinatus</i>						X
<i>Urosaurus lahtelai</i>	X					
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	X	X				
<i>Urosaurus ornatus</i>			X	X	X	
<i>Uta stansburiana</i>	X	X	X	X		
<i>Xantusia extorris</i>				X		
<i>Xantusia henshawi</i>	X					
<i>Xantusia vigilis</i>	X					
<i>Xantusia wigginsi</i>	X					

**12.2. Anexo 2:** Especies de amplia distribución.

<b>Especies de amplia distribución</b>
<i>Arizona elegans</i>
<i>Aspidoscelis gularis</i>
<i>Aspidoscelis tigris</i>
<i>Callisaurus draconoides</i>
<i>Charina trivirgata</i>
<i>Chillomeniscus stramineus</i>
<i>Coleonyx elegans</i>
<i>Crotaphytus collaris</i>
<i>Crotalus intermedius</i>
<i>Crotalus molossus</i>
<i>Crotalus ravus</i>
<i>Crotalus scutulatus</i>
<i>Crotalus lepidus</i>
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>
<i>Drymarchon melanurus</i>
<i>Gambelia wislizenii</i>
<i>Gerrhonotus infernalis</i>
<i>Holbrookia maculata</i>
<i>Lampropeltis getula</i>
<i>Leptodeira septentrionalis</i>
<i>Masticophis flagellum</i>
<i>Masticophis mentovarius</i>
<i>Masticophis taeniatus</i>
<i>Micrurus tener</i>
<i>Oxybelis aeneus</i>
<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>
<i>Pituophis catenifer</i>
<i>Pituophis deppei</i>
<i>Phrynosoma orbiculare</i>
<i>Leptotyphlops humilis</i>
<i>Rhinocheilus lecontei</i>
<i>Salvadora deserticola</i>
<i>Salvadora hexalepis</i>
<i>Sauromalus ater</i>
<i>Sceloporus magister</i>
<i>Senticolis triaspis</i>
<i>Sonora semiannulata</i>
<i>Tantilla rubra</i>
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>
<i>Thamnophis eques</i>
<i>Thamnophis marcianus</i>
<i>Thamnophis melanogaster</i>
<i>Thamnophis proximus</i>
<i>Thamnophis validus</i>
<i>Trimorphodon tau</i>
<i>Uma notata</i>
<i>Urosaurus ornatus</i>