

FACULTAD DE CIENCIAS. UNAM.

00381
2
24

**ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LA
HERPETOFAUNA DE MEXICO**

TESIS DOCTORAL:

OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA

DOCTORADO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

| | |
|--|------|
| Contenido | i |
| Indice de cuadros | ii |
| Indice de figuras | iii |
| Resumen | vi |
| Agradecimientos | viii |
| Capítulo 1 Caracterización de la Herpetofauna de México | 1 |
| Capítulo 2 Análisis de Clasificación | 51 |
| Capítulo 3 Explicación Histórica del Origen de la Herpetofauna de México | 71 |
| Capítulo 4 Aplicaciones de la Biogeografía a la Conservación | 99 |
| Conclusiones generales | 141 |
| Comentarios finales | 149 |
| Literatura citada | 151 |
| Apéndices | |
| Apéndice 1 Lista de Especies Válidas de Anfibios y Reptiles de México | 173 |
| Apéndice 2 Regiones Naturales de México, West (1971b) | 199 |
| Apéndice 3 Mapas de Distribución de las Especies Endémicas de anfibios y Reptiles de México | 205 |
| Apéndice 4 Bibliografía consultada | 239 |

INDICE DE FIGURAS

Capítulo 1.

- Figura 1. Incremento de especies conocidas de anfibios y reptiles en México desde 1766 hasta la fecha.
- Figura 2. Proporción de géneros y especies de los órdenes de Amphibia.
- Figura 3. Proporción de géneros y especies de los órdenes de Reptilia.
- Figura 4. Proporción de especies por género.
- Figura 5. Categorización de la distribución de las especies no endémicas de México.
- Figura 6. Proporción de especies endémicas por familia (Amphibia).
- Figura 7. Proporción de especies endémicas por familia (Reptilia/Amphisbaenia-Sauria).
- Figura 8. Proporción de especies endémicas por familia (Reptilia/Serpentes-Testudines).
- Figura 9. Regiones naturales de México según West (1971b).
- Figura 10. Fenograma de similitud faunística entre regiones naturales de West (índice de Simpson).
- Figura 11. Distribución de todos los anfibios endémicos suponiendo equidistribución en las regiones naturales de West.
- Figura 12. Distribución de los anfibios exclusivos suponiendo equidistribución en las regiones naturales de West.
- Figura 13. Distribución de todos los reptiles endémicos suponiendo equidistribución en las regiones naturales de West.
- Figura 14. Distribución de los reptiles exclusivos suponiendo equidistribución en las regiones naturales.
- Figura 15. Distribución de la herpetofauna endémica suponiendo equidistribución en las regiones naturales de West.
- Figura 16. Distribución de la herpetofauna exclusiva suponiendo equidistribución en las regiones naturales de West.
- Figura 17. Distribución de todos los anfibios endémicos en proporción al tamaño de las regiones naturales de West.
- Figura 18. Distribución de los anfibios exclusivos en proporción al tamaño de las regiones naturales.
- Figura 19. Distribución de todos los reptiles endémicos en proporción al tamaño de las regiones naturales de West.
- Figura 20. Distribución de los reptiles exclusivos en proporción al tamaño de las regiones naturales de West.
- Figura 21. Distribución de la herpetofauna endémica en proporción al tamaño de las regiones naturales.
- Figura 22. Distribución de la herpetofauna exclusiva en proporción al tamaño de las regiones naturales.
- Figura 23. Distribución de los anfibios exclusivos en proporción a la riqueza de especies endémicas en las regiones naturales de West.
- Figura 24. Distribución de los reptiles exclusivos en proporción a la riqueza de especies endémicas en las regiones naturales de West.

Figura 25. Distribución de la herpetofauna exclusiva en proporción a la riqueza de endémicos en las regiones naturales de West.

Capítulo 2.

Figura 26. Fenograma del análisis de clasificación de la distribución de la herpetofauna endémica.

Figura 27. Regionalización de la herpetofauna endémica.

Figura 28. Regiones herpetofaunísticas de México.

Capítulo 3.

Figura 29. Representación gráfica de las suposiciones biogeográficas.

Figura 30. Cladograma generalizado de área hipotético de la relación entre las áreas de endemismo en México y Centroamérica.

Figura 31. Áreas de endemismo en México y Centro América.

Figura 32. Cladogramas de área originales de los taxa empleados en el análisis de simplicidad biogeográfica.

Figura 33. Cladograma resultante del análisis de simplicidad biogeográfica.

Capítulo 4.

Figura 34. Distribución de frecuencias del tamaño de las áreas de distribución ocupadas por la herpetofauna endémica.

Figura 35. Distribución de frecuencias del número de especies de la herpetofauna endémica por cuadrado.

Figura 36. Distribución de la densidad de la herpetofauna endémica por cuadrado en México.

Figura 37. Distribución de la densidad de la herpetofauna endémica en México: a. curvas de densidad de especies b. vista en tercera dimensión.

Figura 38. Ubicación geográfica de los cuadrados con elevada riqueza de endemismos en México.

Figura 39. Ubicación geográfica de los 7 transectos a lo largo y ancho de México para evaluar la riqueza de especies endémicas.

Figura 40. Transecto de riqueza de especies endémicas de norte a sur en la península de Baja California.

Figura 41. Transecto de riqueza de especies endémicas de norte a sur de la Sierra Madre Occidental a la Cuenca del Balsas.

Figura 42. Transecto de riqueza de especies endémicas de norte a sur de la Sierra Madre Oriental a Huatulco, Oaxaca.

Figura 43. Transecto de riqueza de especies endémicas de norte a sur de Yucatán a Pijijiapan, Chiapas.

Figura 44. Transecto de riqueza de especies endémicas de oeste a este en el paralelo 23 en la Altiplanicie Mexicana.

- Figura 45.** Transecto de riqueza de especies endémicas de oeste a este en el Eje Volcánico Transversal.
- Figura 46.** Transecto de riqueza de especies endémicas de oeste a este de la Cuenca del Río Balsas a la base de la península de Yucatán.
- Figura 47a y b.** Prioridades de conservación para las especies del grupo *Rana pipiens*.
- Figura 48.** Prioridades de conservación para las especies del grupo *Rana palmipes*.
- Figura 49.** Prioridades de conservación para las especies del género *Barisia*.
- Figura 50.** Prioridades de conservación para las especies del género *Mexaspis*.
- Figura 51a y b.** Prioridades de conservación para las especies del género *Abronia*.
- Figura 52.** Prioridades de conservación para las especies del género *Elguria*.
- Figura 53a y b.** Prioridades de conservación para las especies de la familia Xantusiidae.
- Figura 54a y b.** Prioridades de conservación para las especies de la familia Corytophanidae.
- Figura 55.** Prioridades de conservación para las áreas de endemismo de México.

Análisis de la distribución de la herpetofauna de México

RESUMEN

Se realizó un análisis de la riqueza de especies de anfibios y reptiles de México con base en la literatura taxonómica herpetológica de los últimos 15 años, presentando una lista actualizada de las especies válidas para el país. Se comparó la riqueza de la herpetofauna de México con la del mundo y se analizó su distribución con base en porcentajes de endemismo por regiones fisiográficas. Además, se presenta un fenograma de la relación de las regiones fisiográficas, que muestra que las tierras altas del centro de México, las tierras subhúmedas extratropicales y la Sierra Madre Oriental por un lado, la costa del Pacífico (incluyendo la Cuenca del Balsas) y la Sierra Madre Occidental por el otro, están muy relacionadas entre sí. Las otras regiones del país podrían ser consideradas como independientes por su contenido de especies endémicas de anfibios y reptiles.

Las especies endémicas se trataron con especial atención para hacer un análisis de clasificación utilizando un programa de análisis divisivos monotéticos. Se regionalizó al país en 15 regiones herpetofaunísticas con base en los resultados de dicho análisis. Esta regionalización, resultó ser parecida a las regionalizaciones de provincias bióticas hechas previamente. Se concluye que estos métodos son buenos para generar hipótesis de trabajo y hacer regionalizaciones, pero su utilidad en biogeografía histórica no ha sido demostrada plenamente.

Se estudió la historia biogeográfica de la herpetofauna de México y Centro América con base en los planteamientos propuestos por Savage. Con estos datos y otras evidencias publicadas y modificaciones se generó un cladograma generalizado de área hipotético. Se utilizó el programa COMPONENT para hacer el análisis biogeográfico con base en la suposición 0, y los resultados se analizaron con el programa Hennig'86 para generar cladogramas generalizados de área con base en la Simplicidad Biogeográfica de Brooks. Los resultados, muestran que se pueden encontrar patrones concordantes de evolución espacio-temporal de la herpetofauna de México y Centroamérica, aunque no son totalmente consistentes el cladograma generalizado de área hipotético y el único cladograma resultante del análisis de simplicidad biogeográfica.

Se proponen varias formas de utilización los datos de endemismo para seleccionar áreas prioritarias para la conservación en México. Más del 70% de la herpetofauna endémica del país tiene áreas de distribución restringida (microendémicas). Las áreas con alta riqueza de especies endémicas, no están distribuidas regularmente en el país, sino de forma disyunta. Doce áreas en los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Morelos y el Distrito Federal tienen la mayor riqueza de especies endémicas de anfibios y reptiles. Se hizo una análisis del peso informativo de cladogramas para determinar prioridades de conservación en las áreas de endemismo previamente seleccionadas. Las tres áreas determinadas como prioritarias fueron: el Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y las tierras bajas de la vertiente del Atlántico. Se hizo un análisis de las regiones

ABSTRACT

An evaluation of the herpetological richness of Mexico is presented, and compared with the herpetofauna of the rest of the world. A cluster analysis is presented that shows the faunistic relationships of the physiographic regions of Mexico: the central highlands, the subhumid extratropical lands, and the Sierra Madre Oriental are closely related. In addition, the Pacific coast (including the Balsas Basin) and the Sierra Madre Occidental are related.

An analysis of classification was performed using the endemic species of amphibians and reptiles of Mexico, resulting in the division of the country into 15 herpetofaunistic regions. This regionalization is similar to the biotic provinces previously proposed by other authors working with other taxa.

The Biogeographic history of the herpetofauna of Mexico and Central America was studied. A general area cladogram was proposed as a working hypothesis. The program COMPONENT was used with the assumption 0, and the results were analyzed using the Henning '86 program which performs a Biogeographic Parsimony Analysis (BPA). The results show that there are limited patterns of biogeographic congruence; the hypothetic area cladogram and the only cladogram which resulted from the BPA are not completely congruent.

Data on herpetological endemism were used to select twelve areas for conservation in the states of Guerrero (4), Michoacan (1), Oaxaca (2), Veracruz-Puebla (3), Morelos (1) and the Distrito Federal (1). In addition, an analysis based on the information value of taxonomic cladograms was used to determine conservation priorities in areas of endemism which had been selected previously; the three areas with the highest conservation priority were: the Transverse Volcanic Chain, the Sierra Madre del Sur, and the Atlantic lowlands.

con mayor endemicidad en el país, presentándose datos de la riqueza relativa de especies por regiones fisiográficas y por transectos a lo largo y ancho del país. Se encontró que las tierras altas del centro de México y la Costa del Pacífico son las regiones con mayor número de especies endémicas. La distribución de las especies endémicas a lo largo de los transectos sigue la topografía del país, habiendo en la mayoría de los casos más especies endémicas en las tierras altas.

Agradecimientos.

Muchas han sido las personas que han colaborado de una o de otra forma en la elaboración de esta tesis, a todas ellas les agradezco profundamente su ayuda.

Primeramente quiero agradecer a Exequiel Ezcurra por su invaluable ayuda, guía y paciencia durante los últimos tres años, desde que empecé a hacer este trabajo. A los miembros del jurado por sus valiosas sugerencias y comentarios, los cuales mejoraron la presentación de este trabajo: Marisol Montellano, Silvia Purata, Luis Bojórquez, Jorge Llorente, Bert Kohlmann y Rodolfo Dirzo.

Al Dr. C. Jack McCoy, del Carnegie Museum of Natural History, por su valiosa colaboración durante las fases iniciales de este trabajo que realicé como "Resident Museum Specialist" en el Museo Carnegie de Pittsburgh. Sin la ayuda del Dr. McCoy, la revisión bibliográfica preliminar hubiera sido muy difícil. Al Dr. Hobart M. Smith, de la Universidad de Colorado que colaboró proporcionandome literatura difícil de conseguir en México y que amablemente revisó la primera versión de este trabajo haciendo numerosas sugerencias al mismo, las cuales lo mejoraron significativamente.

A mi colega y amigo Antonio Hernández Gómez, quien colaboró entusiastamente en este proyecto durante sus primeras fases y me ayudó elaborando varias de las figuras. A él mi más profundo agradecimiento.

También quiero agradecer las amables revisiones hechas a los capítulos uno y tres de este manuscrito por: el Dr. Jay M. Savage de la Universidad de Miami, el Dr. John Terborgh de la Universidad de Duke, el Dr. Jorge Soberón del Centro de Ecología de la UNAM, el Dr. C. J. McCoy del Carnegie Museum of Natural History y al Dr. Victor Sánchez Cordero del Instituto de Biología de la UNAM.

Varios fueron los curadores y especialistas que generosamente revisaron la lista de especies, haciendo numerosas sugerencias y cambios taxonómicos. Si todavía persiste algún error en éstas, es solamente mi responsabilidad. Mi agradecimiento al Dr. Robert L. Bezy por sus amables comentarios y sugerencias, Dr. David M. Hillis, Dr. Larry D. Wilson, Dr. Robert G. Webb, Dr. Jack McCoy, Dr. Jonathan A. Campbell, Dr. James R. Dixon, Dr. William E. Duellman, Dr. Janis A. Roze, Dr. John S. Frost, Dr. Darrel R. Frost, Dr. Jaime Villa, Dr. John D. Lynch, Dr. David G. Wake, Dr. James F. Lynch, Dr. Charles W. Myers, Dr. John B. Iverson, Dr. Ronald A. Brandon, Dr. Arnold G. Kluge, Mr. Donald Hahn, Dr. Ron Altig, Dr. Roy McDiarmid y al Dr. Carl S. Lieb por su amable ayuda.

Quiero agradecer muy especialmente a Silvia Castillo del Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias su colaboración desinteresada tecleando el programa CENOSIS 2 en Fortran en el sistema IBM de la DGSCA de la UNAM. También quiero agradecer a Silvia Castillo y Patricia Moreno por facilitarme la terminal y su clave de usuario de la IBM asignada al Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias.

La colaboración de Alejandro Peláez Goycochea fue fundamental en la elaboración del apéndice 3 y en la obtención de algunos resultados del capítulo 5. Le agradezco su ayuda a Manuel Maass del Centro de Ecología de la UNAM por facilitarme su programa de manejo de bibliografía.

Rozella y Hobart Smith muy amablemente me proporcionaron su nomenclator de regionalización de México, con base en cuadrantes; gracias a esa guía se pudo generar la información utilizada en el análisis de cúmulos y en la regionalización. Estoy en deuda permanente con ellos.

Agradezco al Dr. Jorge V. Crisci del Museo de la Plata, Argentina, por su paciencia y valiosa ayuda con el programa COMPONENT y el Hennig '86 y por permitirme reproducir la Figura 29, para ilustrar las suposiciones biogeográficas. Su apoyo fue muy valioso para mejorar sustancialmente la información contenida en el capítulo 3 de esta tesis. Jorge Llorente del Museo de Zoología de la Facultad, muy amablemente me proporcionó su copia de los programas COMPONENT y Hennig '86 que están instalados en las computadoras del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias del cual soy miembro.

Muchas otras personas han colaborado desinteresadamente con el autor durante el desarrollo de este trabajo. Agradezco a mis alumnos Antonio Muñoz Alonso y Efraín Hernández García, por su paciencia y colaboración. Por la diversa información proporcionada, a Adolfo Navarro, Hector Arita, David Good, Pedro Miramontes y muy especialmente a Ron Crombie y Gonzalo Pérez Higuera.

Un agradecimiento muy especial a Hugo Ponce del Museo de Zoología por su amable ayuda con la versión preliminar de los mapas del Apéndice 3 y por su ayuda en el uso del NTSYS y del Hennig '86. A Hesiquio Benitez por su colaboración en la presentación final de este trabajo. Y a Iván Azuara y Arturo Ramírez por la producción del mapa de la figura 27.

En el capítulo 3, de biogeografía histórica fueron muy importantes las discusiones con Jorge Llorente y Adrián Nieto Montes de Oca. Sus comentarios y sugerencias son muy apreciados.

Parte de la información aquí presentada se integró al banco de datos regional de The Nature Conservancy y de Conservation International. A ambas instituciones agradezco su apoyo.

Gran parte de los datos que aquí se presentan fueron obtenidos durante mi estancia como Profesor de Carrera en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. A las autoridades de esta institución, mi Facultad, y a mis colegas y amigos del Museo de Zoología Jorge, Adolfo, Armando, Livia, Isabel, Hugo e Isolda les agradezco su apoyo. A mis cuates del Microcine por su amistad y diversión, Alejo, Pablo, Anabel, Adrián y los cuates del pasado. A todas aquellas personas que me ayudaron y que por mi corta memoria olvidé mencionar, también les agradezco.

CAPITULO 1
CARACTERIZACION DE LA
HERPETOFAUNA DE
MEXICO

INTRODUCCION GENERAL

México se encuentra entre los meridianos 86° 46' y 117° 19' de longitud oeste, y entre los paralelos 14° 33' y 32° 43' de latitud norte; es el quinto país más grande del Continente Americano y el decimotercero del mundo. Ocupa una superficie de 1,976,183 km², sin tomar en cuenta la extensión de sus islas que es de 5,364 km². Las costas de México tienen una extensión de 9,903 Km, correspondiendo 7,147 km a las costas del Océano Pacífico y Golfo de California, y 2,756 km al Golfo de México y Mar de las Antillas (García de Miranda y Falcón de Gyves, 1986).

Limita al Norte con los Estados Unidos de América, a lo largo de una frontera de 2,597 km, y al sur con Guatemala y Belice, compartiendo una frontera de 1,133 km (Vivó, 1953).

La topografía del territorio mexicano es sumamente accidentada, habiendo grandes plataformas bordeadas por pendientes, con grandes cordilleras que van de los 1,200 a los 2,500 msnm y algunos picos de origen volcánico que alcanzan poco más de 5,000 msnm. Las tierras bajas se caracterizan por ser franjas angostas, depresiones o valles profundos, siendo la Península de Yucatán la mayor extensión plana (West, 1971a).

Los principales sistemas montañosos son: la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre de Chiapas. Se reconocen tres grandes vertientes hidrológicas: la del Atlántico, la del Pacífico y la del Interior. La del Atlántico se puede subdividir en dos: la del Golfo de México y la del Mar de las Antillas (Vivó, 1953). Los principales ríos son, en orden de magnitud: Usumacinta, Grijalva, Papaloapan, Coatzacoalcos, Pánuco, Balsas y Santiago (García de Miranda y Falcón de Gyves, 1986).

La combinación de los regímenes de lluvia, vientos, latitud, variación de la temperatura y altitud dan como resultado tres grandes zonas climáticas: tropical lluviosa, templado lluviosa y seca. Una cuarta zona menos importante por tener una distribución restringida es la polar de altura. Los suelos, la vegetación y la fauna presentan grandes variaciones que, de acuerdo con West (1971b) pocas áreas del mundo de la misma extensión podrían presentar.

Rzedowski (1978) reconoce 10 tipos de vegetación predominantes existentes en México: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, pastizal, matorral xerófilo, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña y vegetación acuática y subacuática.

En términos generales, los vertebrados de México están bien conocidos (Stuart, 1971), en particular los terrestres. Los invertebrados están pobremente estudiados, con la excepción

Herpetofauna de México

de algunos grupos de artrópodos como mariposas (Llorente y Luis, en prensa) y algunos escarabajos (Bates, 1888-89; Halffter y Matthews, 1966, Reyes-Castillo, 1970) entre otros.

Entre los vertebrados, los anfibios y reptiles son el grupo menos conocido, pues todavía están por describirse varias especies nuevas y no existe una guía completa de los anfibios y reptiles de México. Además debido a su riqueza y endemismo en México, son un grupo ideal para el estudio de varios problemas de bioecografía y conservación.

ANTECEDENTES E HISTORIA

El primer trabajo acerca de las especies de anfibios y reptiles de México es el trabajo de Francisco Hernández, realizado entre 1570 y 1577. Este naturalista, protomédico de la Corte de Felipe II, menciona en su "Historia Natural de la Nueva España", por lo menos 68 especies de anfibios y reptiles habitantes de esta región (Cuadro 1). Hernández vino a la Nueva España con el propósito de informar al rey sobre las plantas medicinales y sus propiedades curativas (Beltrán, 1982). Sin embargo, su obra rebasa con mucho los límites de su misión, pues hizo un inventario de las especies habitantes de la Nueva España. Su labor de recopilación del conocimiento que de los biota de la Nueva España tenían sus habitantes, le asigna un lugar prominente en la historia de la biología en México. Las interpretaciones a sus obras se encuentran resumidas por la Comisión Editora de las Obras de Francisco Hernández (1984).

CUADRO 1. Número de especies de anfibios y reptiles de la obra de Hernández. Se incluyen tres especies no identificadas, de acuerdo con Flores-Villela (1982), con datos de Smith (1970).

| ANFIBIOS | NO. DE ESP. | REPTILES | NO. DE ESP. |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| ANURA | 7 | AMPHISBAENIA | 1 |
| CAUDATA | 1 | SAURIA | 26 |
| GYMNOPHIONA | 1 | SERPENTES | 31 |
| | | CROCODYLIA | 1 |
| TOTAL ANFIBIOS | 9 | TOTAL REPTILES | 59 |
| TOTAL GENERAL 68+3=71 | | | |

NOTA: Todas las comparaciones se hacen a nivel de Orden. Amphisbaenia, Sauria y Serpentes, que son Subórdenes de Squamata, se ponen a nivel de los otros Ordenes de Reptilia, para facilitar el manejo de la información.

La obra de Lineo es más pobre en el conocimiento de las especies de anfibios y reptiles de México que la obra de Hernández. En la décima edición del *Systema Naturae* (1758), solamente se registran 16 nombres de especies que se pueden identificar como habitantes de México, aunque sólo una se registra para el país (Smith y Smith, 1973). En la décima segunda edición (1766), se agregan otras 9 especies, dando un total de sólo 25, comparadas con 68 en la obra de Hernández (Smith y Smith, 1973).

En 1896 Dugès publicó un inventario de la herpetofauna de México, intitulado "Reptiles y Batracios de los Estados Unidos Mexicanos", en el cual se reconocen 219 especies de anfibios y reptiles como habitantes del país (Cuadro 2). En este trabajo, Dugès agrega un breve análisis sobre la distribución de las especies en cuestión y hace el siguiente comentario al referirse al número de especies conocidas "...no hay duda que se podría casi duplicar este número si se anotaran no sólo las otras especies descritas, sino las que todavía quedan por descubrir". Esta publicación ha sido calificada por Smith y Smith (1969) como la contribución más importante de Dugès al conocimiento de la herpetofauna de México.

CUADRO 2. Número de especies de anfibios y reptiles de la obra de Dugès (1896).

| ANFIBIOS | NO. DE ESP. | REPTILES | NO. DE ESP. |
|----------------|-------------|----------------|-------------|
| ANURA | 24 | AMPHISBAENIA | 2 |
| CAUDATA | 12 | SAURIA | 59 |
| GYMNOPHIONA | 1 | SERPENTES | 102 |
| | | TESTUDINES | 14 |
| | | CROCODYLIA | 4 |
| TOTAL ANFIBIOS | 37 | TOTAL REPTILES | 181 |

NOTA: Dugès mencionó que hay 217 especies de anfibios y reptiles. El conteo de las especies citadas en su publicación, hecho por el autor del presente trabajo, fue de 218.

A mediados del presente siglo que Smith y Taylor publican los primeros listados con claves de identificación para las especies mexicanas de anfibios y reptiles, siendo esta publicación el resultado de 17 años de trabajo e investigación. En 1945 en el Boletín del U.S. National Museum No. 187, se publica la lista y claves de identificación de las serpientes mexicanas; en 1948, en el Boletín No. 194, la lista y claves para los anfibios y en 1950, en el Boletín No. 199, las del resto de los reptiles, excluyendo a las serpientes. Estos trabajos se reimprimieron en 1966 y se publicaron como una obra única intitulada "Herpetology of Mexico", agregándosele una lista de innovaciones taxonómicas. En el

Herpetofauna de México

Boletín No. 199 aparece un cuadro que resume la riqueza herpetofaunística de México, mismo que se reproduce con en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Riqueza herpetofaunística de México de acuerdo con Smith y Taylor (1950).

| ORDENES O SUBORDENES | FAMILIAS | GENEROS | ESP. Y SUBSP. |
|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------------|
| GYMNOPHIONA | 1 | 2 | 2 |
| CAUDATA | 4 | 16 | 65 |
| SALIENTIA (ANURA) | 7 | 25 | 163 |
| TESTUDINES | 8 | 18 | 49 |
| AMPHISBAENIA | 1 | 1 | 3 |
| SAURIA | 10 | 47 | 394 |
| SERPENTES | 8 | 80 | 486 |
| LORICATA (CROCODYLIA) | 2 | 2 | 3 |
| TOTAL | 41 | 191 | 1165 |

Smith y Smith (1976a y b) publicaron otro recuento de los anfibios y reptiles conocidos para México bajo el título "Synopsis of the Herpetofauna of Mexico", Vols. III y IV. Esta última lista es el producto de 40 años de intenso trabajo por parte de estos investigadores. En el Cuadro 4 se reproduce parte del Cuadro 1 del Vol. IV de la mencionada publicación.

En el presente trabajo se hace el último recuento de las especies de anfibios y reptiles válidas para México (Cuadro 6). Este trabajo es el producto de la revisión de la literatura especializada en los últimos 15 años. Se agrega una lista de las especies válidas para el país (Apéndice 1).

En las recopilaciones anteriores a la presente, no se hizo un análisis profundo de la composición de la herpetofauna de México, ni de los patrones de distribución que se presentan en el país. Sin embargo, Dugès (1896) incluyó un breve análisis sobre la distribución de la fauna, mencionando solamente algunos de los patrones generales de distribución y dando una lista de especies endémicas. Smith y Taylor (1945), hicieron un análisis sobre la distribución y composición de los géneros de serpientes de México. Smith y Smith (1976b), efectuaron un análisis de la riqueza relativa de la herpetofauna de México, con base en la relación número de especies/área, comparando a México con otros países. Smith y Smith (1976b, pp. 9-10) mencionaron: "Repetidamente hemos expresado nuestra convicción de que México alberga la mayor diversidad herpetofaunística que cualquier otra área de igual tamaño en el planeta.... El único país que puede asemejarse a México en cuanto a diversidad herpetofaunística es Indonesia, que presenta una abundancia sin paralelo de aislamientos insulares tropicales e igualmente precaria existencia de especies endémicas."

CUADRO 4. Riqueza herpetofaunística de México de acuerdo con Smith y Smith (1976b).

| ORDENES O SUBORDENES | FAMS. | GENS. | ESP. | ESP Y SUBSP. |
|---------------------------|-------|-------|------|--------------|
| AMPHISBAENIA | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CROCODYLIA | 1 | 2 | 3 | 3 |
| LACERTILIA (SAURIA) | 12 | 48 | 321 | 561 |
| SERPENTES | 7 | 84 | 320 | 583 |
| TESTUDINES | 7 | 17 | 38 | 59 |
| TOTAL REPTILES | 28 | 152 | 685 | 1210 |
| ANURA | 7 | 26 | 177 | 202 |
| CAUDATA | 4 | 15 | 88 | 98 |
| GYMNOPHIONA | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TOTAL ANFIBIOS | 12 | 43 | 267 | 302 |
| TOTAL ANFIBIOS Y REPTILES | 40 | 195 | 952 | 1512 |

NOTA: Este cuadro está modificado de Smith y Smith (1976b), Cuadro 1, pag. 10. Se ha corregido el número de géneros de Gymnophiona, debido a un error involuntario de los autores.

Sin embargo, ningún área continental se aproxima ni aún remotamente a México en su diversidad, al menos en comparación con áreas equiparables. Ciertamente, áreas más pequeñas exceden la relación especies-subespecies: área de México, pero áreas de tamaño similar no lo hacen". Más adelante, estos autores concluyen (pp: 13) "...la herpetofauna de México es al menos doblemente rica que cualquier otra área en el globo, con la excepción de las Indias Orientales y las Antillas... En ninguna área continental existe una diversidad comparable". Algunas áreas tropicales de África y Sudamérica Sur presentan mayor riqueza de anuros, pero tienen una escasa riqueza de reptiles, por lo que el conjunto de su herpetofauna no es más rica que la de México (Smith y Smith, 1976b). Gadow (1905), en un estudio pionero hizo, una análisis de la distribución de la herpetofauna de México, incluyendo algunos aspectos sobre el origen de la misma y la influencia de la altitud en la conformación de comunidades herpetofaunísticas.

Existe un análisis de la riqueza de anfibios y reptiles de México previo al presente. Alvarez y Lachica (1974) compararon la composición y riqueza de la fauna de vertebrados mexicanos y analizaron la composición de la fauna de anfibios y reptiles por su supuesto origen. Los datos en que basaron su análisis están tomados principalmente de las obras de Smith y Taylor (1945, 1948 y 1950).

Wake y Lynch (1976) analizaron la distribución de las salamandras pletodóntidas y la compararon con la de las ranas de la familia Hylidae. Estos autores hicieron un análisis de

Herpetofauna de México

regresión para estudiar la variación del número de especies de plelodóntidos por regiones, considerando tanto el número total de especies y el número de especies endémicas. Los factores más importantes que explican los cambios en la riqueza de especies fueron: la latitud para plelodóntidos y la altitud y la diversidad topográfica para los hñidos. En este capítulo se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

1. Elaborar una lista actualizada de las especies de anfibios y reptiles que viven en México, tomando en cuenta los cambios taxonómicos de 1976 a la fecha, y considerando las descripciones de nuevas especies de 1966 a la fecha.
2. Hacer una evaluación y descripción de la riqueza de la fauna de anfibios y reptiles de México, en particular de las especies endémicas.
3. Hacer un análisis de la distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles en las regiones fisiográficas del país tratando de explicar las posibles causas de esa distribución.

FUENTES DE INFORMACION Y METODOS

La información presentada en este capítulo está basada en una revisión bibliográfica extensa de la literatura relativa a la fauna de anfibios y reptiles de México; así como en el trabajo de cerca de 15 años de manejo de la Colección Herpetológica del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias; visitas a museos de los Estados Unidos que poseen ejemplares de especies mexicanas; y en la experiencia de campo en diversos ecosistemas del país, particularmente en las regiones altas del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y La Sierra de Los Tuxtlas, Veracruz.

Se elaboraron dos listas preliminares de especies válidas para México, una de especies endémicas y otra de especies no endémicas, con base en las listas de Smith y Smith (1976a y b). Posteriormente, para poder conformar una lista confiable de las especies de anfibios y reptiles que ocurren en México, se recurrió a la ayuda de varios especialistas y curadores de museos para que revisaran dichas listas.

Los resultados que se presentan en los cuadros 12, 13, 14 y 15, son el producto de la evaluación de las listas de especies válidas que ocurren en México. En el Apéndice 1 se presenta la lista completa de especies, se indica cuáles son endémicas y cuáles no lo son.

La taxonomía de los anfibios y reptiles ha cambiado constantemente en el transcurso de los últimos años y con el desarrollo de la cladística y las técnicas taxonómicas modernas

seguirá habiendo cambios importantes a corto y mediano plazo. Por lo tanto se puede esperar que las comparaciones que se presentan adelante cambien en cierta medida. En este trabajo se toman diversas fuentes como guía para los números de taxa (de familia a especie) en el mundo, por lo que pueden diferir con los de otros investigadores, sobre todo en los grupos más numerosos.

Se revisaron cerca de 600 referencias en la bibliografía (Apéndice 4) para determinar la distribución geográfica por coordenadas (Capítulo 3) y por regiones naturales (definidas en detalle en el Apéndice 2) de las especies endémicas, además de datos no publicados por autores que amablemente proporcionaron información.

Para ubicar geográficamente a la herpetofauna endémica, se eligió la división de la República Mexicana propuesta por West (1971b), quien utilizó el clima y la vegetación para dividir al país; así se generaron nueve regiones naturales a partir de las cinco propuestas por dicho autor (Apéndice 2, Fig. 9).

- i) Tierras secas extratropicales (regiones 1 y 1')
- ii) Tierras altas tropicales frías (regiones 2 y 2')
- iii) Tierras bajas tropicales (regiones 3 y 3')
- iv) Tierras altas extratropicales (regiones 4 y 4')
- v) Tierras subhúmedas extratropicales (región 5)

Para determinar si una especie está presente en una zona geográfico-natural cuando la distribución se encuentra cerca de los límites de dos o más regiones, el autor aplicó su criterio de acuerdo con los tipos de vegetación en los que ocurren las especies.

Para hacer una comparación cuantitativa del grado de similitud entre la distribución de las especies endémicas en las regiones naturales de West (1971b), se utilizó el índice de similitud faunística de Simpson (1964; ver Sánchez y López, 1988). Se construyó un fenograma utilizando el programa "NTSYS", versión 1.5 (Rohlf, 1988), por el método de UPGMA (ligamiento promedio no ponderado) para expresar gráficamente los resultados de este índice.

Para analizar la distribución de las especies endémicas y exclusivas (o sea las que están restringidas en su distribución a una región natural), se plantearon tres hipótesis sobre la distribución de estas especies en las regiones naturales de West (1971b). Las dos primeras hipótesis se analizaron considerando al total de especies endémicas del país y al total de especies exclusivas de cada región, por separado. Los datos observados son los del Cuadro 13. La primera hipótesis considera a las especies endémicas de México y exclusivas de cada región como si estuvieran distribuidas equitativamente en las regiones mencionadas. Los valores esperados, para las especies endémicas, se calcularon dividiendo el número total de especies endémicas del país entre las nueve regiones fisiográficas; y para las especies exclusivas de cada región, también se hizo un promedio de todas las especies exclusivas entre

Herpetofauna de México

las nueve regiones fisiográficas. La segunda hipótesis considera que el número de especies endémicas y exclusivas está dado por el tamaño del área de cada región. Los valores esperados se calcularon tomando en cuenta el porcentaje del área de cada región. Los valores esperados se calcularon multiplicando el tamaño relativo de cada región fisiográfica por el número total de especies endémicas del país; y después se multiplicó el tamaño relativo de cada región fisiográfica, por el número total de todas las especies exclusivas a cada una de las regiones mencionadas. La tercera hipótesis considera que el número de especies exclusivas está directamente relacionado con la riqueza total de especies endémicas. Los valores esperados se calcularon dividiendo el número de especies endémicas de una región fisiográfica entre el número total de especies endémicas y multiplicándolo por el número total de especies exclusivas a todas las regiones fisiográficas, los números esperados representan una proporción (de especies exclusivas) del número de endémicos total en cada región fisiográfica. En la tabla de contingencias de dos por nueve, las filas de la tabla son las especies agrupadas en endémicas o exclusivas, y las columnas son las regiones naturales en las que ocurren. Cada valor de la tabla indica la frecuencia de especies endémicas o exclusivas en cada región.

A los resultados se aplicó una prueba de χ^2 . En todos los casos se registraron los valores residuales estandarizados significativos ($p < 0.001$), de cada tabla de contingencias, y se buscaron éstos en una tabla de "t" de Student.

Los valores residuales son iguales a $re = \frac{obs - esp}{\sqrt{esp}}$; en donde re = valores residuales, obs = valores observados, esp = valores esperados. Debido a que los datos tienen una distribución de Poisson bajo la hipótesis nula, la varianza de los valores esperados será igual a los valores esperados (dado que en una distribución de Poisson la varianza es igual a la media); por lo que el error estándar de los valores esperados será e.s. (esp) = $\sqrt{var(esp)} = \sqrt{esp}$. Por lo tanto los valores residuales estandarizados siguen una distribución de "t" de Student.

Las especies no endémicas se dividieron de acuerdo con cuatro patrones convencionales de distribución para su análisis: A) Especies no endémicas de amplia distribución. Son especies que tienen en México más del 10% de su área de distribución. B) Especies no endémicas de distribución limitada (semifronterizas). Son aquellas especies cuya área de distribución conocida está restringida a una zona muy localizada y su distribución no se extiende más allá de unas cuantas localidades entre los límites de México y alguna de las entidades vecinas. C) Especies no endémicas marginales. Son aquellas que tienen como máximo un 10% de su área de distribución en México, con la mayor parte de su área de distribución en alguno de los países vecinos. D) Especies no endémicas de distribución disyunta. Son especies con poblaciones en México y en algún otro país del continente, separadas o discontinuas. Algunas especies cuya distribución es muy amplia en algún país vecino pero que presentan alguna pequeña población

aislada en México, fueron consideradas como especies de distribución disyunta. En este análisis no se consideraron a las especies introducidas (11 spp), ni a las especies marinas: tortugas (7 spp.) y serpientes (1 sp).

Para determinar estos tipos de distribución se utilizaron los mapas de las gufas de campo de Conant (1975), Behler y King (1979) y Stebbins (1985) para las especies del norte, y para las del sur las listas de herpetofauna de Belice de Henderson y Hoervers (1975), de Guatemala de Stuart (1963), de Centroamérica de Villa *et al.* (1988), y otros mapas, principalmente de Duellman (1970), Lee (1980), y Campbell y Lamar (1989).

RESULTADOS

RIQUEZA DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES DE MEXICO

Existen en el mundo un mayor número de órdenes, familias y géneros de aves y mamíferos que de anfibios y reptiles. El número de especies de reptiles es mayor que el de mamíferos y el número de especies de anfibios es cercano al de mamíferos. Las aves forman el grupo con mayor número de especies. En México se observa la misma tendencia, excepto en el número de especies de anfibios y mamíferos, los cuáles son muy diferentes (Cuadro 5).

CUADRO 5. Riqueza de la fauna de vertebrados terrestres de México. Los números entre paréntesis representan el total mundial.

| CLASE | ORDENES | FAMILIAS | GENEROS | ESPECIES |
|-------------|---------|----------|-------------|---------------|
| AMPHIBIA | 3 (3) | 14 (37) | 47 (398) | 288 (4,019) |
| REPTILIA | 3 (4) | 37 (62) | 155 (902) | 707 (6,492) |
| AVES * | 20 (28) | 76 (159) | 427 (1,383) | 1,018 (9,000) |
| MAMMALIA ** | 13 (19) | 43 (134) | 165 (1,018) | 466 (4,154) |

* A partir de datos de Traylor, 1979. y Navarro-Sigüenza (com. pers)

** Datos de Nowak, y Paradiso, 1983. y Ramírez Pulido, y Müdespacher, 1987.

Una alta proporción de especies de las cuatro clases de vertebrados terrestres que habitan México son endémicas al país: 61% de los anfibios, 54% de los reptiles, 8% de las aves y 30% de los mamíferos (datos de Flores-Villela y Gerez, 1988, modificados).

Herpetofauna de México

En conjunto, poco más de la mitad de las especies de anfibios y reptiles mexicanos son endémica al país (56%). Esto hace a la herpetofauna de México una de las más interesantes del mundo.

Los anfibios y reptiles poseen características que facilitan el aislamiento de sus poblaciones: (1) presentan relativamente poca vagilidad, con algunas excepciones como las tortugas y las serpientes marinas; y (2) su tolerancia a factores climáticos y ecológicos extremos es, en términos generales, restringida y son vulnerables a cambios ambientales.

Estas características, aunadas a la accidentada topografía y la variedad de climas que han creado una gran cantidad de condiciones ecológicas para las especies animales, han producido notables procesos de preservación, diferenciación y radiación de especies. En consecuencia, nuestro país es excepcionalmente rico en especies de anfibios y reptiles.

En los últimos 15 años se describieron o registraron por primera vez para el país aproximadamente 58 especies, se hicieron cerca de 130 cambios taxonómicos a nivel de especie y más de 40 supraespecíficos; se publicaron incontables cambios de distribución y nuevos registros de localidad para los anfibios y reptiles.

Como ya se mencionó, Hernández registró para la Nueva España 71 especies de anfibios y reptiles (Flores-Villela, 1982, Smith, 1970), pero el conocimiento de la riqueza biológica se debe registrar a partir de la obra de Lineo, *Systema Naturae*, en este trabajo se toma como base para esta recopilación la décimo segunda edición publicada en 1766. El incremento en el número de especies de anfibios y reptiles registradas para México a lo largo del tiempo a partir del trabajo de Lineo (1766) ha sido notable (Fig. 1). Durante los primeros 130 años, el número de especies herpetofaunísticas conocidas del país se incrementó casi nueve veces, pasando de 25 a 218 especies, mientras que en un período de escasos 54 años este número se cuadruplicó. El incremento en el número de especies de herpetozoos desde 1950 a la fecha ha sido más lento. Sin embargo, existen por lo menos 27 taxa que están en proceso de ser descritos, la mayoría de anfibios, todos ellos endémicos para México. En la Figura 1, se hace una proyección al año 2,000 del número de especies de anfibios y reptiles, en esta se incluyeron las 27 especies de herpetozoos que están por describirse. Como la mayoría de las especies que están por describirse son de anfibios, la curva para este grupo muestra una pendiente mayor a cero, mientras que la curva de reptiles tiende a tener una pendiente de cero.

LA DIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA MEXICANA EN COMPARACION CON EL RESTO DEL MUNDO

La herpetofauna de México forma un porcentaje importante del número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles del mundo (Cuadro 6). El porcentaje más bajo de

familias del total mundial es el de los Gymnophiona, que es el grupo de anfibios menos numeroso en el mundo. El mayor es el de los Testudines, que a pesar de ser uno de los dos grupos menos numerosos de reptiles en México está bien representado. El 37.8% del total de familias de anfibios y el 59.6% de familias de reptiles del mundo están representados en México. Ambos grupos incluyen la mitad (51.5%) de las familias de herpetozoos del mundo.

A nivel de géneros, los porcentajes del total mundial que viven en México, oscilan entre el 2.9%, el menor y 29.5% el mayor, correspondiendo a Gymnophiona y Caudata respectivamente. La proporción de géneros de serpientes que viven en México es relativamente alta debido a que existen 17 géneros endémicos. El total de la herpetofauna de México representa casi un séptimo de los géneros de anfibios y reptiles del Mundo.

En total viven en México el 7.1% de las especies de anfibios del mundo y el 10.8% de las de reptiles, teniendo el 9.4% de la herpetofauna del mundo.

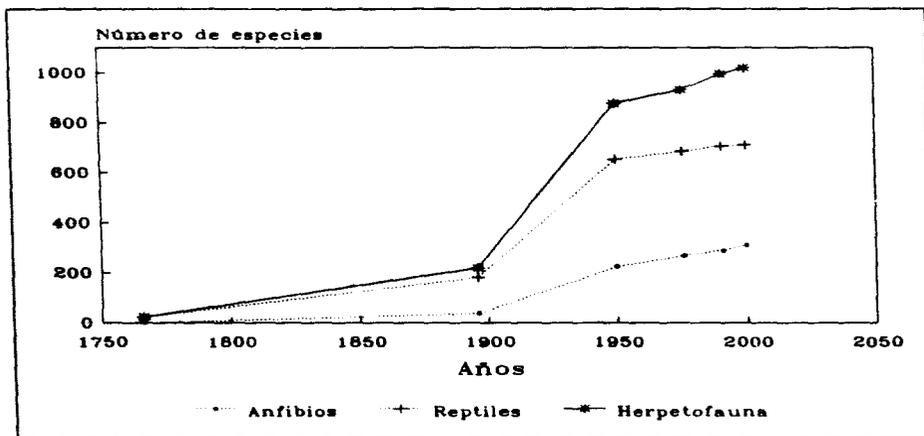


Figura 1. Incremento de especies conocidas de anfibios y reptiles en México desde la 1766 (décimo segunda edición de la obra de Lineo) hasta la fecha. Se hizo una proyección al año 2000, considerando el número de especies de las que se tiene noticia serán descritas próximamente.

Herpetofauna de México

En el cálculo de estos porcentajes no se consideraron las especies y los géneros introducidos por el hombre (Cuadro 7). Sin embargo, las especies introducidas han sido pocas, por lo que su inclusión en este análisis alteraría poco los resultados.

Nuestra herpetofauna es más rica en reptiles que en anfibios, representando los primeros el 71% del total de especies de herpetozoos del país. Los saurios representan el 34%, las serpientes el 32.2%, los anuros el 19.5%, las salamandras el 9.1% y el restante 5.2% lo forman cecilias, bipédidos, tortugas y cocodrilos. Así, México es un país rico en especies de lagartijas y serpientes (Figs. 2 y 3).

El número de géneros de serpientes (86) es casi el doble del número de géneros de lagartijas (48), pero a nivel específico el número de especies de ambos grupos es prácticamente el mismo: 339 especies de lagartijas y 321 especies de serpientes (Fig. 3). La diferencia que existe a nivel de géneros, se debe principalmente a que hay 36 géneros monoespecíficos de serpientes y sólo 12 de lagartijas. En el caso de los anfibios las proporciones entre géneros y especies se mantienen casi iguales (Fig. 2).

CUADRO 6. Riqueza herpetofaunística de México y su porcentaje con respecto a la fauna del resto del mundo. Se presentan los números de familias, géneros, y especies agrupados en sus respectivos órdenes y/o subórdenes de anfibios y reptiles mexicanos. Los números entre corchetes representan el total a nivel mundial y entre paréntesis el porcentaje de la fauna mexicana con relación a la fauna mundial.

| TAXA | FAMILIAS | GENEROS | ESPECIES |
|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| AMPHIBIA | | | |
| Anura | 9 (23) (39.1) | 28 (303) (9.2) | 195 (3495) (5.5) |
| Caudata | 4 (9) (44.4) | 18 (61) (29.5) | 91 (357) (25.4) |
| Gymnophiona | 1 (5) (20.0) | 1 (34) (2.9) | 2 (167) (1.1) |
| REPTILIA | | | |
| Amphisbaenia | 1 (4) (25.0) | 1 (21) (4.7) | 3 (135) (2.2) |
| Sauria | 16 (24) (66.6) | 48 (361) (13.2) | 339 (3827) (8.8) |
| Serpentes | 8 (17) (47.0) | 86 (424) (20.2) | 321 (2389) (13.4) |
| Testudines | 10 (14) (71.4) | 18 (88) (20.4) | 41 (252) (16.2) |
| Crocodylia | 2 (3) (33.3) | 2 (8) (25.0) | 3 (24) (12.5) |
| TOTAL AMPHIBIA | 14 (37) (37.8) | 47 (398) (11.8) | 288 (4019) (7.1) |
| TOTAL REPTILIA | 37 (62) (59.6) | 155 (902) (17.1) | 707 (6492) (10.8) |
| HERPETOFAUNA | 51 (99) (51.5) | 202 (1295) (15.5) | 995 (10511) (9.4) |

CUADRO 7. Géneros y especies introducidos en México.

| TAXA | GENEROS | ESPECIES |
|-----------|---------|----------|
| AMPHIBIA | | |
| Anura | 1 | 3 |
| REPTILIA | | |
| Sauria | 4 | 7 |
| Serpentes | 1 | 1 |

Para evaluar la riqueza de especies en cada género, éstos se agruparon arbitrariamente en 4 categorías: 1) géneros monoespecíficos o con una sola especie en México, 2) géneros con más de una o menos de 10 especies, 3) géneros con 10 o menos de 20 especies y 4) géneros con 20 o más especies (Cuadro 8, Fig. 4).

En México hay cinco géneros de anfibios y siete de reptiles que incluyen más de 20 especies. Estos 12 géneros contienen el 38.2% de las especies nativas de anfibios y reptiles de México. Los géneros por sí mismos representan solamente el 6.1% de los géneros nativos. Estos géneros contienen el 44.9% de las especies de anfibios y el 35.5% de las especies de reptiles. Cinco de estos géneros rebasan las 30 especies: *Hyla*, *Eleutherodactylus*, *Sceloporus*, *Anolis* y *Cnemidophorus*; estos géneros pertenecen a las familias más ricas en número de especies del país.

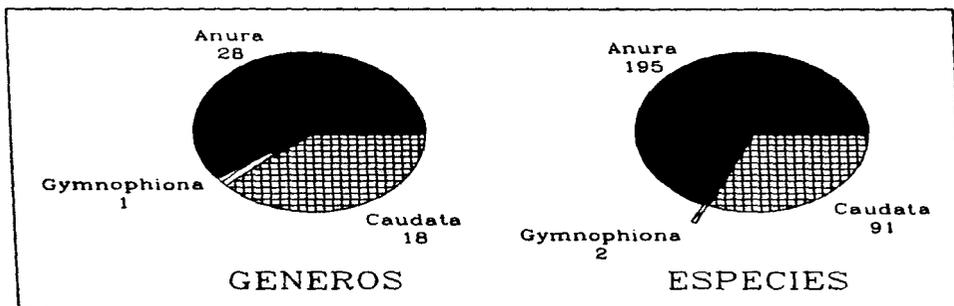


Figura 2. Proporción de géneros y especies de los órdenes de Amphibia que habitan en México.

Herpetofauna de México

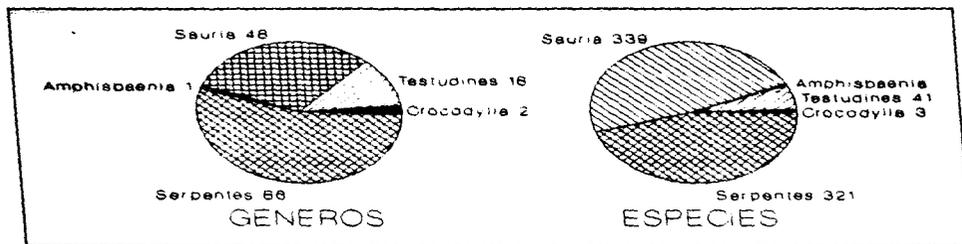


Figura 3. Proporción de géneros y especies de los órdenes de Reptilia que habitan en México.

El 56.6% de los géneros tienen más de una y menos de diez especies e incluyen al 54.2% de las especies nativas de herpetozoos. Más de la mitad de los géneros con una sola especie en el país (38), son monoespecíficos en toda su distribución.

El número de géneros y especies de anfibios y reptiles de las familias habitantes en México se muestra en el Cuadro 9. El cual muestra la proporción del total de géneros y especies de dichas familias con relación al total mundial. Hay siete familias en las que el 100% de sus géneros y especies ocurren en México y que corresponden a familias muy poco diversas: Rhinophrynidae, Anniellidae, Helodermatidae, Loxocemidae, Dermatemnydidae y Dermochelyidae, que no tienen más de dos géneros con sus respectivas especies; y Bipediae que sus especies son endémicas de México.

Excluyendo a las familias mencionadas anteriormente, la familia de anfibios con la proporción de géneros habitantes de México más baja con respecto al total de géneros en el mundo, es Ranidae. Esta es una familia cosmopolita, con 47 géneros de los cuales sólo uno (*Rana*) habita en México. Entre los reptiles, Gymnophthalmidae tiene el porcentaje más bajo de géneros que viven en México. La gran mayoría de las especies de esta familia viven en Sudamérica y la única especie con distribución más norteña alcanza el sur de México, siendo la única representante de esta familia en el país.

Los porcentajes más altos de géneros y especies mexicanos del total del mundo corresponden a las salamandras (Caudata), las cuales se han diversificado mucho en México, habiendo muchas especies microendémicas.

CUADRO 8. Número de especies en cada género de los distintos órdenes de anfibios y reptiles. Los números en la columna de la extrema derecha representan los géneros con una especie en México, y los números entre paréntesis la porción de estos géneros que son monoespecíficos en toda su distribución.

| TAXA | GÉNEROS CON | | | |
|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 20 o más spp | < 20 y > 9 spp | < 10 y > 1 spp | Monoes- pecif. |
| Amphibia | | | | |
| Anura | 4 | 1 | 13 | 9 (3) |
| Caudata | 1 | 2 | 5 | 10 (5) |
| Gymnophiona | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Reptilia | | | | |
| Amphisbaenia | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Sauria | 3 | 6 | 26 | 9 (3) |
| Serpentes | 4 | 3 | 43 | 35 (20) |
| Testudines | 0 | 1 | 8 | 9 (7) |
| Crocodylia | 0 | 0 | 1 | 1 |
| TOTAL AMPHIBIA | 5 | 3 | 19 | 19 (8) |
| TOTAL REPTILIA | 7 | 10 | 79 | 54 (30) |
| HERPETOFAUNA | 12 | 13 | 98 | 73 (38) |

Sólo se toman en cuenta las familias y los géneros nativos.

La herpetofauna mexicana está compuesta por el 15% de los géneros y el 8.9% de las especies de anfibios del mundo, y por el 20.6% de los géneros y el 13.4% de las especies de reptiles. Considerando las familias presentes en México los anfibios y reptiles forman el 19% de los géneros y el 11.7% de las especies de la herpetofauna mundial.

Las familias de ranas más numerosas del país son: Hylidae y Leptodactylidae. De los hílidos, hay representados en México el 35.1% de los géneros y el 11.9% de las especies. Estos números son bastante altos, considerando que los hílidos tienen una distribución casi cosmopolita. En comparación, los leptodactílidos mexicanos representan el 11.7% de los géneros y el 8.1% de las especies de toda la familia. Los leptodactílidos sólo viven en América, aunque están más diversificados en el cono sur.

Herpetofauna de México

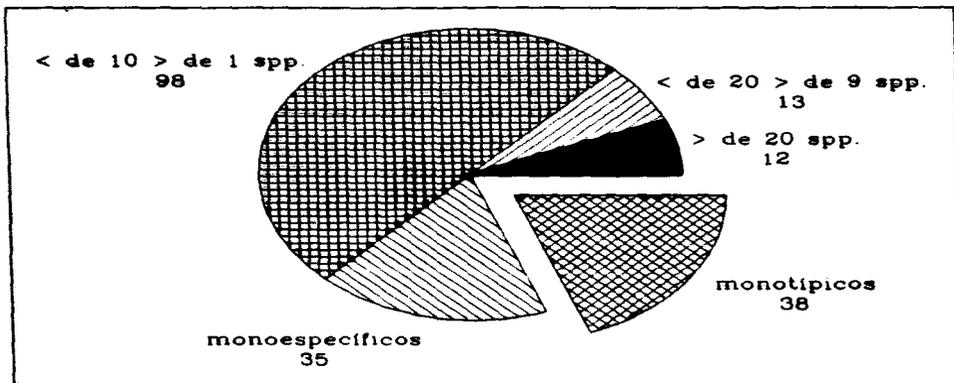


Figura 4. Proporción del número de especies por género de la herpetofauna de México. La rebanada cortada indica la proporción de géneros monoespecíficos en toda su distribución.

Existen dos familias de salamandras casi exclusivamente americanas en su distribución: Ambystomatidae y Plethodontidae (de esta última se conocen dos especies europeas). Los ambistomatidos o ajolotes de México, representan el 100% de los géneros y el 54.8% de las especies de esta familia, que se distribuyen solamente en América del Norte. Los pletodóntidos del país representan el 50% de los géneros y el 32.4% de las especies de esta familia. Los pletodóntidos forman la única familia de salamandras con especies tropicales, aunque la mayoría de las especies mexicanas de esta familia no habitan en las zonas con vegetación tropical de clima cálido.

Las dos familias más diversas de lagartijas son: Phrynosomatidae, de los cuales viven en México el 100% de los géneros y 95.6% de las especies, y Polychridae, representada en México por el 9% de los géneros y 14.7% de las especies. Ambos grupos son exclusivamente americanos en su distribución, aunque la última familia está más diversificada en el Caribe y Sudamérica.

CUADRO 9. Riqueza herpetofaunística de México y del mundo por familias. Se presentan los números de géneros y especies de las familias de anfibios y reptiles del mundo que ocurren en México. El primer número de cada columna representa la cantidad de géneros o especies en México. Los números entre corchetes corresponden a géneros o especies de cada familia en el mundo; el número entre paréntesis representa el porcentaje que el número de géneros o especies de México representa con relación a la fauna del mundo de dicha familia.

| FAMILIA | GENEROS | | ESPECIES | |
|------------------|---------|----------------|----------|------------------|
| AMPHIBIA | | | | |
| ANURA | | | | |
| Bufo | 1 | { 25 } (4.0) | 25 | { 335 } (7.4) |
| Centrolenidae | 1 | { 2 } (50.0) | 1 | { 65 } (1.5) |
| Hylidae | 13 | { 37 } (35.1) | 75 | { 630 } (11.9) |
| Leptodactylidae | 6 | { 51 } (11.7) | 58 | { 710 } (8.1) |
| Microhylidae | 2 | { 61 } (3.3) | 5 | { 279 } (1.7) |
| Pelobatidae | 2 | { 10 } (20.0) | 4 | { 83 } (4.8) |
| Ranidae | 1 | { 47 } (2.1) | 23 | { 667 } (3.4) |
| Rhinophrynidae | 1 | { 1 } (100) | 1 | { 1 } (100) |
| CAUDATA | | | | |
| Ambystomatidae | 2 | { 2 } (100) | 17 | { 31 } (54.8) |
| Plethodontidae | 14 | { 28 } (50.0) | 72 | { 222 } (32.4) |
| Salamandridae | 1 | { 15 } (6.6) | 1 | { 53 } (1.9) |
| Sirenidae | 1 | { 2 } (50.0) | 1 | { 3 } (33.3) |
| GYMNOPHIONA | | | | |
| Caeciliidae | 1 | { 24 } (4.1) | 2 | { 91 } (2.1) |
| REPTILIA | | | | |
| AMPHISBAENIA | | | | |
| Bipedidae | 1 | { 1 } (100) | 3 | { 3 } (100) |
| SAURIA | | | | |
| Anguidae | 7 | { 10 } (70.0) | 34 | { 76 } (44.7) |
| Anniellidae | 1 | { 1 } (100) | 2 | { 2 } (100) |
| Corytophanidae | 3 | { 3 } (100) | 6 | { 9 } (66.6) |
| Crotaphytidae | 2 | { 2 } (100) | 4 | { 6 } (66.6) |
| Dibamidae | 1 | { 2 } (50.0) | 1 | { 10 } (10.0) |
| Eublepharidae | 1 | { 5 } (20.0) | 5 | { 22 } (22.7) |
| Gekkonidae | 3 | { 63 } (4.7) | 20 | { 607 } (3.2) |
| Gymnophthalmidae | 1 | { 29 } (3.4) | 1 | { 126 } (0.7) |
| Helodermatidae | 1 | { 1 } (100) | 2 | { 2 } (100) |
| Iguanidae | 5 | { 9 } (55.5) | 15 | { 31 } (48.3) |
| Phrynosomatidae | 9 | { 9 } (100) | 109 | { 114 } (95.6) |
| Polychridae | 1 | { 11 } (9.0) | 47 | { 318 } (14.7) |
| Scincidae | 4 | { 85 } (4.7) | 26 | { 1275 } (2.0) |
| Telidae | 2 | { 9 } (22.2) | 39 | { 72 } (54.1) |
| Xantusiidae | 2 | { 4 } (50.0) | 18 | { 25 } (72.0) |
| Xenosauridae | 1 | { 2 } (50.0) | 3 | { 4 } (75.0) |

Herpetofauna de México

Cuadro 9 (continuación)

| FAMILIA | GENEROS | ESPECIES |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SERPENTES | | |
| Boidae | 2 {12} (16.6) | 2 {39} (5.1) |
| Colubridae | 68 {294} (23.1) | 248 {1562} (15.8) |
| Elapidae | 3 {61} (4.9) | 16 {236} (6.7) |
| Leptotyphlopidae | 1 {2} (50.0) | 5 {78} (6.4) |
| Loxocemidae | 1 {1} (100) | 1 {1} (100) |
| Tropidopheidae | 2 {6} (33.3) | 2 {22} (9.0) |
| Typhlopidae | 1 {3} (33.3) | 2 {163} (1.2) |
| Viperidae | 7 {22} (31.8) | 44 {187} (23.5) |
| TESTUDINES | | |
| Batacuridae | 1 {24} (4.1) | 3 {56} (5.3) |
| Cheloniidae | 4 {4} (100) | 6 {7} (85.7) |
| Chelydridae | 1 {2} (50.0) | 1 {2} (50.0) |
| Dermatemydidae | 1 {1} (100) | 1 {1} (100) |
| Dermochelyidae | 1 {1} (100) | 1 {1} (100) |
| Emydidae | 5 {10} (50.0) | 9 {35} (25.7) |
| Kinosternidae | 1 {1} (100) | 11 {19} (57.8) |
| Staurotypidae | 2 {2} (100) | 3 {3} (100) |
| Testudinidae | 1 {12} (8.3) | 4 {41} (9.7) |
| Trionychidae | 1 {14} (7.1) | 2 {24} (8.3) |
| CROCODYLIA | | |
| Alligatoridae | 1 {4} (25.0) | 1 {8} (12.5) |
| Crocodylidae | 1 {3} (33.3) | 2 {14} (14.2) |
| TOTALES | | |
| ANURA | 27 {234} (11.5) | 192 {2770} (6.9) |
| CAUDATA | 18 {47} (38.2) | 91 {309} (29.4) |
| GYMNOPHIONA | 1 {24} (4.1) | 2 {91} (2.1) |
| AMPHISBAENIA | 1 {1} (100) | 3 {3} (100) |
| SAURIA | 44 {245} (17.9) | 332 {2697} (12.3) |
| SERPENTES | 85 {401} (21.1) | 320 {2288} (13.9) |
| TESTUDINES | 18 {71} (25.3) | 41 {189} (21.6) |
| CROCODYLIA | 2 {7} (28.5) | 3 {22} (13.6) |
| AMPHIBIA | 46 {305} (15.0) | 285 {3170} (8.9) |
| REPTILIA | 150 {725} (20.6) | 699 {5199} (13.4) |
| HERPETOFAUNA | 196 {1030} (19.0) | 984 {8369} (11.7) |

No se consideran en este cuadro a las especies que todavía no han sido descritas ni a las introducidas.

Las familias de serpientes más numerosas son Colubridae y Viperidae, ambas de distribución cosmopolita (excepto Australia donde no hay vipéridos). Los colúbridos mexicanos representan el 23.1% de los géneros y el 15.8% de las especies del mundo, y los vipéridos el 31.8 y el 23.5% de los géneros y especies respectivamente.

Las familias de tortugas más diversas en México son: Emydidae que representa el 50% de los géneros y el 25.7% de las especies del mundo y Kinosternidae, que es exclusivamente americana en su distribución, y está representada por el 100% de los géneros y 57.8% de las especies.

HERPETOFAUNA NO ENDEMICA

La herpetofauna de alguna región o entidad política dada está compuesta por especies que tienen áreas de distribución restringidas y por especies ampliamente distribuidas que se encuentran más allá de los límites de la zona en cuestión. Así, en México se encuentra gran cantidad de especies de anfibios y reptiles cuyas áreas de distribución rebasan las fronteras del país. Algunas de esas especies son de amplia distribución, otras tienen distribuciones marginales o muy restringidas a las zonas fronterizas, e incluso hay especies que presentan distribuciones disjuntas, con poblaciones aisladas en México y en algún país vecino.

Las especies no endémicas se dividieron en cuatro categorías: A) especies de amplia distribución; B) especies de distribución restringida; C) especies de distribución marginal; y D) especies de distribución disyunta.

El mayor número de especies no endémicas de México (322), tienen amplia distribución (Cuadro 10, Fig. 5) y de éstas solamente 23 tienen su área de distribución extendida más allá de las fronteras, tanto del norte como del sur del país. Estas son seis especies de ranas, una lagartija, 13 serpientes, dos tortugas y una especie de cocodrilo.

Las 29 especies de distribución limitada, podrían ser consideradas como casi endémicas. De las 53 especies de distribución marginal, en México, 27 tienen su mayor área de distribución en Norteamérica y 26 en Centroamérica. Hasta ahora se conocen 32 especies de distribución disyunta, sin embargo, es posible que futuras recolectas revelen que la distribución de algunas de ellas es continua.

En México existen 112 especies de anfibios y 323 especies de reptiles no endémicos, que pertenecen a 38 géneros de anfibios y 130 de reptiles (Cuadro 11). Existe un mayor número de especies cuya distribución abarca México y Centroamérica, que especies cuya distribución abarca México y Norteamérica. Los grupos que más contribuyen para producir este resultado son las salamandras, ranas y serpientes. Esto se debe a que: 1) cuatro de las familias de salamandras que habitan en Norteamérica, no llegan a México (Amphiumidae,

Herpetofauna de México

Cryptobranchidae, Dicamptodontidae y Proteidae); 2) la mayoría de los géneros de la familia de los pletodóntidos que ocurren en México también viven en el norte de Centroamérica y ninguna de las especies que habitan en México viven en Norteamérica; 3) la distribución de muchas especies de ranas de las familias Hylidae y Leptodactylidae (que son las que tienen mayor número de especies en México), incluye tanto a México como a Centroamérica, en particular las especies de los géneros *Hyla* y *Eleutheroductylus*, que son, de acuerdo con Savage (1982), meso y sudamericanos; 4) la mayoría de las especies de serpientes de la subfamilia Xenodontinae se distribuyen en México, Centroamérica y Sudamérica (Cadle, 1985), y representan un alto porcentaje de la fauna de serpientes de México.

CUADRO 10. Resumen de la caracterización de la distribución de las especies no endémicas. A = especies de amplia distribución; B = especies de pequeña distribución; C = especies de distribución marginal; D = especies de distribución disyunta.

| TAXA | TIPO DE DISTRIBUCION | | | |
|----------------|----------------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| AMPHIBIA | | | | |
| Anura | 64 | 8 | 11 | 6 |
| Caudata | 6 | 7 | 6 | 3 |
| Gymnophiona | 1 | 0 | 0 | 0 |
| REPTILIA | | | | |
| Sauria | 99 | 7 | 16 | 8 |
| Serpentes | 128 | 6 | 14 | 13 |
| Testudines | 22 | 1 | 5 | 2 |
| Crocodylia | 2 | 0 | 1 | 0 |
| TOTAL AMPHIBIA | 71 | 15 | 17 | 9 |
| TOTAL REPTILIA | 251 | 14 | 36 | 23 |
| HERPETOFAUNA | 322 | 29 | 53 | 32 |

Otros datos interesantes: es el que dos familias de anfibios que ocurren en México, Centrolenidae y Caeciliidae, no están presentes en Norteamérica. Estas familias están más diversificadas en Centro y Sudamérica. En Centroamérica no están presentes las familias Pelobatidae, Ambystomatidae, Sirenidae y Salamandridae, las cuales se consideran típicamente norteamericanas, con la excepción de Salamandridae que se encuentra bien representada en el viejo mundo.

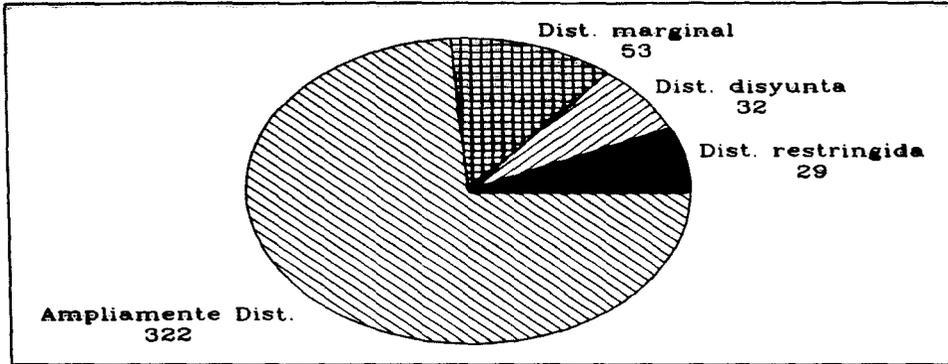


Figura 5. Categorización de la distribución de las especies no endémicas de anfibios y reptiles de México. Las especies de distribución restringida podrían ser consideradas como casi endémicas.

Varias familias de reptiles habitantes de México no ocurren en Norteamérica: *Bipedidae* que es endémica de México; *Xenosauridae* con distribución relictual en México y Guatemala y el sur de China; *Dibamidae*, con distribución relictual en México y el archipiélago Indo-Malayo; *Typhlopidae*, que en el nuevo mundo se encuentra solamente al sur de México y las Antillas (sin considerar las especies introducidas); *Loxocemidae* y *Dermatemydidae* que son endémicas de México y Centroamérica; *Corytophanidae*, que es endémica del sur de México, Centroamérica y el norte de Sudamérica; y *Gymnophthalmidae* que llega marginalmente a México, estando bien diversificada en Sudamérica.

Las familias de México que están ausentes en Centroamérica son las familias *Bipedidae* (endémica de México); y *Dibamidae*, *Crotaphytidae* y *Anniellidae*, que solamente se encuentran en el norte de México y sur de los Estados Unidos, y *Trionychidae*, de distribución nortea en el nuevo mundo.

Herpetofauna de México

CUADRO 11. Taxa no endémicos de México mostrando el número de géneros y especies cuya distribución se extiende al resto de Norteamérica y Centroamérica. En las primeras dos columnas se muestra el número de géneros y especies que no son endémicos de México; en las dos siguientes columnas, G = número de géneros y E = número de especies que además de estar en México ocurren en Norteamérica (N.A.) al norte de México o Centroamérica (C.A.).

| FAMILIA | GENEROS | ESPECIES | N.A. G E | C.A. G E |
|------------------|---------|----------|-------------|-------------|
| ANURA | | | | |
| Bufonidae | 1 | 17 | 1/11 | 1/8 |
| Centrolenidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Hylidae | 12 | 30 | 4/7 | 10/24 |
| Leptodactylidae | 5 | 21 | 4/5 | 4/18 |
| Microhylidae | 2 | 5 | 2/2 | 2/4 |
| Pelobatidae | 2 | 4 | 2/4 | 0/0 |
| Ranidae | 1 | 10 | 1/7 | 1/4 |
| Rhinophrynidae | 1 | 1 | 1/1 | 1/1 |
| CAUDATA | | | | |
| Ambystomatidae | 1 | 1 | 1/1 | 0/0 |
| Plethodontidae | 9 | 19 | 3/3 | 6/16 |
| Salamandridae | 1 | 1 | 1/1 | 0/0 |
| Sirenidae | 1 | 1 | 1/1 | 0/0 |
| GYMNOPHIONA | | | | |
| Caeciliaidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| SAURIA | | | | |
| Anguidae | 6 | 7 | 3/3 | 3/4 |
| Anniellidae | 1 | 1 | 1/1 | 0/0 |
| Corytophanidae | 3 | 6 | 0/0 | 3/6 |
| Crotaphytidae | 2 | 4 | 2/4 | 0/0 |
| Eublepharidae | 1 | 5 | 1/4 | 1/1 |
| Gekkonidae | 3 | 5 | 1/1 | 3/4 |
| Gymnophthalmidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Helodermatidae | 1 | 2 | 1/1 | 1/1 |
| Iguanidae | 5 | 5 | 2/2 | 3/3 |
| Phrynosomatidae | 9 | 43 | 9/32 | 2/12 |
| Polychridae | 1 | 13 | 1/0 | 1/13 |
| Scincidae | 4 | 13 | 2/6 | 3/7 |
| Teiidae | 2 | 19 | 1/12 | 2/7 |
| Xantusiidae | 2 | 4 | 1/2 | 1/2 |
| Xenosauridae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |

CUADRO 11 (continuación)

| FAMILIA | GENEROS | ESPECIES | N.A. G E | C.A G E |
|-------------------|---------|----------|-------------|------------|
| SERPENTES | | | | |
| Boidae | 2 | 2 | 1/1 | 1/1 |
| Colubridae | 53 | 122 | 31/59 | 39/76 |
| Elapidae | 3 | 8 | 2/2 | 2/6 |
| Leptotyphlopidae | 1 | 3 | 1/2 | 1/1 |
| Loxocemidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Tropidopheidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Typhlopidae | 1 | 2 | 0/0 | 1/2 |
| Viperidae | 6 | 22 | 3/13 | 5/9 |
| TESTUDINES | | | | |
| Bataguridae | 1 | 2 | 0/0 | 1/2 |
| Cheloniidae | 4 | 6 | 4/6 | 4/5 |
| Chelydriidae | 1 | 1 | 1/1 | 1/1 |
| Dermatemydidae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Dermochelyidae | 1 | 1 | 1/1 | 1/1 |
| Emydidae | 5 | 7 | 5/7 | 1/1 |
| Kinosternidae | 1 | 6 | 1/3 | 1/3 |
| Staurotypidae | 2 | 3 | 0/0 | 2/3 |
| Testudinidae | 1 | 2 | 1/2 | 0/0 |
| Trionychidae | 1 | 1 | 1/1 | 0/0 |
| CROCODYLIA | | | | |
| Alligatoridae | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| Crocodylidae | 1 | 2 | 1/1 | 1/2 |
| TOTAL ANURA | 25 | 89 | 15/37 | 20/60 |
| TOTAL CAUDATA | 12 | 22 | 6/6 | 6/16 |
| TOTAL GYMNOPHIONA | 1 | 1 | 0/0 | 1/1 |
| TOTAL SAURIA | 42 | 129 | 25/68 | 25/62 |
| TOTAL SERPENTES | 68 | 161 | 38/77 | 51/97 |
| TOTAL TESTUDINES | 18 | 30 | 14/21 | 12/17 |
| TOTAL CROCODYLIA | 2 | 3 | 1/1 | 2/3 |
| TOTAL AMPHIBIA | 38 | 112 | 21/43 | 27/77 |
| TOTAL REPTILIA | 130 | 323 | 78/167 | 90/179 |
| HERPETOFAUNA | 168 | 435 | 99/210 | 117/256 |

Se incluye solamente a las especies nativas, sin tomar en cuenta las especies introducidas.

HERPETOFAUNA ENDEMICA

Sólo cuatro de las 14 familias de anfibios que ocurren en México presentan géneros endémicos en nuestro país. De estas cuatro, la familia Plethodontidae es la que presenta el mayor número de géneros endémicos. Siete de las familias de anfibios tienen especies endémicas (Cuadro 12, Fig. 6).

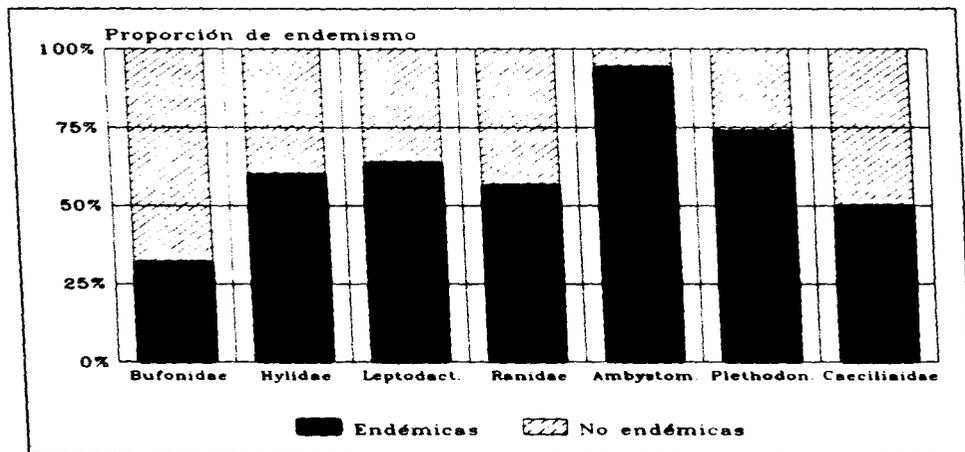


Figura 6. Proporción de especies endémicas por familia de la Clase Amphibia. Sólo se anotan las familias con especies endémicas en México. Leptodact. = Leptodactylidae. Ambystom. = Ambystomatidae. Plethodon. = Plethodontidae.

En el caso de los reptiles, sólo 6 de las 37 familias presentes en México poseen géneros endémicos. Quince de los géneros endémicos son de la familia Colubridae y los cinco restantes pertenecen a otras cinco familias. Veintidos son las familias de reptiles que poseen especies endémicas en México (Cuadro 12, Figs 7 y 8).

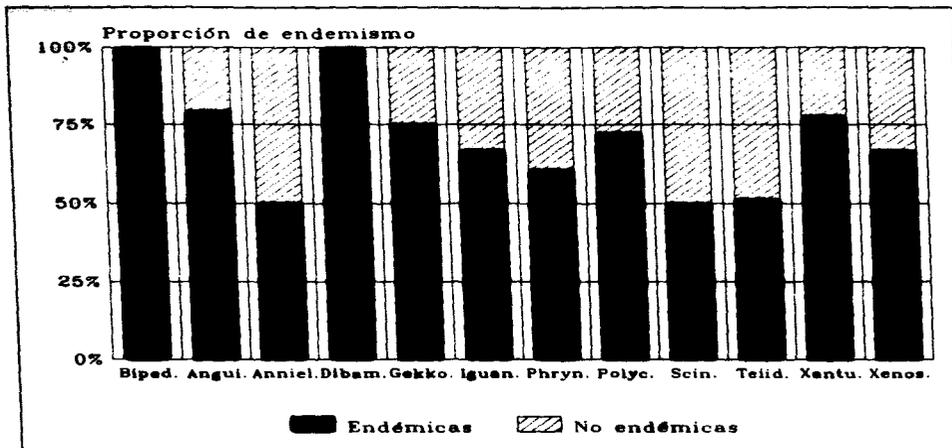


Figura 7. Proporción de especies endémicas por familia de la Clase Reptilia (Amphisbaenia y Sauria). Sólo se anotan las familias con especies endémicas en México. Biped. = Bipedidae, Angui. = Anguinae, Anniel. = Anniellidae, Dibam. = Dibamidae, Gekko. = Gekkonidae, Iguan. = Iguanidae, Phryn. = Phrynosomatidae, Polyc. = Polychridae, Scin. = Scincidae, Teiid. = Teiidae, Xantus. = Xantusidae, Xenos. = Xenosauridae.

En resumen, de las familias que viven en México, el 2.6% de los géneros de anfibios y el 2.7% de los géneros de reptiles son endémicos del país. El 5.4% del total de las especies de anfibios y el 7.1% de las de reptiles de las mismas familias a nivel mundial son endémicas de nuestro país.

El 17.3% de los géneros de anfibios y el 13.4% de los géneros de reptiles mexicanos son endémicos. De las especies locales el 60.7% de los anfibios y el 53.7% de las especies de reptiles son endémicos. Esto significa que el 55.7% de nuestra herpetofauna es endémica, la cual representa el 6.5% de la herpetofauna mundial.

El conocimiento de la distribución geográfica de las especies endémicas, permite identificar las zonas del país en donde se localiza la mayor cantidad de endemismos y las relaciones de similitud entre esas zonas.

Herpetofauna de México

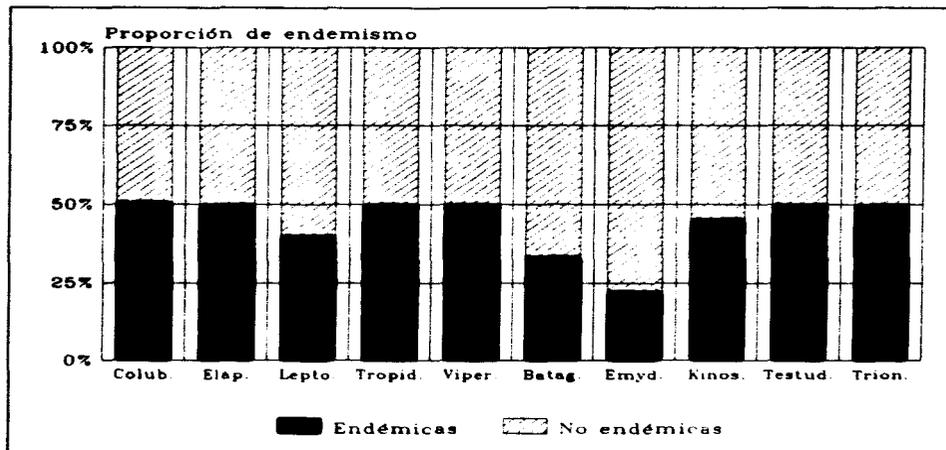


Figura 8. Proporción de especies endémicas por familia de la Clase Reptilia (Serpentes y Testudines). Sólo se anotan las familias con especies endémicas en México. Colub. = Colubridae, Elap. = Elapidae, Lepto. = Leptotyphlopidae, Tropid. = Tropicodpheidae, Viper. = Viperidae, Batag. = Bataguridae, Emyd. = Emydidae, Kninos. = Kniostrernidae, Testud. = Testudinidae, Trion. = Trionychidae.

En otros trabajos similares se han hecho otras divisiones geográficas diferentes a la presentada aquí (ver Wake y Lynch, 1976 para salamandras; Cadie, 1985 para colúbridos xenodotinos; y Ramírez-Pulido y Müdespacher, 1987 para mamíferos). Sin embargo, estas divisiones no están sujetas a límites naturales, ni cubren adecuadamente la parte norte del país, por lo que no se adoptaron en el presente trabajo.

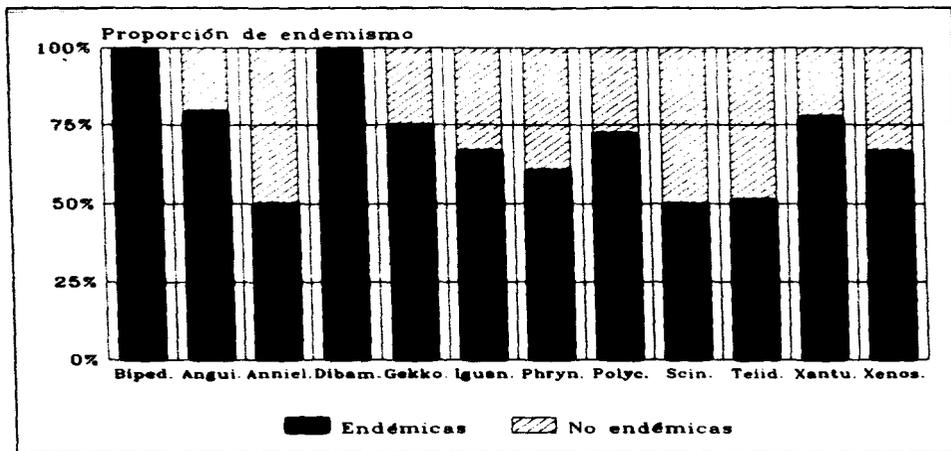


Figura 7. Proporción de especies endémicas por familia de la Clase Reptilia (Amphisbaenia y Sauria). Sólo se anotan las familias con especies endémicas en México. Biped. = Bipedidae, Angui. = Anguidae, Anniel. = Anniellidae, Dibam. = Dibamidae, Gekko. = Gekkonidae, Iguan. = Iguanidae, Phryn. = Phrynosomatidae, Polyc. = Polychridae, Scin. = Scincidae, Teiid. = Teiidae, Xantus. = Xantusidae, Xenos. = Xenosauridae.

En resumen, de las familias que viven en México, el 2.6% de los géneros de anfibios y el 2.7% de los géneros de reptiles son endémicos del país. El 5.4% del total de las especies de anfibios y el 7.1% de las de reptiles de las mismas familias a nivel mundial son endémicas de nuestro país.

El 17.3% de los géneros de anfibios y el 13.4% de los géneros de reptiles mexicanos son endémicos. De las especies locales el 60.7% de los anfibios y el 53.7% de las especies de reptiles son endémicos. Esto significa que el 55.7% de nuestra herpetofauna es endémica, la cual representa el 6.5% de la herpetofauna mundial.

El conocimiento de la distribución geográfica de las especies endémicas, permite identificar las zonas del país en donde se localiza la mayor cantidad de endemismos y las relaciones de similitud entre esas zonas.

CUADRO 12. Géneros y especies endémicos de México y sus porcentajes con respecto al total de la fauna local y a la fauna del mundo. El primer número de cada columna representa la cantidad de géneros o especies endémicos de cada familia. Los números entre corchetes, corresponden al porcentaje que representan, del total de la fauna mundial, considerando sólo las familias presentes en México. Los números entre paréntesis corresponden al porcentaje con respecto a la herpetofauna mexicana.

| FAMILIA | GENEROS ENDEMICOS | ESPECIES ENDEMICAS |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| AMPHIBIA | | |
| ANURA | | |
| Bufonidae | 0 | 8 { 2.3 } (32.0) |
| Hylidae | 1 { 2.7 } (7.6) | 45 { 7.1 } (60.0) |
| Leptodactylidae | 1 { 1.9 } (16.6) | 37 { 5.2 } (63.7) |
| Ranidae | 0 | 13 { 1.9 } (56.5) |
| CAUDATA | | |
| Ambystomatidae | 1 {50.0} (50.0) | 16 {51.6} (94.1) |
| Plethodontidae | 5 {17.8} (35.7) | 53 {23.8} (73.6) |
| GYMNOPHIONA | | |
| Caeciliaidae | 0 | 1 { 1.0 } (50.0) |
| REPTILIA | | |
| AMPHISBAENIA | | |
| Bipedidae | 1 {100.0} (100.) | 3 {100.0} (100.0) |
| SAURIA | | |
| Anguidae | 1 {10.0} (14.2) | 27 {35.5} (79.4) |
| Anniellidae | 0 | 1 {50.0} (50.0) |
| Dibamidae | 1 {50.0} (100) | 1 {10.0} (100) |
| Gekkonidae | 0 | 15 { 2.4 } (75.0) |
| Iguanidae | 0 | 10 {32.2} (66.6) |
| Phrynosomatidae | 0 | 66 {57.8} (60.5) |
| Polychridae | 0 | 34 {10.6} (72.3) |
| Scincidae | 0 | 13 { 1.0 } (50.0) |
| Telidae | 0 | 20 {27.7} (51.2) |
| Xantusiidae | 0 | 14 {56.2} (77.7) |
| Xenosauridae | 0 | 2 {50.0} (66.6) |

Herpetofauna de México

CUADRO 12 (continuación)

| FAMILIAS | GENEROS ENDEMICOS | ESPECIES ENDEMICAS |
|------------------|-------------------|--------------------|
| SERPENTES | | |
| Colubridae | 15 { 5.1 } (22.0) | 126 { 8.0 } (50.8) |
| Elapidae | 0 | 8 { 3.3 } (50.0) |
| Leptotyphlopidae | 0 | 2 { 2.5 } (40.0) |
| Tropidopheidae | 1 {16.1} (50.0) | 1 { 4.5 } (50.0) |
| Viperidae | 1 { 4.5 } (14.2) | 22 {11.7} (50.0) |
| TESTUDINES | | |
| Bataguridae | 0 | 1 { 1.7 } (33.3) |
| Emydidae | 0 | 2 { 5.7 } (22.2) |
| Kinosternidae | 0 | 5 {26.3} (45.4) |
| Testudinidae | 0 | 2 { 4.8 } (50.0) |
| Trionychidae | 0 | 1 { 4.1 } (50.0) |
| TOTALES | | |
| ANURA | 2 { 0.8 } (7.4) | 103 { 3.7 } (53.6) |
| CAUDATA | 6 {12.7} (33.3) | 69 {21.3} (75.8) |
| GYMNOPHIONA | 0 | 1 { 1.0 } (50.0) |
| AMPHISBAENIA | 1 {100} (100) | 3 0 (100) |
| SAURIA | 2 { 0.8 } (4.5) | 203 { 7.5 } (61.1) |
| SERPENTES | 17 { 4.2 } (20.2) | 159 { 6.9 } (49.6) |
| TESTUDINES | 0 | 11 { 5.8 } (26.8) |
| AMPHIBIA | 8 { 2.6 } (17.3) | 173 { 5.4 } (60.7) |
| REPTILIA | 20 { 2.7 } (13.4) | 376 { 7.2 } (53.7) |
| HERPETOFAUNA | 28 { 2.7 } (14.3) | 549 { 6.5 } (55.7) |

Sólo se anotan las especies que ya están descritas y de las familias que tienen especies endémicas en México. En los totales del final se hacen las comparaciones con todas las familias de México y sus totales a nivel mundial.

La división de la República Mexicana en las regiones naturales modificadas de West (1971b; Fig. 9) muestra que es en las tierras altas tropicales del centro del país (zona 2) donde se localiza el mayor número de especies endémicas, tanto de anfibios como de reptiles (Cuadro 13). En esta región se encuentra también el mayor número de especies restringidas en su distribución a las tierras altas, sin ocurrir en ninguna otra zona. De las 142 especies de anfibios presentes en la zona 2, 101 viven solamente en los ecosistemas de esa zona. De manera similar, de las 182 especies de reptiles presentes en esta zona, 107 son exclusivas de ella. El porcentaje de herpetozoos que está restringido en su distribución a esta zona es del 64%.

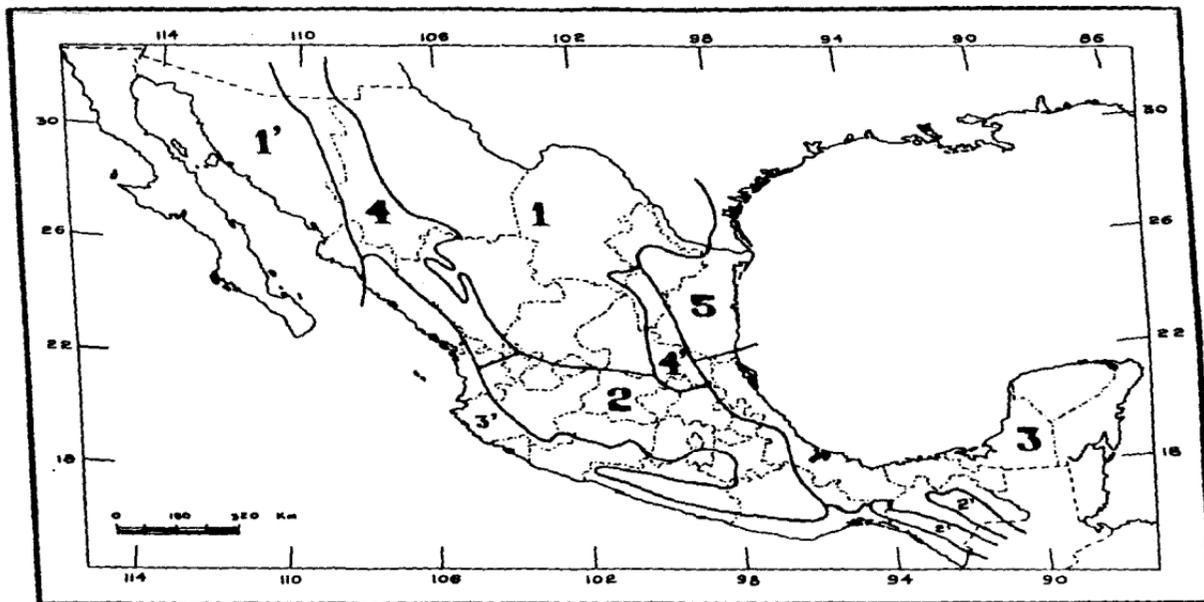


Figura 9. Mapa mostrando las regiones naturales de West (1971b), modificadas por el autor. En el texto también se hace referencia a éstas como regiones fisiográficas. Regiones 1 y 1', tierras secas extratropicales; regiones 2 y 2', tierras altas tropicales frías; regiones 3 y 3', tierras bajas tropicales; regiones 4 y 4', tierras altas extratropicales; y región 5, tierras subhúmedas extratropicales. Ver Apéndice 2 para más detalles sobre estas regiones.

Herpetofauna de México

CUADRO 13. Distribución de las especies endémicas de México por regiones naturales. Se presenta el número de especies endémicas de las familias de anfibios y reptiles en cada una de las regiones en que fue dividida la República Mexicana con base en las Regiones Naturales de West (1971b). Los números de cada columna representan, a la derecha de la diagonal, el total de especies endémicas presentes en esa región y a la izquierda de la diagonal las especies cuya presencia ha sido registrada solamente para esa región ("especies exclusivas").

| | R E G I O N E S | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-----|------|-------|------|------|-----|
| | 1 | 1' | 2 | 2' | 3 | 3' | 4 | 4' | 5 |
| AMPHIBIA | | | | | | | | | |
| ANURA | | | | | | | | | |
| Bufonidae | 2/0 | 2/0 | 7/1 | 0/0 | 1/0 | 6/1 | 3/0 | 0/0 | 1/0 |
| Hylidae | 0/0 | 3/0 | 37/23 | 5/2 | 5/2 | 17/4 | 2/0 | 1/0 | 1/0 |
| Leptodactylidae | 2/0 | 0/0 | 20/12 | 4/4 | 3/2 | 13/7 | 5/1 | 4/2 | 2/0 |
| Ranidae | 2/0 | 1/0 | 14/9 | 0/0 | 0/0 | 5/1 | 2/0 | 0/0 | 0/0 |
| CAUDATA | | | | | | | | | |
| Ambystomatidae | 1/0 | 1/0 | 17/17 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/0 | 0/0 | 0/0 |
| Plethodontidae | 0/0 | 0/0 | 47/39 | 4/4 | 6/3 | 5/3 | 1/0 | 6/3 | 0/0 |
| GYMNOPHIONA | | | | | | | | | |
| Caeciliidae | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| REPTILIA | | | | | | | | | |
| AMPHISBAENIA | | | | | | | | | |
| Bipedidae | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 2/2 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| SAURIA | | | | | | | | | |
| Anguillidae | 2/1 | 1/1 | 16/13 | 4/4 | 4/4 | 2/0 | 2/1 | 2/0 | 1/1 |
| Anniellidae | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Dibamidae | 0/0 | 0/0 | 1/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/0 | 0/0 | 0/0 |
| Gekkonidae | 0/0 | 8/8 | 2/0 | 0/0 | 0/0 | 7/5 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Iguanidae | 0/0 | 6/5 | 2/0 | 0/0 | 2/1 | 3/1 | 1/0 | 0/0 | 1/0 |
| Phrynosomatidae | 14/4 | 20/18 | 30/14 | 0/0 | 2/1 | 20/6 | 8/0 | 5/0 | 2/0 |
| Polychridae | 0/0 | 1/0 | 12/10 | 1/1 | 7/4 | 18/13 | 1/0 | 0/0 | 0/0 |
| Scincidae | 2/0 | 1/1 | 7/3 | 0/0 | 1/0 | 5/2 | 4/2 | 2/0 | 1/0 |
| Telidae | 1/0 | 10/9 | 6/3 | 0/0 | 2/1 | 6/3 | 2/1 | 0/0 | 0/0 |
| Xantusiidae | 2/1 | 0/0 | 4/3 | 0/0 | 5/4 | 4/3 | 0/0 | 2/1 | 1/0 |
| Xenosauridae | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 |
| SERPENTES | | | | | | | | | |
| Colubridae | 12/0 | 13/6 | 79/47 | 5/3 | 14/9 | 45/17 | 18/1 | 10/4 | 2/0 |
| Elapidae | 0/0 | 1/0 | 5/2 | 0/0 | 1/1 | 5/2 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Leptotyphlopidae | 0/0 | 0/0 | 2/1 | 0/0 | 0/0 | 1/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Tropidopneidae | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Viperidae | 1/0 | 5/4 | 11/7 | 2/1 | 2/2 | 6/3 | 2/1 | 0/0 | 0/0 |
| TESTUDINES | | | | | | | | | |
| Bataguridae | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Emydidae | 1/1 | 1/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Kinosternidae | 1/0 | 2/1 | 2/0 | 0/0 | 2/1 | 2/1 | 0/0 | 2/0 | 1/0 |
| Testudinidae | 1/1 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Trionychidae | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |

CUADRO 13 (continuación)

| | 1 | 1' | 2 | 2' | 3 | 3' | 4 | 4' | 5 |
|--------------------|------|-------|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|
| TOTAL ANURA | 6/0 | 6/0 | 78/45 | 9/6 | 9/4 | 41/13 | 12/1 | 5/2 | 4/0 |
| TOTAL CAUDATA | 1/0 | 1/0 | 64/56 | 4/4 | 6/3 | 5/3 | 2/0 | 6/3 | 0/0 |
| TOTAL GYMNOPIHONA | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| TOTAL AMPHISBAENIA | 0/0 | 1/1 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 2/2 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| TOTAL SAURIA | 21/6 | 38/43 | 81/48 | 5/5 | 22/15 | 63/33 | 19/4 | 12/2 | 6/1 |
| TOTAL SERPENTES | 13/0 | 19/10 | 98/58 | 7/4 | 17/12 | 57/22 | 20/2 | 10/4 | 2/0 |
| TOTAL TESTUDINES | 4/3 | 4/2 | 2/0 | 0/0 | 2/1 | 4/2 | 0/0 | 2/0 | 1/0 |
| TOTAL AMPHIBIA | 7/0 | 7/0 | 142/101 | 13/10 | 15/7 | 47/17 | 14/1 | 11/5 | 4/0 |
| TOTAL REPTILIA | 38/9 | 62/56 | 181/107 | 13/9 | 39/28 | 126/59 | 39/6 | 24/6 | 9/1 |
| HERPETOFAUNA | 45/9 | 69/56 | 323/207 | 26/19 | 54/35 | 173/76 | 53/7 | 34/12 | 13/1 |
| % de Exclusividad | 20 | 81.1 | 64 | 73 | 64.8 | 43.6 | 13.2 | 35.2 | 7.6 |

Nota: se tomó en cuenta la distribución de las especies no descritas que fueron incluidas en el análisis del capítulo 3, por lo que algunas cantidades pudieran no coincidir con los datos del Cuadro 13.

La siguiente zona en importancia es la de las tierras bajas tropicales de la costa del Pacífico (zona 3'). Donde viven 47 especies de anfibios endémicos, de las cuales 17 se encuentran restringidas a estos límites. Existen 126 especies endémicas de reptiles, siendo 59 exclusivas en su distribución a esa zona. En total viven en la costa del Pacífico, 173 especies y el 43.6% de ellas son exclusivas.

También se encuentra un gran número de especies endémicas de reptiles en las tierras áridas del noroeste del país (zona 1'), no así en el caso de los anfibios. De las 62 especies de reptiles que ocurren en esta zona, 56 (90.3%) tienen sus límites geográficos restringidos a ella. Es de esperarse que los anfibios no estén bien representados en las zonas áridas debido a su dependencia del agua. El alto porcentaje de endemismos de esta región, se debe en gran parte a las especies endémicas de las islas del Golfo de California.

Se puede observar cierta zonación en la distribución de algunas familias que incluyen géneros con gran cantidad de especies. Entre los anfibios, las familias con esta característica son: Hylidae, Leptodactylidae, Ambystomatidae y Plethodontidae. Entre los reptiles son: Anguillidae, Phrynosomatidae, Polychridae y Colubridae.

Los hñidos se encuentran bien representados en las tierras tropicales frías (zona 2), estando presentes 37 especies endémicas y 23 especies restringidas en su distribución a esta

Herpetofauna de México

zona. Estas últimas 23 especies representan el 51.1% de todas las especies endémicas, en su mayoría especies del género *Hyla* (21 especies).

Los leptodactílidos también están bien representados en la zona de las tierras tropicales frías. En esta se encuentran 20 especies endémicas, de las cuales 12 son exclusivas de esta zona; representando el 32.4% de todas las especies endémicas de la familia. En esta zona los géneros *Eleutherodactylus* y *Tomodactylus* están bien representados, con 6 y 5 especies respectivamente, restringidas en su distribución a esa región.

En la zona 2 existen 17 especies exclusivas de ajolotes (familia Ambystomatidae). Estas representan el 94.4% de las especies endémicas de ajolotes, y pertenecen a los dos únicos géneros de esta familia, *Ambystoma* y *Rhyacosiredon*, este último endémico del país.

La última familia de anfibios bien representada en la zona 2 es la familia de los pletodóntidos, que tiene 47 especies endémicas, de las cuales 39 son exclusivas a ella. Estas 39 especies representan el 65% de todos los pletodóntidos endémicos de México. Los géneros de pletodóntidos mejor representados en la zona 2 son: *Chiropterorhynchus* (8 especies exclusivas); *Pseudoeurycea* (17 especies exclusivas) y *Thorius* (12 especies exclusivas), éste último endémico de México. Todas las especies de anfibios que tienen sus límites de distribución dentro de la zona 2, y que pertenecen a las familias citadas, forman el 48.9% de todos los anfibios endémicos del país (incluyendo a las especies no descritas).

En las tierras tropicales frías (zona 2), se encuentran 16 especies endémicas de ánguidos, de las cuales 13 son exclusivas a ella; siendo estas 13 especies el 46.4% de todos los ánguidos endémicos. Los géneros *Abronia* y *Mesaspis* son los que mayor número de especies tienen representadas en esta zona.

Los frinosomátidos están bien representados en las zonas 1', 2 y 3'. Las 18 especies restringidas a la zona 1' (tierras secas extratropicales del oeste de México) forman el 27.2% de las especies de esta familia que son endémicas de México. El género *Uta* es el frinosomátido más representativo de la zona 1', ya que todas las especies endémicas de éste son exclusivas de esta zona. Las 14 especies de frinosomátidos exclusivas a la zona 2 forman el 21.8% del total de especies endémicas de esta familia. En la zona 3' (tierras bajas tropicales del Pacífico), habitan 19 especies endémicas de estas lagartijas, de las cuales 5 (26.3%) están restringidas a ésta. Las especies que tienen sus áreas de distribución limitadas a sólo una de las zonas mencionadas, son el 65.6% de los frinosomátidos endémicos de México.

Las especies del género *Anolis*, de la familia Polychridae, están bien distribuidas en las zonas 2 y 3' (tierras tropicales frías y tierras bajas tropicales del Pacífico, respectivamente). En la zona 2 hay 12 especies, de las cuales 10 sólo habitan en esa zona y

forman el 29.4% de las especies endémicas de este género. En la zona 3' hay 18 especies, de las cuales 13 son exclusivas de ésta, que representan el 38.2% de las especies endémicas de este género. Las especies del género *Anolis* cuya distribución está restringida a estas dos zonas, representan el 67.6% de todos los *Anolis* endémicos de México.

Finalmente, los colúbridos están bien representados en las zonas 2 y 3'. Las culebras exclusivas de la zona 2, forman el 37.3% de los colúbridos endémicos de México. Los géneros *Geophis*, *Rhadinaea*, *Tantilla* y *Toluca* están bien representados en la zona 2. De estos géneros *Toluca* es casi exclusivo de la zona 2, y endémico de México. Las culebras que sólo habitan en la zona 3', forman el 13.4% del total de endémicos de la familia. En conjunto las especies exclusivas de culebras de estas dos zonas forman el 50% de todos los colúbridos endémicos.

Las ocho familias (de 29 con especies endémicas) que se analizaron en esta sección, tienen 416 especies endémicas al país (incluyendo las no descritas), que forman el 74% de todas las especies endémicas de México.

De todas las zonas analizadas, las menos ricas en endemismos son las regiones 4' y 5 (Sierra Madre Oriental y tierras subhúmedas extratropicales de Nuevo León y Tamaulipas), con 34 y 13 especies endémicas respectivamente.

RELACION ENTRE LAS REGIONES NATURALES Y SU FAUNA ENDEMICA

Los resultados del índice de similitud faunística de Simpson (1964), aplicado a las regiones naturales de West (1971b; datos del Cuadro 14) y expresados en un fenograma (Fig. 10), mostraron que las dos regiones más parecidas en su composición de especies endémicas son la 2 (Eje volcánico transversal y Sierra Madre del Sur) y la 5 (tierras subhúmedas extratropicales de Tamaulipas y Nuevo León) con 76.9% de similitud faunística. La alta similitud de estas regiones se debe a que casi la totalidad de las especies de la región 5 están presentes en la región 2. La región 5 es tan pequeña que podría quedar prácticamente incluida como un subconjunto de la región 2 que es la más rica. No es sorprendente que las regiones 2 y 5 en conjunto, estén altamente relacionadas con la Sierra Madre Oriental (región 4') con 63.1% de similitud faunística. Tanto la región 4' como la región 5, comparten con la región 2 más de la mitad de las especies endémicas que ahí habitan, debido a la cercanía geográfica de las regiones 4' y 5 con la parte más norteña del Eje Volcánico Transversal. Estas tres regiones forman un subgrupo en el fenograma con un alto nivel de similitud faunística.

De la misma forma, las tierras bajas del Pacífico de México (región 3') y las de la Sierra Madre Occidental (región 4), presentan un alto nivel de similitud faunística (67.9%). Más de la mitad de las especies presentes en la región 4 están presentes en la parte más

Herpetofauna de México

norteña de las tierras bajas del Pacífico. Debido a su alta similitud, estas dos regiones forman un segundo subgrupo dentro del fenograma (Fig. 10). Los subgrupos formados por las regiones 2, 4' y 5, y las regiones 3' y 4, representan dos unidades geográficas más o menos continuas.

CUADRO 14. Índice de similitud faunística de Simpson entre las regiones naturales de West (1971b).

| 1 | 1' | 2 | 2' | 3 | 3' | 4 | 4' | 5 |
|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|
| (45) | (59) | (323) | (26) | (54) | (173) | (53) | (34) | (13) |
| 1 | 5 | 31 | 0 | 0 | 18 | 20 | 12 | 6 |
| 1' | 11.1 | 16 | 0 | 0 | 22 | 14 | 2 | 1 |
| 2 | 68.8 | 27.1 | 5 | 15 | 83 | 37 | 22 | 10 |
| 2' | 0 | 0 | 19.2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 27.7 | 7.6 | 11 | 0 | 3 | 4 |
| 3' | 40.0 | 37.2 | 47.9 | 11.5 | 20.3 | 36 | 4 | 3 |
| 4 | 44.4 | 31.1 | 69.8 | 0 | 0 | 67.9 | 6 | 3 |
| 4' | 35.2 | 5.8 | 64.8 | 0 | 8.8 | 11.7 | 17.6 | 8 |
| 5 | 46.1 | 7.6 | 76.9 | 0 | 30.7 | 23.0 | 23.0 | 61.5 |

Entre paréntesis se muestra el número de especies en cada región; los números por arriba de la diagonal muestran el número de especies compartidas entre las distintas regiones y los números por debajo de la diagonal presentan el índice de similitud de Simpson.

Las tierras áridas del centro de México (región 1), constituyen la siguiente región más parecida al subgrupo constituido por las regiones 2, 4' y 5, con un porcentaje de similitud del 50%. Estas cuatro regiones y el segundo subgrupo constituido por las regiones 3' y 4, están más relacionados entre sí que con las otras tres regiones restantes que son 1', 2' y 3. Estas tres últimas regiones, se pueden considerar como subgrupos independientes. Las regiones 1, 1', 2' y 3, poseen los complejos herpetofaunísticos más disímiles de México, considerando a las especies endémicas.

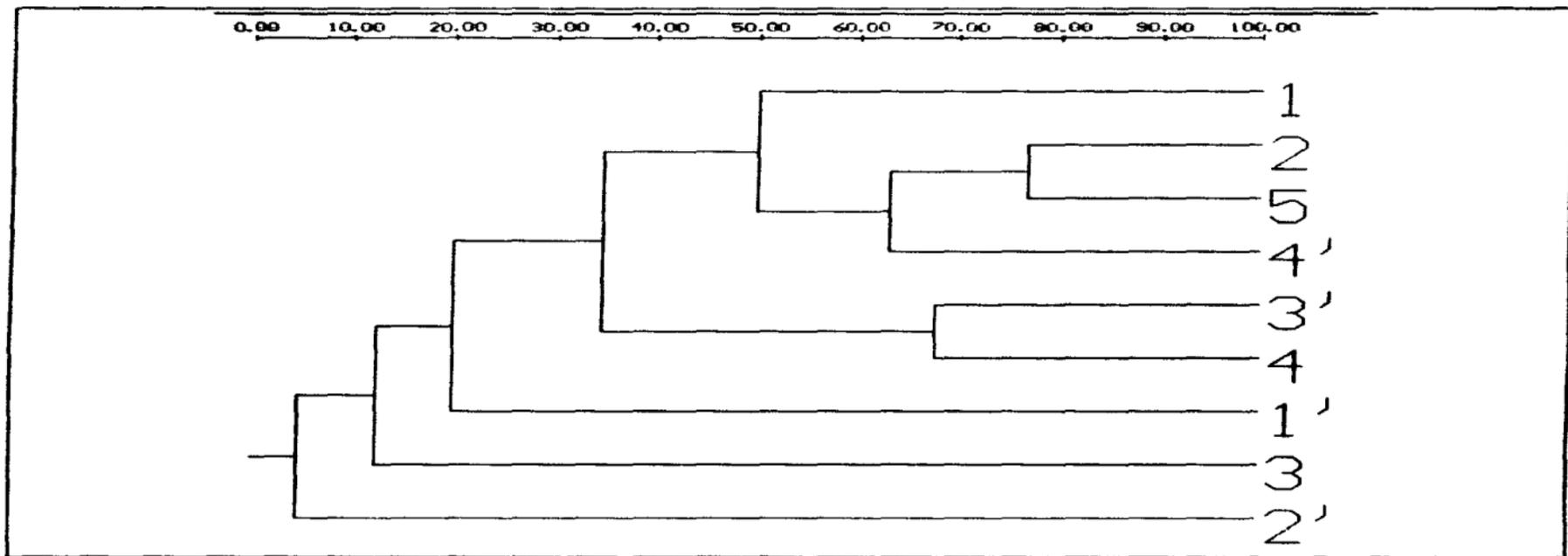


Figura 10. Fenograma de similitud faunística entre las regiones naturales de México de la figura 9, utilizando el índice de similitud faunística de Simpson (1964). El fenograma se construyó por el método de UPGMA (ligamiento promedio no ponderado), utilizando el programa 'NTSYS-pc', versión 1.5 (Rohlf, 1988).

Herpetofauna de México

Para analizar las hipótesis sobre la distribución de las especies endémicas en las regiones fisiográficas, se repitieron las pruebas para anfibios, reptiles y la herpetofauna en conjunto. Los resultados de la primera hipótesis, sobre equidistribución del endemismo en las regiones fisiográficas, indican que la herpetofauna endémica total no está distribuida equitativamente en el país (Figs. 11, 13 y 15), sino que algunas regiones son mucho más ricas en especies endémicas que otras. Los valores residuales positivos, significativos caen en la región 2, en el caso de los anfibios. Para los reptiles y la herpetofauna los valores residuales significativos positivos están en las regiones 2 y 3'. Esto indica que el número de las especies endémicas en esas regiones es mayor al esperado. Los valores residuales negativos, caen en el caso de los reptiles en las regiones 2' y 5; y para la herpetofauna en las regiones 2', 4' y 5. Por lo que el número de especies endémicas en esas regiones es menor al esperado. No se registraron valores negativos para la distribución de los anfibios endémicos.

Para poner a prueba la primera hipótesis con las especies exclusivas de cada región, se siguió el mismo procedimiento. Las especies exclusivas a cada región no están distribuidas equitativamente en las diferentes regiones (Figs. 12, 14 y 16). Los valores residuales positivos, en los tres casos (anfibios, reptiles y herpetofauna), caen en la región 2. Siendo éstas las regiones que poseen un mayor número de especies endémicas con respecto a lo esperado. Los valores residuales negativos caen en la región 5 en el caso de los reptiles; y en el caso de la herpetofauna en las regiones 1, 4, 4' y 5. Son estas regiones las que tienen menor número de especies con referencia a lo esperado. Los valores residuales negativos no son altos, en ninguna de las regiones, para los anfibios.

Con la segunda hipótesis, acerca de que el número de especies endémicas está distribuido en proporción al área de cada región fisiográfica. Los resultados de la prueba de X^2 indican que las especies endémicas no están distribuidas proporcionalmente al tamaño de cada región (Figs. 17, 19 y 21), por lo que el número de especies endémicas en cada región es independiente del tamaño de las regiones. Los valores residuales positivos significativos, en el caso de los anfibios están en la región 2. Para reptiles y herpetofauna los valores residuales positivos significativos están en las regiones 2 y 3', por lo tanto es posible concluir que dichas regiones poseen un número mayor de especies de herpetozoos al esperado de acuerdo con su tamaño. Los valores residuales negativos significativos caen en las regiones 1 y 1' para los anfibios; en la región 1 para los reptiles; y en las regiones 1, 1' y 3 en el caso de la herpetofauna. Estas regiones poseen un número menor de especies endémicas de herpetozoos a lo esperado de acuerdo con su tamaño.

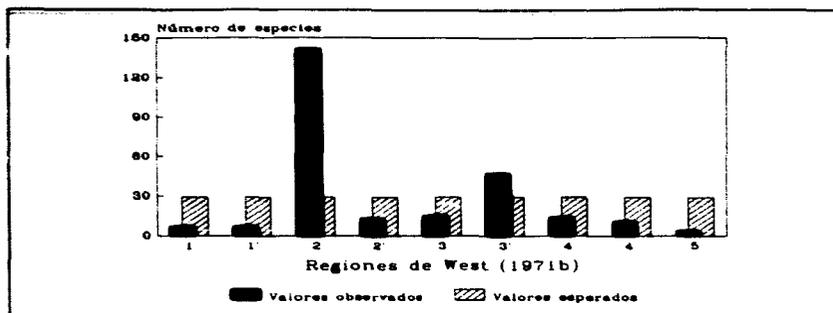


Figura 11. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de todos los anfibios endémicos en las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 544.6$; $p < 0.001$.

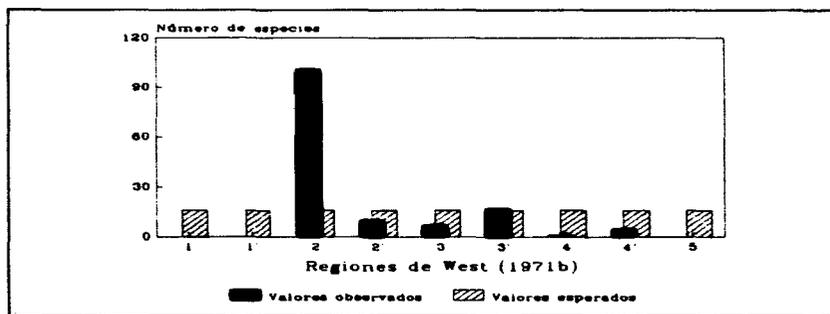


Figura 12. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los anfibios exclusivos a las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 542$; $p < 0.001$.

Herpetofauna de México

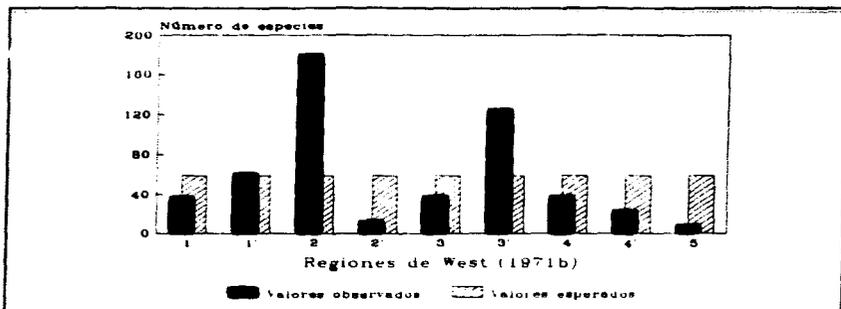


Figura 13. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de todos los reptiles endémicos en las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 448.5$; $p < 0.001$.

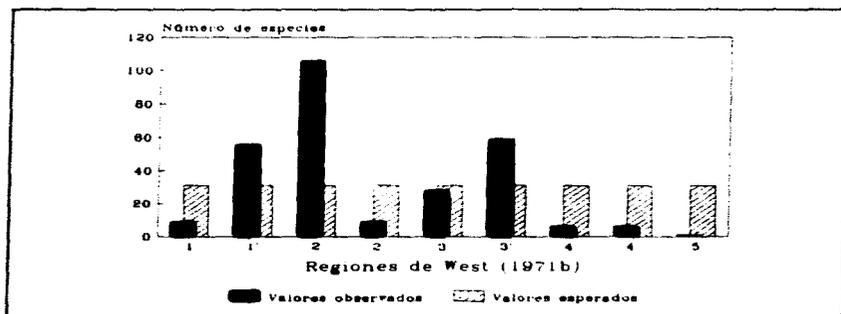


Figura 14. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los reptiles exclusivos en las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 326.7$; $p < 0.001$.

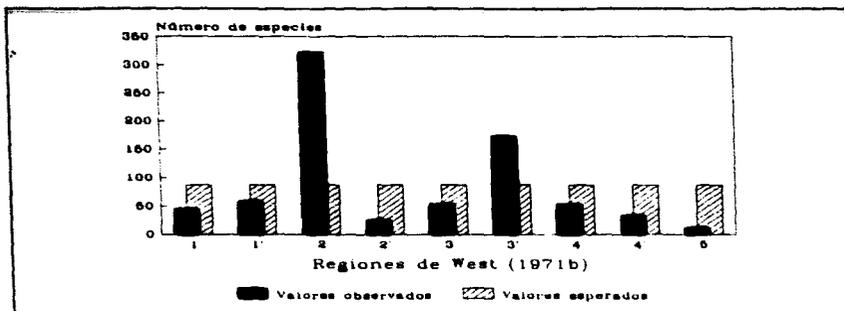


Figura 15. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de toda la herpetofauna endémica en las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 922.5$; $p < 0.001$.

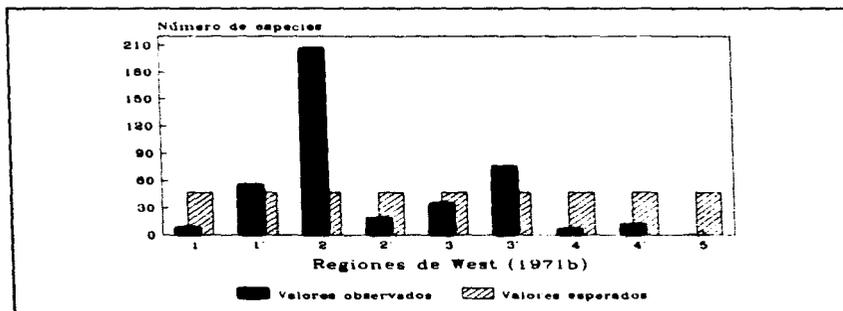


Figura 16. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de la herpetofauna exclusiva a las regiones naturales de West (1971b), suponiendo equidistribución (primera hipótesis). $X^2 = 722.9$; $p < 0.001$.

Herpetofauna de México

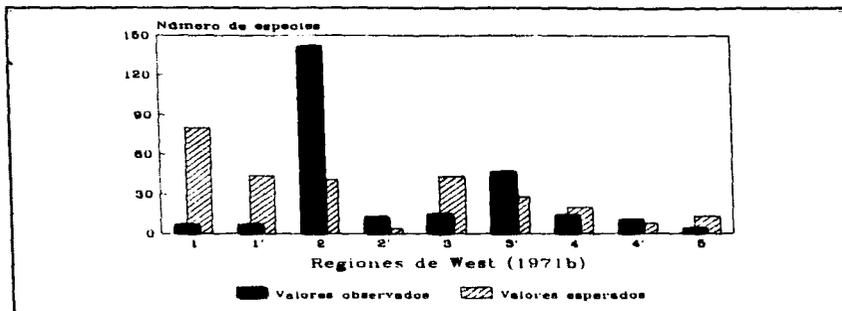


Figura 17. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los todos los anfibios endémicos en las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies endémicas (segunda hipótesis). $X^2 = 433.1$; $p < 0.001$.

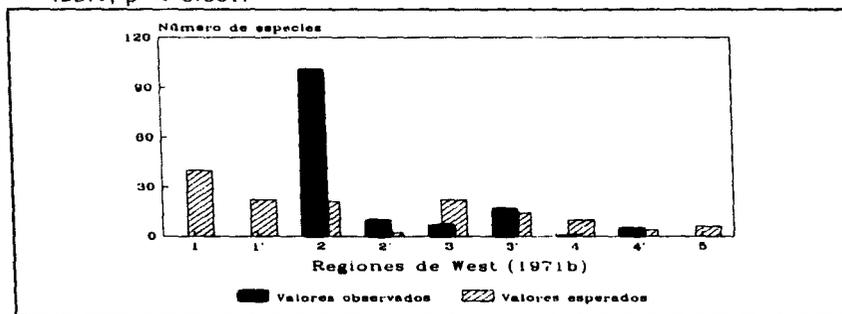


Figura 18. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los anfibios exclusivos a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies exclusivas (segunda hipótesis). $X^2 = 430.8$; $p < 0.001$.

También se comparó el número de especies exclusivas en cada región, los resultados de la prueba de χ^2 , indican que las especies de anfibios, reptiles y la herpetofauna en su conjunto, que son exclusivas a las regiones naturales no se distribuyen proporcionalmente al tamaño de éstas (Figs. 18, 20 y 22). Algunas de las regiones naturales poseen un mayor número de especies exclusivas del que deberían de tener de acuerdo con su tamaño. Los valores residuales positivos caen en las regiones 2 y 2' en el caso de los anfibios; en el caso de los reptiles en las regiones 2 y 3', y en el caso de la herpetofauna en las regiones 2, 2' y 3'. Estas tres regiones tienen un mayor número de especies exclusivas que lo esperado. Los valores residuales negativos para los anfibios, reptiles y la herpetofauna caen en la región 1, por lo que esta región tiene un número de especies de herpetozoos exclusivos muy bajo.

Para poner a prueba la tercera hipótesis, sólo se comparó el número de especies exclusivas con el total de especies endémicas de cada región, dado que se trata de analizar si la distribución de las especies exclusivas está en proporción al número de especies endémicas totales en cada región fisiográfica. Los resultados de esta prueba indican que las especies exclusivas no están distribuidas en proporción al número total de especies endémicas presentes en cada región (Figs. 23, 24 y 25). Varias regiones naturales tienen más especies exclusivas de lo esperado si la presencia de las exclusivas estuviera determinada por el número de especies endémicas en cada región. No hay valores residuales altos, ni positivos, ni negativos en ningún caso.

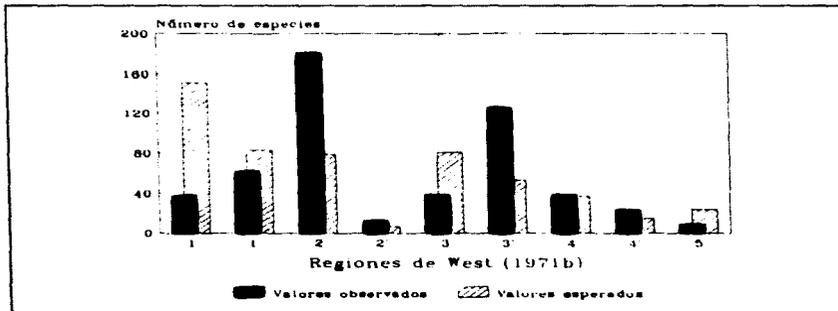


Figura 19. Resultado de la prueba de χ^2 para la distribución de los todos los reptiles endémicos en las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies endémicas (segunda hipótesis). $\chi^2 = 365.3$; $p < 0.001$.

Herpetofauna de México

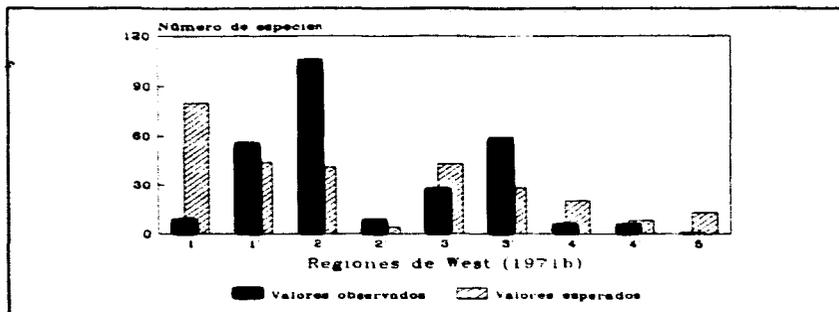


Figura 20. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los reptiles exclusivos a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies exclusivas (segunda hipótesis). $X^2 = 233.5$; $p < 0.001$.

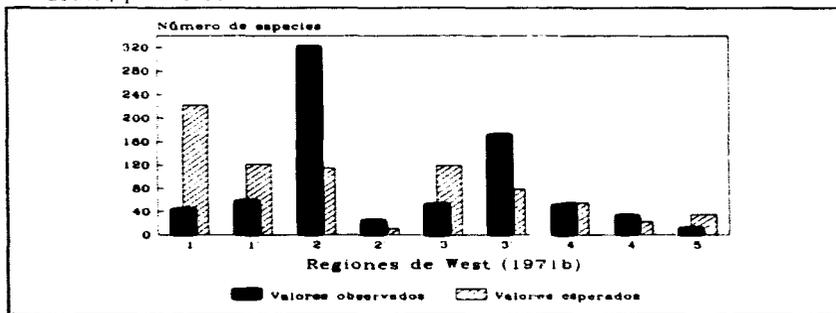


Figura 21. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de toda la herpetofauna endémica en las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies endémicas (segunda hipótesis). $X^2 = 740.8$; $p < 0.001$.

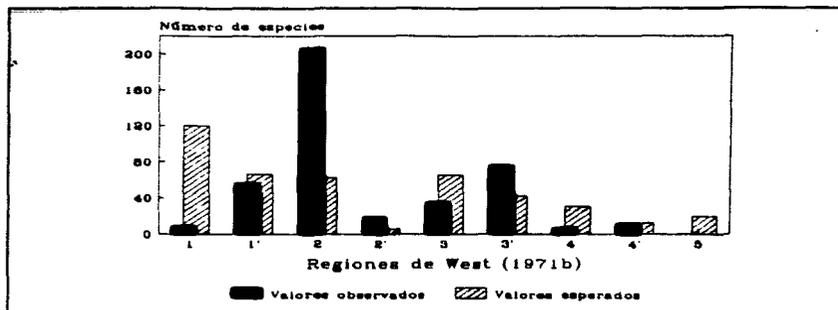


Figura 22. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de la herpetofauna exclusiva a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del tamaño relativo de cada región en la distribución de las especies exclusivas (segunda hipótesis). $X^2 = 543.2$; $p < 0.001$.

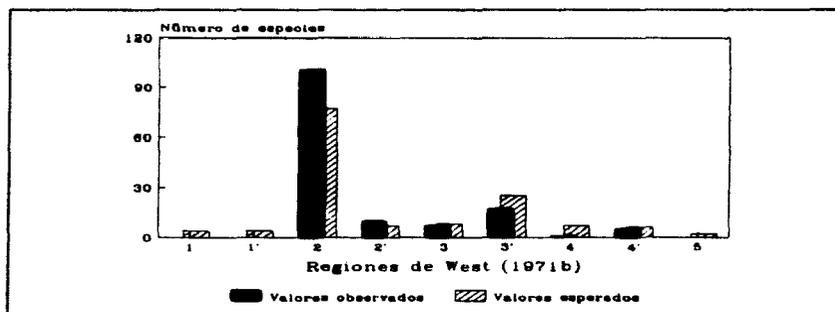


Figura 23. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los anfibios exclusivos a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del número total de especies endémicas presentes en cada región (tercera hipótesis). $X^2 = 17.46$; $p < 0.05$.

Herpetofauna de México

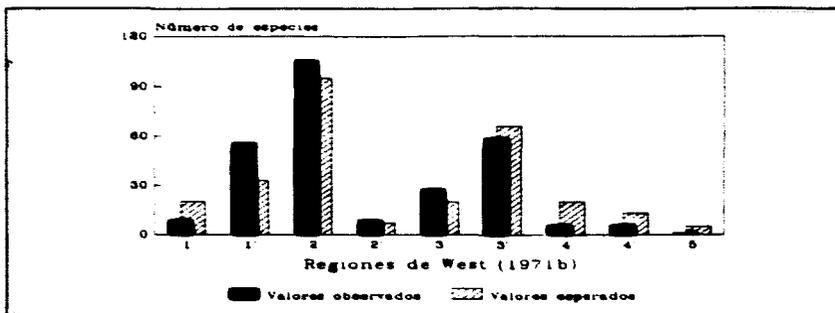


Figura 24. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de los reptiles exclusivos a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del número total de especies endémicas presentes en cada región (tercera hipótesis). $X^2 = 44.93$; $p < 0.001$.

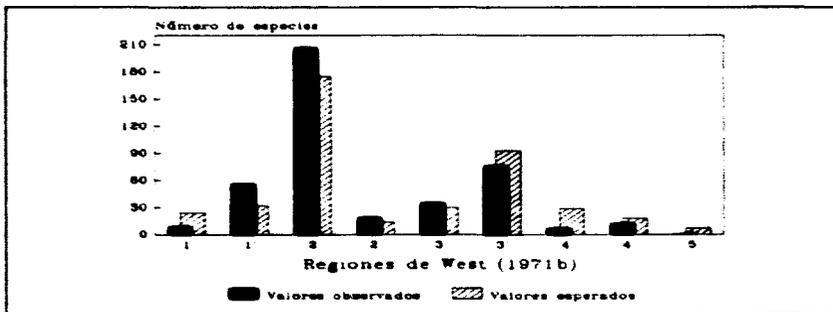


Figura 25. Resultado de la prueba de X^2 para la distribución de la herpetofauna exclusiva a las regiones naturales de West (1971b), considerando la influencia del número total de especies endémicas presentes en cada región (tercera hipótesis). $X^2 = 63.65$; $p < 0.001$.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El incremento en el número de especies de herpetozoos registrados para México ha sido relativamente lento desde la década de los cincuentas. En particular, el número de especies de reptiles se ha incrementado muy poco, debido posiblemente a que se está llegando al conocimiento del total de especies de reptiles que viven en el país. En el caso de los anfibios, todavía están por describirse varias especies. Esto posiblemente es un reflejo de que en el país los anfibios están menos conocidos que los reptiles.

La riqueza de la herpetofauna de México es una de las más elevadas a nivel mundial, no sólo en términos de número de especies por área, como ha sido demostrado por Smith y Smith (1976b), sino también en número absoluto de especies, géneros y familias (Cuadro 6). Si tomamos en cuenta que la extensión de nuestro país, sin considerar la porción insular (1.43% del planeta) y suponiendo que la fauna se repartiera equitativamente, México tiene un 8% más de especies de lo esperado de acuerdo con el tamaño de su territorio. Con el conocimiento actual que se tiene, México está dentro de los 6 países más ricos biológicamente del mundo (Mittermeier, 1988). Toledo y Ordoñez (1991) hacen una evaluación de la riqueza biológica de México comparada con el resto del mundo en varios grupos de plantas y animales; el porcentaje en promedio de especies que habitan en México de estos grupos es mayor al 11.32% (Cuadro 26.1 de Toledo y Ordoñez, 1991). Los anfibios y los reptiles de México en conjunto representan el 9.4% de toda la herpetofauna mundial, valor que está ligeramente por abajo del promedio de riqueza que registran Toledo y Ordoñez (1991) para varios grupos de plantas y animales en el país. Es muy probable que el porcentaje de especies que viven en México se vea ligeramente incrementado en los próximos años debido al reciente incremento en el número de especies de la herpetofauna que se están describiendo en el país.

Menos del 10% de los géneros de anfibios y reptiles poseen casi el 40% de las especies de estos organismos. Esto es debido al número de géneros con menos de 20 especies y, sobre todo a los géneros monoespecíficos. Estos datos de alguna forma evidencian la diversidad biológica del país. Los géneros que son más ricos en especies pertenecen también a las familias más ricas en especies. Poco más de la mitad de los géneros del país no tienen más de 10 especies y contienen a poco más de la mitad de las especies de anfibios y reptiles, sin contar los géneros monoespecíficos, que poseen el 37.5% de las especies.

Hay siete familias poco diversas en México, con no más de dos géneros. De estas familias una es endémica de México y las demás presentan distribuciones que no exceden el continente americano, con la excepción de una (Dermochelyidae).

No se observa que la riqueza y distribución de las familias de anfibios y reptiles que viven en México sea proporcional a la que esas mismas familias presentan a nivel mundial.

Herpetofauna de México

Por ejemplo, de las familias más ricas a nivel mundial, existen algunas cosmopolitas o casi cosmopolitas, con muchas especies y géneros en el país, y existen familias cosmopolitas que no están muy diversificadas en el país. De las familias que viven en el continente americano con mayor número de especies, existen algunas muy diversificadas en el país y algunas que no lo están. Probablemente causas de tipo histórico están involucrados en esta distribución dispereja.

Las especies no endémicas de México son el 39.3% de los anfibios y el 46.3% de los reptiles. Un porcentaje ligeramente mayor de especies se encuentran compartidas entre México y Centroamérica, a pesar de tener una frontera de contacto más pequeña que con el resto de Norteamérica. Este mayor número de especies compartidas puede deberse a que los tipos de vegetación predominantes en el sur de México son más húmedos, menos estacionales y en general más ricos en especies que los semiáridos, los cuales son más estacionales y menos ricos en especies (por lo menos de vertebrados) que los del norte. Otra posible explicación podría ser de tipo histórico y no referente a la estacionalidad de las comunidades y la cantidad de especies que albergan.

De las especies no endémicas la mayoría tiene amplia distribución en México (70%) por lo que se hace difícil cuantificar sus patrones locales de distribución, fuera de los descritos en el Cuadro 10.

De las familias de anfibios y reptiles que viven en el país existe un porcentaje de endemismo a nivel genérico relativamente bajo, mientras que el específico es de 3.5 a 4 veces mayor.

La mayor proporción de especies endémicas de anfibios y reptiles de México se encuentra localizada en las tierras altas del centro de país (Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur); en segundo término en las tierras bajas de la costa del Pacífico y Cuenca del Balsas; y en tercer lugar en el oeste de Sonora y la Península de Baja California. Patrones similares de distribución de especies endémicas han sido registrados por otros autores para otros grupos de vertebrados, Ramírez-Pulido y Müdspacher (1987) para mamíferos; Escalante-Pliego *et al.* (1991) para aves y para todos los grupos de vertebrados endémicos de Mesoamérica en México por Flores-Villela y Gerez (1988). Esto puede estar evidenciando historias biogeográficas compartidas para estos grupos de organismos o, como otros autores lo han señalado, los factores causantes pueden ser la topografía accidentada y el contacto entre las regiones Neártica y Neotropical en nuestro país (Ramírez-Pulido y Müdspacher, 1987; Toledo, 1988; Flores Villela y Gerez, 1988 entre otros). No obstante, la alta proporción de endemismos en la Península de Baja California se debe a que muchas de las especies endémicas de esa región viven en las islas del Golfo de California y se han originado por aislamiento insular.

Un elevado porcentaje de los endemismos en las regiones de mayor endemividad en México se debe a la presencia de las ocho familias más numerosas de anfibios y reptiles de México: Hylidae, Leptodactylidae, Ambystomatidae, Plethodontidae, Anguillidae, Phrynosomatidae, Polychridae y Colubridae.

Las regiones de menor endemismo en México se localizan en el noreste del país, la Sierra Madre Oriental y las tierras subhúmedas extratropicales de Nuevo León y Tamaulipas.

Al considerar las relaciones de las regiones naturales con base en su cantidad de endemismos, los grupos de regiones más altamente relacionadas son los formados por las regiones 2, 4' y 5, y las regiones 3' y 4. Estos pueden ser considerados como grupos muy relacionados con base en los resultados del análisis de varios índices de similitud por Sánchez y López (1988). Estos autores establecen un límite teórico de 66.6% de similitud faunística que se puede considerar como alto. Dentro de los dos grupos altamente relacionados faunísticamente están las regiones con mayor cantidad de endemismos y las que tienen menor cantidad de endemismos.

Aunque la región 1 está relacionada con el grupo formado por las regiones 2, 4' y 5 (similitud del 50%), no está dentro de los límites para considerarla como una región altamente relacionada faunísticamente con las otras tres.

Las regiones más disímiles faunísticamente tienen características muy particulares: las tierras áridas del noroeste de México (Desierto de Sonora y Península de Baja California, región 1') tienen una fauna característica y un alto porcentaje de endemismos isleños. Las especies de las tierras bajas de la Planicie Costera del Golfo y Península de Yucatán, están ampliamente distribuidas, llegando algunas incluso hasta Sudamérica. La mayoría de las especies endémicas de esta región geográfica habita en los bosques mesófilos de la sierra de Los Tuxtlas, Veracruz (Firschein y Smith, 1956; Flores-Villela en revisión y Pelcastre-Villafuerte, 1991). El bosque mesófilo de la Sierra de Los Tuxtlas está más relacionado con la región 2 que con la 3, por lo que las especies endémicas de esta región no están asociadas al tipo de vegetación dominante en la región 3. El subgrupo menos relacionado faunísticamente con el resto de las regiones es el de las tierras altas de Chiapas, que comparten más especies con las tierras altas de Centroamérica.

Se puede decir que ni el tamaño del área, ni el esperar una distribución homogénea de las especies endémicas, ni la presencia de otras especies endémicas en las regiones naturales tienen una influencia sobre la abundancia y distribución de las especies endémicas y exclusivas en las regiones fisiográficas de México. Los valores residuales positivos significativos, en la mayoría de los casos, estuvieron presentes en las regiones de mayor endemividad (regiones 2 y 3'). Los valores residuales negativos significativos, para la primera hipótesis, de equidistribución de las especies endémicas y de las exclusivas, se encontraron en las regiones de menor endemividad (1, 2', 4' y 5) para los reptiles y la

Herpetofauna de México

herpetofauna. No se registraron valores negativos significativos para los anfibios, lo que significa que estos organismos no están subrepresentados en ninguna región si éstos se distribuyeran equitativamente en cada región. Para la segunda hipótesis, de relación de endémicos y tamaño de las regiones naturales, los valores residuales negativos significativos se encontraron en las regiones 1 y 1'. La falta de anfibios endémicos en la región 1' puede ser la razón de que exista un valor residual negativo en el caso de la segunda hipótesis, ya que sí hay especies de reptiles endémicos en la región 1'. Para la herpetofauna endémica, también se encontró un valor residual significativo negativo en la región 3; esto posiblemente es el resultado del bajo número de especies endémicas en las selvas húmedas de México, comparadas con otras regiones del país. (Flores-Villela, en revisión).

El análisis estadístico sugiere que seguramente otros factores, más importantes que el área o la diversidad son los causantes de la distribución de las especies endémicas en el país. Algunas de las causas que se pueden sugerir son factores topográficos que han provocado aislamiento, historias biogeográficas diferentes en cada región, influencia diferencial de los factores climáticos a través del tiempo, influencia diferencial de los eventos de extinción en las regiones naturales y eliminación de barreras para la dispersión en algunas de las regiones, permitiendo un mayor intercambio faunístico y ampliación secundaria de las áreas de distribución. Por ejemplo Bock *et al.* (1981), en un estudio combinado de la distribución de anfibios y reptiles, encontraron que el clima y la vegetación influyen más sobre la distribución de los reptiles, y las cuencas hidrográficas más sobre la de los anfibios, en el estado de Illinois. Crowe y Crowe (1982) encontraron que los patrones de distribución y diversidad de passeriformes y no passeriformes, en Africa, están altamente correlacionados con tipos de vegetación y precipitación. Resultados similares para Canadá fueron registrados por Kaiser *et al.* (1972). Arita (manuscrito) encontró que en quirópteros la precipitación y la temperatura determinan la riqueza de especies en México y para mamíferos no voladores es la heterogeneidad del hábitat. Se requiere de un estudio que considere la influencia de los factores climáticos y su influencia en la distribución de la herpetofauna de México para futuras investigaciones

CAPITULO 2
ANALISIS DE CLASIFICACION

INTRODUCCION

La aplicación de métodos de análisis de clasificación al estudio de la distribución de especies es relativamente nueva en México, aunque sus técnicas son ampliamente conocidas desde la década de los setentas, estos métodos son muy empleados en ecología de comunidades de plantas principalmente (Ezcurra y Equihua, 1984; Zavala-Hurtado, 1986).

Hay una literatura relativamente abundante acerca de estudios conducidos para analizar cuantitativamente regiones por su contenido de especies (baste revisar *Systematic Zoology* a finales de la década de los sesentas y los setentas; Hengeveld, 1990, resume mucha de esta literatura), sin embargo sólo unos cuantos estudios de naturaleza cuantitativa se han realizado en México. Morafka (1977) analizó la región del desierto de Chihuahua utilizando los métodos de Hagmeier y Stults (1964) y comparó el desierto de Chihuahua con provincias adyacentes. Kohlmann y Sánchez-Colón (1984) estudiaron la distribución del género *Bursera* en México. Del Castillo (1988) hizo un análisis de la distribución de los peces a nivel mundial, utilizando métodos multivariados similares a los usados en el trabajo de Kohlmann y Sánchez-Colón, incluyendo a México como parte de su área de estudio.

En este capítulo se presenta un análisis de la distribución de la herpetofauna endémica de México utilizando el programa de clasificación *Cenosis 2*. Dado que se busca agrupar regiones por su contenido de especies, y que tengan alta similitud entre si comparadas con otras regiones. Rapoport *et al.* (1976) y Ezcurra *et al.* (1978) emplearon métodos similares para estudiar y regionalizar las plagas de insectos y enfermedades de las plantas a escala mundial. Kohlmann y Sánchez-Colón (1984) utilizaron este mismo algoritmo de clasificación, en su trabajo del género *Bursera* en México, y sus resultados son comparados con los obtenidos en este trabajo.

OBJETIVOS

1. Hacer un análisis de la distribución de las especies de anfibios y reptiles, en particular de las endémicas, utilizando métodos multivariados (análisis de clasificación), con la finalidad de detectar patrones generales de similitud en sus áreas de distribución.
2. Proponer una clasificación de regiones herpetofaunísticas para México, con base en la interpretación de los resultados del análisis de clasificación.
3. Hacer una comparación de las regiones herpetofaunísticas con divisiones previas de México hechas con base en métodos más intuitivos, como son las provincias bióticas.

FUENTES DE INFORMACION Y METODOS

Se revisaron cerca de 600 referencias bibliográficas para determinar la distribución geográfica por coordenadas de las especies endémicas (Apéndice 4). No se incluyeron en el análisis fenético las especies marinas, ni las especies insulares, debido a que uno de los objetivos principales de esta tesis es el análisis de la herpetofauna continental.

Para hacer el análisis fenético, se hizo una cuadrícula de 0.5 grados en un mapa de México con proyección cónica de Lambert, tomado de Smith y Smith (1980). Los 824 cuadrantes resultantes se numeraron y se produjo una matriz de datos con la distribución de cada especie en los cuadrantes. Para cartografiar la distribución de las especies con base en la cuadrícula, se utilizó el nomenclator de Smith y Smith (1979 y 1980) y un complemento adicional proporcionado por los mismos autores (no publicado).

Para el análisis de los datos derivados del cartografiado de las especies endémicas, se utilizó el programa Cenosis 2 (Ezcurra y Equihua, 1984). Este es un programa divisivo monotético, o sea que agrupa los datos por poseer un atributo indicador, en otras palabras, forma grupos por la segregación del grupo original. Esta técnica se distingue de los métodos aglomerativos que en lugar de segregar unen grupos cada vez mayores (Ezcurra y Equihua, 1984).

Para dar una somera idea del programa se señalan algunas de sus características más importantes:

1. Es un programa que está escrito en lenguaje Fortran.
2. Funciona dividiendo secuencialmente un conjunto de n muestras en un número de subconjuntos más homogéneos entre sí, considerando que el grupo inicial tiene un contenido de información o entropía que es la heterogeneidad del grupo. Las divisiones se hacen de acuerdo a la presencia-ausencia de especies indicadoras que son las que presentan un máximo de caída de información Ezcurra (1978). En seguida, el programa elige el grupo más heterogéneo de los previamente divididos y vuelve a hacer una partición y así sucesivamente, hasta hacer cuantas divisiones se elijan. Los subgrupos, resultado de una división previa, son más homogéneos que el grupo del cual provienen, o sea que la suma del contenido de información dentro de cada grupo es menor que la del grupo original, que es el más heterogéneo. Las divisiones resultantes de esta operación dan como resultado la formación de un dendrograma (Kohlmann y Sánchez-Colón, 1984).
3. Existen tres subrutinas dentro del programa: la primera, lee los datos en forma de una matriz de "Lambert y Williams" (en donde sólo se codifican los datos de presencias) y ordena la matriz (o sea que adjudica las ausencias, para transformarla en una matriz binaria); la segunda, opcional, imprime un cuadro con los datos; y la tercera se encarga de generar

números aleatorios para elegir al azar de un atributo discriminante (especie indicadora) en caso de que exista más de uno.

Se puede medir la significancia de los resultados haciendo una tabla de contingencias y utilizando una prueba de X^2 (Ezcurra y Equihua, 1984). Se registraron los valores residuales estandarizados de la tabla de contingencias (en negritas en el Cuadro 15).

Los resultados se expresan en un dendrograma (fenograma), que indica las relaciones de similitud de los grupos. El dendrograma posteriormente puede ser convertido en un mapa para ver la distribución geográfica de los grupos de especies.

Para el procesamiento de los datos, se utilizó una computadora IBM modelo 4381, con un sistema operativo VM/CMS, de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) de la UNAM.

Para ver si las ramas del fenograma se distribuían al azar en el país (hipótesis nula) o su distribución está influida por las distintas regiones fisiográficas de West (1971b; hipótesis alternativa), se construyó una tabla de contingencias con estos datos. Los valores esperados en cada selde de la tabla, se calcularon multiplicando el total de cuadrados de la fila correspondiente de datos por el total de la columna correspondiente entre el total general.

Se hicieron mapas de distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles de México (Apéndice 3), para presentar en forma gráfica la información utilizada en el análisis de clasificación (citado arriba) y en la regionalización de la distribución de las especies endémicas de México. Para ésto se utilizó el programa MAPEA de Peláez Goycochea (1990).

RESULTADOS INTERPRETACION DEL DENDROGRAMA

El programa Cenosis 2, se utilizó para analizar la distribución de los anfibios, los reptiles y la herpetofauna en conjunto. Aunque solamente se presentan los resultados derivados del análisis de la distribución de la herpetofauna total, debido a que no hay diferencias importantes en los resultados de los análisis por separado. Es conveniente aclarar, que el análisis se repitió por lo menos dos veces en cada caso y el resultado siempre fue el mismo, lo cual indica que ninguna de las especies indicadoras fue elegida al azar por el programa o sea que no hay más de un atributo discriminante en cada partición del fenograma.

Análisis de clasificación

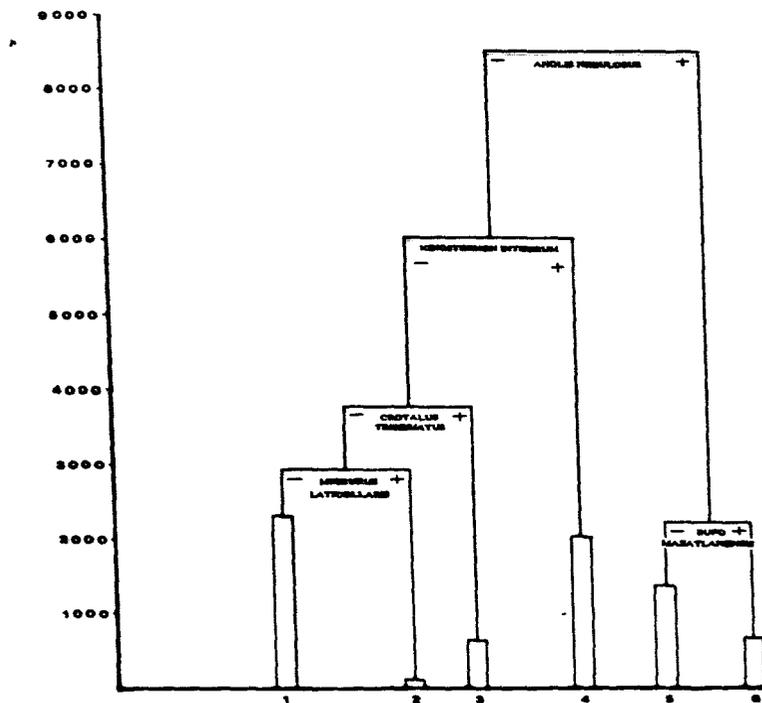


FIGURA 26. Fenograma del análisis de clasificación de la distribución de la herpetofauna endémica. Se indica la especie discriminante de cada división; el signo de "+" indica hacia dónde se encuentra la especie discriminante. La escala de la izquierda es el contenido de información del grupo y los rectángulos indican la heterogeneidad remanente de cada grupo del fenograma.

Al operarse el programa se le pidió la formación de 10 grupos, los cuales se reagruparon de acuerdo con la topología del fenograma resultante para resumirlos en los grupos más diferenciados. de esta forma el fenograma de la herpetofauna quedó reducido a seis ramas (Fig. 26).

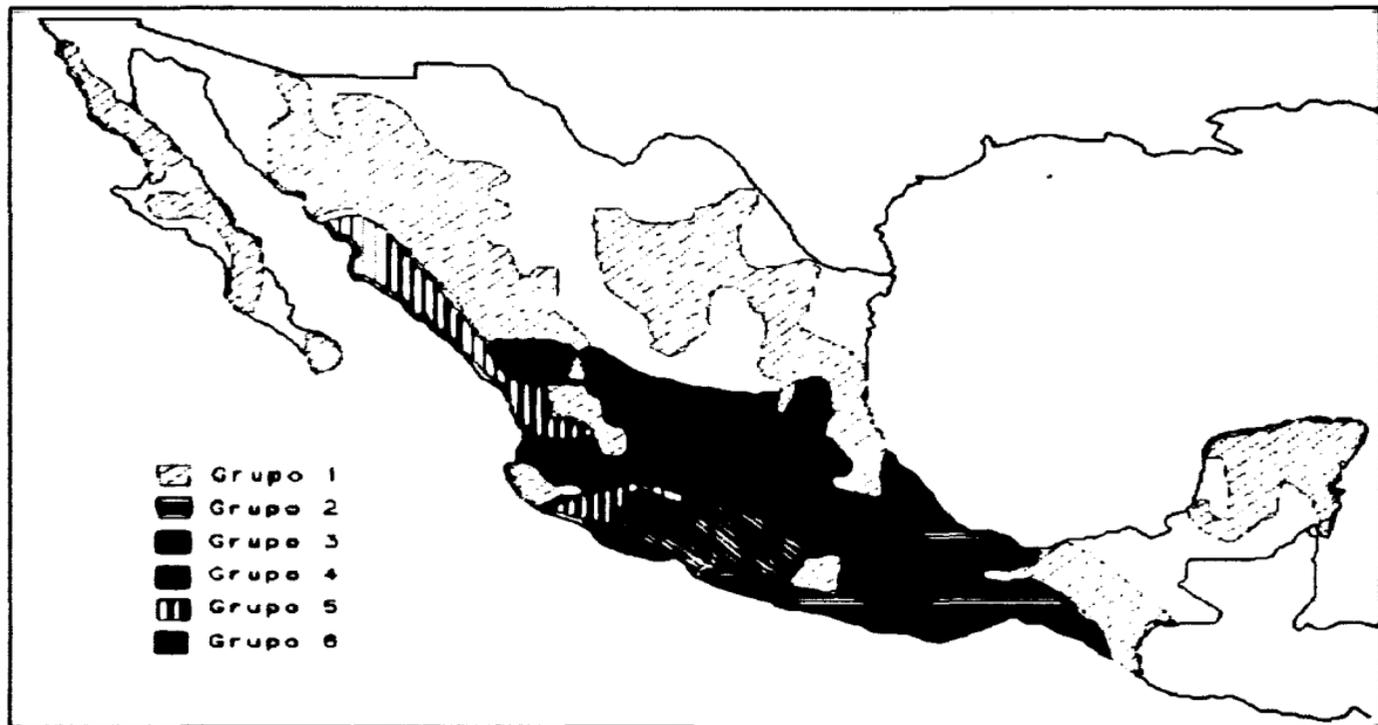
Este fenograma se divide en dos subgrupos iniciales debido a la presencia de *Anolis nebulosus*. El primer subgrupo aísla la porción norteña de la costa del Pacífico, la Cuenca del Balsas, la parte central del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur del resto del país. El segundo subgrupo inicial, se encuentra en la Altiplanicie Mexicana, Sierras Madre Oriental y Occidental, penínsulas de Baja California y Yucatán y la porción norte y centro de Chiapas (Fig. 27).

El primer gran subgrupo se divide a su vez en dos porciones, una sureña y una norteña debido a la presencia de *Bufo mazatlanensis* (ramas 5 y 6 respectivamente, Fig. 26). La porción sureña ocupa el occidente de la Cuenca del Balsas y la porción central del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur adyacentes a la Cuenca del Balsas, aunque existen algunos elementos aislados de la rama 5 en el norte. La porción norteña ocupa la costa del Pacífico.

El segundo subgrupo inicial, se divide primeramente, con base en *Kinosternon integrum*. Esta división podría ser considerada artificial ya que existen datos que indican que *K. integrum* podría estar constituida por varias especies aún no descritas (Berry, 1978 citado por Smith y Smith, 1980). Esta división separa la porción del centro y parte del sureste del país (rama cuatro del dendrograma, Fig. 26), de las otras ramas que se ubican en el sur y sureste de México, en la porción este del Eje Volcánico Transversal, la región del norte del país y las dos penínsulas (Fig. 27). Una segunda subdivisión se da por la presencia de *Crotalus triseriatus* que aísla a la porción este del Eje Neovolcánico del resto del país. Este subgrupo sufre una última subdivisión con base en la presencia de *Micrurus latifollaris*, que separa la parte sur de la Planicie Costera del Golfo, Istmo de Tehuantepec, Depresión Central de Chiapas y parte sur de la costa del Pacífico (rama dos del dendrograma, Fig. 26), de la rama uno que es el grupo de especies más heterogéneo en su distribución.

REGIONALIZACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE CLASIFICACION

La distribución geográfica de las ramas o grupos del fenograma de la herpetofauna (Fig. 26), presentan algunos valores residuales significativos en las regiones naturales de West (1971b; Figura 9), como se demuestra en la tabla de contingencias del Cuadro 15. Debido a algunas limitaciones metodológicas, no se pueden delimitar con facilidad las regiones que representa cada rama del fenograma (Fig. 26). Estas limitaciones son: el sólo utilizar especies endémicas a los límites políticos de México; las propias del programa usado, como el hecho de valorar poco a las especies que están en una o pocas muestras y a las que



**FIGURA 27. Regionalización de la temperatura endémica.
Los grupos están con referencia al fitogeografía de la figura 26**

Cuadro 15. Tabla de contingencias para comparar la distribución de la herpetofauna endémica con las Regiones Naturales de West (1971b). Los números a la izquierda de la diagonal son los valores observados, a la derecha los valores esperados.

| REGIONES GRUPO | 1 | 1' | 2 | 2' | 3 | 3' | 4 | 4' | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 75/56 | 60/42 | 25/61 | 5/4 | 57/40 | 21/52 | 29/24 | 15/13 | 15/10 |
| 2 | 0/5 | 0/2 | 2/6 | 3/.3 | 9/4 | 15/5 | 0/12 | 0/1 | 0/1 |
| 3 | 0/2 | 0/2 | 12/3 | 0/.1 | 1/2 | 0/2 | 0/1 | 0/.5 | 0/.4 |
| 4 | 19/20 | 6/15 | 47/21 | 0/1 | 0/14 | 23/18 | 3/9 | 7/5 | 2/4 |
| 5 | 0/6 | 0/4 | 13/6 | 0/.4 | 0/4 | 15/5 | 4/3 | 0/1 | 0/1 |
| 6 | 0/5 | 4/3 | 3/5 | 0/.3 | 0/3 | 13/4 | 5/2 | 0/1 | 0/.8 |

$\chi^2 = 321.27$ PARA 40 GRADOS DE LIBERTAD $p < 0.005$
 T SIGNIFICATIVAS 75=2.5; 60=2.7; 12=5.1; 47=5.6; 13=2.8; 3=4.9;
 57=2.6; 9=2.5; 15=4.4; 15=4.4; 13=4.5; 5=2.1.

se encuentran en la mayoría de las muestras, dando como resultado que no se puedan identificar zonas de mayorismo; por otro lado se pueden formar grupos falsos si hay muchas muestras con pocas especies; también se corre el riesgo de formar grupos debidos a la ausencia de especies más que a la presencia de especies compartidas (Kohlman y Sánchez-Colón, 1984); y finalmente los posibles errores de muestreo.

El resultado de la tabla de contingencias del fenograma de la herpetofauna endémica (Fig. 26) indica que las ramas del fenograma no están distribuidas al azar (Cuadro 15).

El grupo más heterogéneo del fenograma de la herpetofauna endémica de México es el uno, que ocurre en las nueve regiones fisiográficas del país. Los subgrupos del grupo uno cuya distribución está relacionada con alguna de las regiones naturales de West (1971b), dado que tienen valores residuales significativos, son los que están en las tierras áridas y semiáridas del norte del país (regiones 1 y 1') y en la Península de Yucatán (parte de la región 3). Estos datos se utilizaron para delimitar las regiones herpetofaunísticas 1, 4, y 15 de la figura 28.

El grupo dos presenta un patrón significativo de distribución en el sureste de México, que incluye el Istmo de Tehuantepec y las porciones hacia el norte de ambas costas (parte de las regiones 2', 3 y 3'). Esto sirvió de base para diferenciar la región 12 de la figura 28.

La distribución del grupo tres se ubica en la porción este del Eje Volcánico Transversal (parte de la región 2) y se encuentra de forma marginal en la costa del Golfo de México, el valor residual significativo en la región 2 sirvió para diferenciar la región 9 de la figura 28. El cuarto grupo del fenograma de la herpetofauna endémica tiene amplia

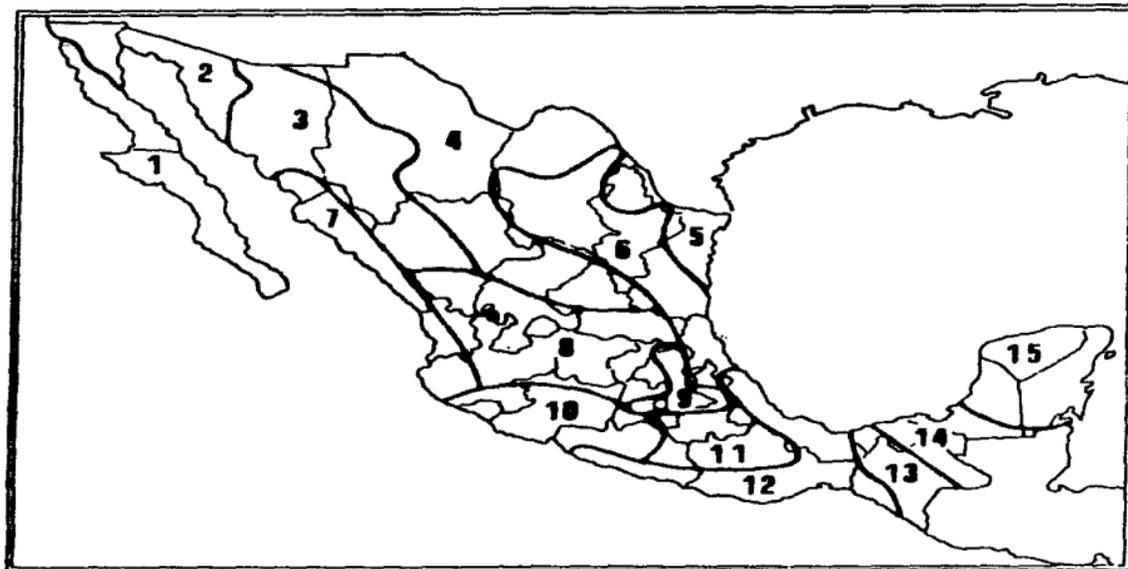


FIGURA 28. Regiones herpetofaunísticas propuestas en este trabajo con base en los resultados del análisis de clasificación. Ver texto de la página 91 para más detalles. Las regiones herpetofaunísticas son: 1) Península de Baja California; 2) oeste de Sonora y extremo norte de Baja California; 3) partes norte y centro de la Sierra Madre Occidental; 4) norte de la Altiplanicie Mexicana; 5) centro norte de Tamaulipas; 6) Sierra Madre Oriental y sur de Coahuila; 7) costa del Pacífico; 8) extremo oeste del Eje Neovolcánico y sur del Altiplano Mexicano; 9) extremo este del Eje Neovolcánico; 10) centro de la costa del Pacífico, extremo oeste de la Cuenca del Balsas y extremo oeste de la Sierra Madre del Sur; 11) tierras altas del centro de México, extremo este de la Sierra Madre del Sur y tierras altas del norte de Oaxaca; 12) sur de la costa del Pacífico, y de la Planicie Costera del Golfo de México, incluyendo el Istmo de Tehuantepec; 13) tierras altas de Chiapas, Depresión Central y tierras adyacentes hacia el norte; 14) base de la Península de Yucatán y noreste de Chiapas; y 15) porción centro-norte de la Península de Yucatán.

significativo está en distribución (sólo está ausente de las regiones 2' y 3), aunque el único valor residual del Eje Neovolcánico. En las demás regiones se distribuye marginalmente o sus valores residuales no son significativos. Con base en lo anterior se diferenció la región 8 de la figura 28.

El grupo cinco está distribuido en una pequeña porción de la Planicie de la Costa del Pacífico, en la Cuenca del Balsas y en la porción sur del Eje Neovolcánico. Los dos valores residuales significativos (Cuadro 15), corresponden al oeste y centro del Eje Neovolcánico y parte de la Sierra Madre del Sur, y el segundo está ubicado principalmente en la Cuenca del Balsas. Con base en este resultado se diferenció la región 10 de la figura 28.

Finalmente, el grupo seis del fenograma de la herpetofauna está bien representado en el norte de las tierras bajas de la costa del Pacífico sin entrar a la Cuenca del Balsas. También tiene algunos representantes en el sur de la Sierra Madre Occidental, como continuación de su distribución en la costa del Pacífico. Este grupo se encuentra de forma marginal en las tierras altas del centro de México, sur de Sonora y norte de Sinaloa. Los valores residuales significativos en las regiones 3' y 4 sirvieron para diferenciar la región 7 de la figura 28.

PROVINCIAS BIOTICAS Y ANALISIS DE CLASIFICACION

Con base en los resultados del análisis de clasificación, se hizo una regionalización generalizada de México con los siguientes criterios: 1) se tomaron en cuenta las regiones resultado del análisis de clasificación; 2) se hicieron particiones arbitrarias subsecuentes del grupo más heterogéneo de los fenogramas, considerando áreas que quedaron aisladas dentro del mismo grupo y que presentaron números residuales significativos (ver Fig. 27); 3) la ausencia de especies endémicas en grandes regiones; y 4) regionalizaciones propuestas por otros autores como: Dice (1939), Smith (1941), Goldman y Moore (1946) y Alvarez y Lachica (1974). Como resultado se delimitaron 15 regiones herpetofaunísticas en el país (Fig. 28).

Las regiones herpetofaunísticas son: 1) Península de Baja California, que se caracteriza por la presencia de varias especies endémicas de reptiles, pero no tiene anfibios endémicos; 2) oeste de Sonora y extremo norte de Baja California, que equivale a la provincia sonorense y que no posee especies endémicas en México, pero que tiene una mezcla de fauna norteamericana y mesoamericana distinta a la de otros desiertos de Norteamérica (Dice, 1939; Morafka, 1977); 3) partes norte y centro de la Sierra Madre Occidental, que posee algunas especies de herpetozoos endémicos en particular anfibios; 4) norte de la Altiplanicie Mexicana, que se caracteriza por poseer pocas especies endémicas concentradas en la región central de esta región; 5) centro norte de Tamaulipas, caracterizado por la escasez de especies endémicas; 6) Sierra Madre Oriental y sur de Coahuila; 7) costa

Análisis de clasificación

del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta el extremo oeste de Jalisco, que es una zona con alto número de endemismos; 8) extremo oeste del Eje Neovolcánico y sur del Altiplano Mexicano, que es una zona difícil de delimitar por lo complejo de los patrones de distribución en el centro de México; 9) extremo este del Eje Neovolcánico, que es una de las regiones más ricas en endemismos y se distingue fácilmente en el fenograma; 10) centro de la costa del Pacífico, extremo oeste de la Cuenca del Balsas y extremo oeste de la Sierra Madre del Sur, la cual es una de las regiones más heterogéneas del centro de México (posiblemente la mezcla de las tres áreas que comparten esta región se deba a que en un mismo cuadrante hay especies de tierras altas y de tierras bajas); 11) tierras altas del centro de México, extremo este de la Sierra Madre del Sur y tierras altas del norte de Oaxaca, la cual es la tercera zona más compleja del país y difícil de delimitar, aunque tiene un alto número de especies endémicas; 12) sur de la costa del Pacífico, y de la Planicie Costera del Golfo de México, incluyendo el Istmo de Tehuantepec, que une a las tierras bajas del sur del país por su contenido de herpetofauna endémica; 13) tierras altas de Chiapas, Depresión Central y tierras adyacentes hacia el norte, se diferencia por su ausencia de especies endémicas; 14) base de la Península de Yucatán y noreste de Chiapas; y 15) porción centro-norte de la Península de Yucatán, que es una zona bien definida por sus endemismos en el extremo norte, aunque en la base de la Península no hay especies endémicas.

Comparando la regionalización herpetofaunística de este trabajo con las provincias bióticas de Stuart, modificadas por Alvarez y Lachica (1974; Cuadro 16), se observan los siguientes patrones generales y coincidencias. Por lo menos en las regiones 1, 2, 7, 12 y 15 del presente trabajo existe concordancia casi total con el 47% de las provincias bióticas (regiones 6, 7, 8, 9, 11, 13 y 15) de Stuart (Cuadro 16). En el 53% restante de los casos se pueden observar varias diferencias, debido principalmente a que los límites de algunas de las provincias bióticas de Stuart, coinciden con los límites de regiones fisiográficas. Lo cual no es el caso para las provincias herpetofaunísticas del presente estudio.

En un análisis previo Kohlmann y Sánchez-Colón (1984) se distinguieron 11 regiones en México, diferenciables al combinar el resultado del análisis de cúmulos y un análisis de isolíneas de distribución del género *Bursera*. Solamente en dos de las 11 regiones coinciden los límites con alguna región identificada con base en la distribución de los anfibios y reptiles endémicos, parte de la región 1 Depresión y partes altas de Chiapas con la región 13 de este estudio, y el sector occidental de la Depresión del Balsas, región 7, con la región 10 de este estudio cuenca del Balsas y centro de la costa del Pacífico (Cuadro 16). También existe concordancia entre las regiones herpetofaunísticas del sureste de México con los patrones de distribución de la herpetofauna Centroamericana de Savage (1966) y, en menor grado, con la revisión de las mismas por Savage (1982).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El objetivo de un estudio de clasificación es establecer patrones generalizables de similitud faunística utilizando una técnica que relacione grandes grupos de datos y no sólo compare regiones por su contenido de especies. El utilizar especies endémicas para este análisis puede parecer sesgado, aunque se puede considerar que es una muestra representativa de la herpetofauna de México pues las especies endémicas representan el 55% de la herpetofauna de México. Al utilizar especies con amplia distribución, haría más complicado el análisis de los resultados y la acumulación de información sería más laboriosa.

Es posible que las especies endémicas, en particular las microendémicas, estén mejor adaptadas a las condiciones locales que especies con amplia distribución y sean mejores indicadoras de ciertas regiones, aunque esto no es fácilmente demostrable. Estudios similares (Hagmeier y Stults, 1964; Hagmeier, 1966, para mamíferos. Bock *et al.*, 1972, para fringílicos (Aves); Kaiser *et al.*, 1972, para aves y mamíferos, y Bock y Smith, 1982, para anfibios) realizados en Norteamérica al norte de México, han utilizado especies sin discriminar entre endémicas y no endémicas. Sin embargo, el número total de especies de cada grupo que ocurre en esa región es menor al de las especies endémicas utilizadas en el presente estudio. En los trabajos mencionados arriba, excepto el de Bock *et al.* (1972), han utilizado mapas de distribución publicados previamente como fuente de información. En el presente estudio, se utilizaron localidades puntuales por cuadrado con la finalidad de omitir los errores provenientes de utilizar mapas de distribución que no toman en cuenta las discontinuidades naturales en la distribución de los organismos (v.gr. altitudinales o de tipos de vegetación) y que tienden a sobreestimar las áreas de distribución de las especies. Una tercera diferencia entre los trabajos mencionados, radica en el tamaño de los cuadrados usados en cada estudio, Hagmeier y Stults (1964) y Hagmeier (1966), utilizaron áreas convertidas a círculos de entre 60 y 300 millas de diámetro; Bock *et al.* (1972) utilizaron cuadrados de cinco grados de latitud y de longitud; Kaiser *et al.* (1972) usaron cuadrados de 322 km²; y Bock y Smith (1982) dividieron Norteamérica, al norte de México en 102 cuadros, sin aclarar cuál fue el tamaño de los cuadrados que utilizaron. En el presente estudio se utilizaron cuadrados de 0.5 grados dividiendo a México en 824 cuadrados de 50 km por lado aproximadamente. Estos cuadrados de 2,500 km², son áreas relativamente grandes, pero divisiones menores complicarían demasiado el manejo de la información debido al tamaño del área bajo estudio. A pesar de las críticas, relacionadas con la poca homogeneidad y falta de información, que se le han hecho a los métodos de utilizar cuadrados para realizar este tipo de análisis (Wake y Lynch, 1976), en la práctica los cuadrados son un método más rápido de acumular información, categorizarla y analizarla que el utilizar solamente localidades puntuales (Bojórquez-Tapia, com. pers.).

Varias ramas del fenograma coinciden con grandes regiones fisiográficas (Cuadro 15). Dado que las ramas del fenograma no se distribuyen al azar, y que en la tabla de contingencias se encontraron valores residuales significativos relacionados con algunas de las

CUADRO 16. Comparación de las regiones herpetofaunísticas con las provincias biogeográficas de Stuart modificadas por Alvarez y Lachica (1974) y con los patrones de distribución del género *Bursera*. Los números que anteceden al nombre de cada provincia son los que se le asignan en la publicación original de la cual fueron tomadas.

| Patrones de dist. de <i>Bursera</i> ¹ | Regiones herpetofaunísticas | Provincias biogeográficas |
|---|---|---|
| 4. Noreste (parte) y 11 Del Cabo | 1. Baja California | 7. Californiana y 8 San Lucana |
| 4. Noreste (parte) | 2. Oeste de Sonora | 6. Sonorense |
| 4. Noreste (parte), 1. Altiplano Mexicano (en parte) y 6. Area Occidente (en parte) | 3. Norte y Centro de la Sierra Madre Oriental | 1. Sierra Madre Oriental (parte) |
| No señalan región | 4. Norte del Altiplano Mexicano | 4. Chihuahua-Zacatecas (parte) |
| No señalan región | 5. Centro-norte de Tamaulipas | 12. Tamaulipeca (en parte) |
| Costa del Atlántico (en parte) | 6. Sierra Madre Oriental y Sur de Coahuila | 2. Sierra Madre Oriental (parte), 4. Chihuahua-Zacatecas (en parte) y 12. Tamaulipeca (parte) |
| 4. Noreste (parte) y 2. Costa del Pacifico (parte) | 7. Costa del Pacifico | 9. Sinaloense y 10. Nayarit Guerrero (en parte) |

¹ de Kohlmann y Sánchez-Colón (1984)

CUADRO 16 (continuación)

| | | |
|--|--|---|
| 6. Área Occidente y 1. Altiplano Mexicano (parte) | 8. Sur del Altiplano de México y Oeste del Eje Neovolcánico | 5. Volcánica Transversal (parte) y 4. Chihuahua-Zacatecas (parte) |
| 1. Altiplano Mexicano (parte) | 9. Este del Eje Neovolcánico | 5. Volcánica Transversal (parte) |
| 7. Sector Occidental de la Depresión del Balsas y 2. Costa del Pacífico (parte) | 10. Centro de la costa del Pacífico cuenca del Balsas | 16. Nayarit-Guerrero y 3. Sierra Madre del Sur (parte) |
| 5. Sector Oriental de la Cuenca del Balsas y parte alta de la Cuenca del Papaloapan (incluye regiones 9 y 8) (parte) | 11. Tierras altas del centro de México, Sierra Madre del Sur y tierras altas del norte de Oaxaca | 5. Volcánica Transversal (parte) y 3. Sierra Madre del Sur (parte) |
| 2. Costa del Pacífico (parte), 3. Costa del Atlántico y 5. Sector Oriental de la Depresión del Balsas y Papaloapan | 12. Planicie costera del Golfo, Istmo de Tehuantepec, sur de la costa del Pacífico | 11. Tehuantepec (parte), 13. Veracruzana (parte) |
| 1. Depresión y partes altas de Chiapas, 3. Costa del Atlántico (parte) | 13. Tierras altas de Chiapas y Depresión Central y tierras adyacentes al norte | 11. Tehuantepec (parte), 14. Petén (parte), 16. Altiplano Chiapas-Guatemala (parte) y 17. Pacífico México-Nicaragua |
| 3. Costa del Atlántico (parte) | 14. Base de la Península de Yucatán y noreste de Chiapas | 14. Petén |
| 3. Costa del Atlántico (parte) | 15. Porción centro-norte de la Península de Yucatán | 14. Petén y 15. Yucatán |

Análisis de clasificación

regiones naturales de West (1971b), se podría concluir que la formación de los grupos del fenograma está influida por la topografía y los cambios en las condiciones bióticas y abióticas derivadas de la topografía. Al respecto se ha sugerido, por ejemplo; que la temperatura y la humedad son los principales factores que determinan la distribución de la herpetofauna en Centroamérica (Duellman, 1966). Stuart (1950 y 1954) concluyó que la vegetación influencia la distribución de la herpetofauna de algunas regiones de Guatemala. Heyer (1967) llegó a resultados similares en Costa Rica y Webb (1984) en la Sierra Madre Occidental; Brown y Alcalá (1961), concluyeron que la vegetación y la altura limitan la distribución de las especies de anfibios y reptiles de las Filipinas; Duellman (1965), concluyó que la distribución de la herpetofauna del estado de Michoacán está determinado por la fisiografía; Martin (1958) concluyó que el clima y la vegetación son los determinantes de la distribución de la herpetofauna en la región de Gómez Farías en Tamaulipas.

No en todos los casos hay una exacta coincidencia de las ramas del fenograma con regiones fisiográficas, las principales excepciones son: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, que parecen ser zonas heterogéneas que incluyen más de un patrón de distribución herpetofaunístico y que con la información disponible son difíciles de evaluar. Estas dos zonas forman parte de la región 2 de West y son las que poseen el mayor número de especies endémicas. La heterogeneidad del Eje Neovolcánico en particular fue remarcada anteriormente por medio del estudio de aves (Moore, 1945) y de mamíferos (Fa, 1989). Morafka (1977), también reconoció la heterogeneidad del Eje Neovolcánico como provincia biótica. Aunque esta heterogeneidad pudiera deberse al tamaño de los cuadrantes (ver más arriba), o a la topografía accidentada de esta región.

Al parecer los reptiles tienen mayor influencia en los patrones de distribución de la herpetofauna; ya que aunque no se mostraron en este capítulo los resultados de los análisis de anfibios y reptiles por separado, los patrones de distribución de los reptiles fueron muy parecidos a los de la herpetofauna. Los reptiles están mejor representados, más ampliamente distribuidos y son más abundantes que los anfibios. Por ejemplo, la proporción global del número de especies endémicas de reptiles de México con relación a las de anfibios es de 2.1, mientras que por cuadrados es de 3.1 para cuadrados con más de 10 especies endémicas de reptiles y de 3.0 para cuadrados con 6 a 10 especies endémicas de reptiles (ver Capítulo 4).

Algunas regiones no son diferenciables en las divisiones hechas con el análisis de clasificación. Probablemente, estas regiones pudieran distinguirse más claramente con subdivisiones subsecuentes de la distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles que forman parte del grupo más heterogéneo (grupo 1). Estas regiones son: 1) el centro-norte de la Península de Yucatán; 2) la Península de Baja California; 3) la parte centro sur de la Altiplanicie Mexicana; 4) el extremo norte de la Sierra Madre Occidental y tierras adyacentes; 5) el sur de Tamaulipas y el norte de Veracruz; 6) y las tierras altas del norte del estado de Chiapas.

La coincidencia de las regiones herpetofaunísticas de la figura 33 con algunas de las provincias bióticas de Stuart es importante (Cuadro 16). Regiones en donde no existe coincidencia evidente son regiones muy complejas que requieren de estudio detallado, como el caso del Eje Volcánico Transversal. Posiblemente, esta misma heterogeneidad se puede hacer extensiva a la Sierra Madre del Sur y la porción sur de la costa del Pacífico (que es parte de la provincia Nayarit-Guerrero de Stuart) y la provincia Veracruzana, que de acuerdo con Morafka (1977), está pobremente definida. Los resultados del presente análisis no concuerdan por completo con los límites geográficos de esta provincia definidos por Stuart. La provincia de la Sierra Madre Oriental tampoco coincide con las regiones herpetofaunísticas de este trabajo. Morafka (1977) menciona que esta provincia es muy compleja, aunque en el presente análisis, esta región tiene límites más amplios (región 6 Fig. 28). La Sierra Madre Occidental tampoco queda bien definida como una provincia homogénea con base en los resultados del presente análisis. Morafka (1977) también reconoce que esta provincia está definida artificialmente. Existe poca coincidencia entre la provincia del desierto de Chihuahua de Morafka (1977) y la provincia Chihuahua-Zacatecas de Stuart (ver mapa en Alvarez y Lachica, 1974) con la región del Noroeste del Altiplano de México de este trabajo (región 4 Fig. 28).

Las diferencias encontradas entre las regiones herpetofaunísticas de este trabajo y las provincias bióticas de Stuart, posiblemente se deben a que en la clasificación de Stuart se incluyeron varias zonas por su topografía, sin considerar la heterogeneidad que pueden tener sus comunidades. Esto es evidente en la partición del Eje Neovolcánico en más de una región herpetofaunística.

Las diferencias entre los resultados de este trabajo y los del trabajo de Kohlmann y Sánchez-Colón (1984) posiblemente se derivan de que el género *Bursera* no está distribuido en todo el país, estando ausente en una gran extensión del norte de México (Toledo-Manzur, 1982) y no llega más arriba de 2,300 m.s.n.m. (M. A. Soto, com. pers.). No hay registros de esta planta en parte de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, la Altiplanicie de México, y parte de la provincia Tamaulipeca. Estas son las regiones en donde se observa menos concordancia entre la distribución de *Bursera* y la de la herpetofauna de México.

El concepto de provincias bióticas se sigue utilizando para diferenciar asociaciones de organismos en regiones determinadas (Morafka, 1977; Kohlmann y Sánchez-Colón, 1984; Flynn, 1986) o para evaluar la riqueza de endemismos (Escalante-Pliego *et al.*, 1991). Aunque no están bien definidas las características que debe tener una provincia biótica y éstas son controvertibles (ver discusión en Peters, 1955; Smith, 1960; Huheey, 1965; Udvardy, 1969 y Horton, 1973), por lo menos hay cierto consenso en que una provincia biótica debe de tener los siguientes requisitos: 1) poseer límites geográficos más o menos bien definidos y contínuos; 2) poseer taxa endémicos; 3) poseer taxa cuyos límites de distribución caen más o menos dentro de los de la provincia (Vestal, 1914; Peters, 1955; Moore, 1961, citado en

Análisis de clasificación

Horton 1973; Alvarez y Lachica, 1974). El concepto de provincia biótica no se debe confundir con el de centro de endemismo, aunque uno de los criterios que se ha usado para definir provincias bióticas sea la presencia de especies endémicas. Los centros de endemismo deben ser definidos con criterios históricos, aunque para identificarlos se necesite contar las especies endémicas en zonas geográficas. La provincia biótica es más bien una unidad estadística u operativa, que sirve para regionalizar comunidades en el presente, su valor como un concepto en biogeografía histórica es discutible (ver más adelante). La provincia biótica debe diferenciarse de el concepto de bioma que es más general. Vestal (1914) acuñó el término de provincia biótica pero con una connotación más ecológica que estadística, la concepción de Vestal de la provincia biótica se acerca más al bioma que a lo que actualmente entendemos como provincia biótica.

Estudios cuantitativos llevados a cabo con diversos grupos de organismos por diferentes autores (Hagmeier y Stults, 1964; Hagmeier, 1966; Kikkawa y Pearse, 1969; Bock y Smith, 1982) obtuvieron resultados de regionalización muy similares entre sí y con estudios previos sobre provincias bióticas. Udvardy (1969) demostró que las áreas de distribución no ocurren de manera azarosa y que los patrones de distribución de las especies se deben a factores que han afectado a la mayoría de las especies por igual. La coincidencia de agrupamiento de las áreas por métodos multivariados y por métodos intuitivos es interesante. Las diferencias en los resultados obtenidos son pocas y se pueden deber a características particulares de los grupos analizados y/o a las cualidades divisivas del programa de clasificación utilizado.

En el presente estudio se utilizó una técnica cuantitativa de análisis que tiene la cualidad de utilizar especies indicadoras de patrones generales de distribución, en comparación con otras técnicas que utilizan similitud total (v. gr. Hagmeier y Stults, 1964; Hagmeier, 1966; Kikkawa y Pearse, 1969; Kaiser *et al.*, 1972; Bock y Smith, 1982). Aunque la técnica usada en este estudio puede tener problemas relacionados con la formación de grupos, debido básicamente a que se corre el riesgo de que se formen grupos espúreos por la existencia de áreas con pocas especies; y a que se pueden formar áreas disímboles en el mismo subconjunto, producto de la ausencia de especies y no la presencia (Kohlmann y Sánchez-Colón, 1984), permite identificar áreas de similitud faunística parecidas a las identificadas por métodos de similitud total o los métodos intuitivos, como las provincias de Smith, 1941; Goldman y Moore, 1946; y Stuart, 1971. Alvarez y Lachica (1974) ya han sugerido la necesidad de definir provincias bióticas de México con base en análisis estadísticos de las asociaciones biológicas.

A pesar de las similitudes en los resultados de regionalización por medio de análisis con métodos multivariados y por métodos intuitivos, se recomienda utilizar los análisis de clasificación o técnicas similares dado que las divisiones de un fenograma tienen la ventaja de poder ser probadas estadísticamente. Hay que reconocer las limitaciones del programa que se utilice para regionalizar, el costo en tiempo de computadora (si el análisis se tiene que hacer

en una computadora que no sea personal), el costo y tiempo para acumular la información necesaria para cada análisis. Los métodos intuitivos se basan en la experiencia personal del clasificador y no son fácilmente reproducibles (Udvardy, 1969).

Se ha demostrado que existe una alta correlación de los patrones de regionalización con características climáticas y de vegetación (Crowe y Crowe, 1982; Kaiser *et al.*, 1972), aunque no toda la variación está explicada por estos factores. Crowe y Crowe (1982) sugieren que alrededor del 70% de la variación en la diversidad de aves en el África se debe a la vegetación y al clima, mientras que el resto de la variación puede explicarse por factores históricos. Udvardy (1969), Horton (1973), y Brown y Gibson (1983) también concluyen que el número y naturaleza de las subregiones faunísticas es el resultado de factores históricos que han afectado los procesos de especiación dentro de esas regiones (Udvardy, 1969). Si se toma como válida la premisa de que los biota tienen historias biogeográficas compartidas, lo cual ha sido sugerido desde los tiempos de Wallace (Udvardy, 1969), las relaciones de similitud total posiblemente reflejan patrones históricos, como ya fue sugerido por Crowe y Crowe (1982).

En algunos estudios cuantitativos (Bock *et al.*, 1981; Bock y Smith, 1982), ciertos resultados coinciden con patrones históricos de las faunas. Por ejemplo, si las divisiones en un fenograma no son al azar y parte de la variación en los patrones faunísticos puede ser explicada por patrones históricos, entonces, un alto porcentaje de las divisiones en un fenograma coincidirán con patrones históricos claros. De resultar cierto que todas o varias de las subdivisiones en un fenograma son el reflejo de patrones históricos, existe un potencial para el estudio de esta rama del análisis numérico y sus aplicaciones a la biogeografía histórica. Por ejemplo; se han explicado las rutas de dispersión y los orígenes de faunas locales con base en resultados derivados de análisis cuantitativos, aplicando dos métodos: índices de similitud (v. gr. Simpson, 1964; Murphy, 1983) o métodos estadísticos multivariados (v. gr. Hagmeier y Stults, 1964; Kikawa y Pearse, 1969; Crowe y Crowe, 1982; Kohlmann y Sánchez-Colón, 1984; Del Castillo, 1988). Actualmente se están desarrollando técnicas más cuantitativas para el análisis de áreas en biogeografía histórica bajo las corrientes de la Biogeografía de la Vicarianza (v. gr. Mickevich, 1981; Simberloff, 1987; Page, 1988, 1989a y 1989b) y de la Panbiogeografía (v. gr. Craw, 1988b; Page, 1987), escuelas que dan menor importancia a la dispersión para explicar patrones históricos y a las relaciones de similitud numérica. En el futuro será muy interesante comparar los resultados obtenidos por estas tres escuelas.

Los métodos numéricos clasificatorios han sido muy criticados, pero son útiles para generar hipótesis de trabajo sobre las posibles causas de los patrones de distribución (Crowe y Crowe, 1982; Hengeveld, 1990). Sin embargo, su utilidad en la explicación de patrones históricos tendrá que ser plenamente demostrada, comprobando que las divisiones en un fenograma reflejan eventos históricos y que éstas no son producto de la coincidencia. Mientras ésto no quede plenamente demostrado, la utilidad de los métodos cuantitativos de

Análisis de clasificación

regionalización para explicar patrones históricos está en tela de juicio. Otro elemento en contra del empleo de métodos de análisis cuantitativo en biogeografía histórica, es el que los métodos clasificatorios tienden a formar grupos artificiales y no necesariamente naturales (Zavala-Hurtado, 1986), como se pretende hacer en taxonomía y biogeografía de la vicarianza. A pesar de ello, los análisis cuantitativos de regionalización pueden ser útiles para revelar patrones de asociación y similitud por composición de los biota analizados y para buscar similitudes al nivel de comunidad; el uso de estos métodos está muy difundido en ecología de comunidades vegetales (Ezcurra y Equihua, 1984; Zavala-Hurtado, 1986).

CAPITULO 3

EXPLICACION HISTORICA DEL ORIGEN DE LA HERPETOFAUNA DE MEXICO

INTRODUCCION

Varios autores han tratado de explicar el origen espacio-temporal de la herpetofauna de México. Gadow (1905), con un punto de vista basado en la biogeografía de la dispersión, hizo un análisis del posible origen de la biota de México incorporando evidencias geológicas. Este trabajo tiene el valor de ser quizá el primero en tratar de explicar el origen de la fauna de México. Smith (1949) propuso que la herpetofauna de México se originó con la llegada de tres horofaunas reconocidas anteriormente por otros autores para otros taxa (Dunn, 1931 y Schmidt, 1946 para anfibios y reptiles y Mayr, 1946, para aves, citados por Smith, 1949). Estas horofaunas serían la Antigua Norteña, la Sudamericana y la Norteamericana.

Savage (1960) explicó el origen de la herpetofauna del norte de México a través de su asociación con tres floras terciarias: una Herpetofauna Neotropical asociada a una Geoflora Neotropical Terciaria; elementos norteños antiguos de la herpetofauna asociados a una Geoflora Arcto-Terciaria y elementos norteños recientes asociados a una Geoflora Madro-Terciaria. El mismo Savage (1966) explicó que las unidades históricas de la herpetofauna mesoamericana son cuatro: un elemento Sudamericano, un elemento Norteño Antiguo, un elemento Mesoamericano y un elemento Norteño Reciente. Halffter (1964) hizo un excelente resumen de los trabajos biogeográficos de la fauna de vertebrados de México y comparó la distribución de éstos con la de la entomofauna, concluyendo que el origen de ambas faunas no es el mismo.

Los trabajos de Smith (1949) y Savage (1960 y 1966) se basaron en teorías esencialmente dispersionistas. Savage (1982) hizo un resumen actualizado acerca del origen de la herpetofauna de Mesoamérica, con base en los cuatro elementos biogeográficos mencionados en su artículo de 1966. Savage postuló que la herpetofauna de Centroamérica y parte del sur y sureste de México, está compuesta históricamente de cuatro unidades faunísticas que se describen a continuación:

- 1) un elemento Norteño Antiguo, constituido por grupos que se derivan de linajes extratropicales, cuya distribución a principios del Terciario era más o menos continua y circumpolar. Posteriormente, estos linajes extendieron su área de distribución hacia el sur, fragmentándose en varios componentes disyuntos como consecuencia de la disminución de la temperatura, incremento en la aridez y la formación de montañas a finales del Cenozoico. Algunos ejemplos de esta fauna son las familias: Rhinophrynidae, Xantusiidae y Dermatemydidae.
- 2) Un elemento Sudamericano derivado de una biota tropical americana que evolucionó *in situ* y aisladamente durante la mayor parte del Cenozoico. Algunos ejemplos de este elemento son: algunos géneros de leptodactílidos, como *Leptodactylus* y *Physalaemus*, y algunas especies del género *Micrurus*.

Origen de la herpetofauna

3) Un elemento Mesoamericano que se caracteriza por estar compuesto por grupos tropicales americanos que estuvieron aislados en la parte tropical de Norteamérica y Centroamérica durante la mayor parte del Cenozoico. Esta fauna se desarrolló *in situ* hacia finales del Cenozoico. Algunos ejemplos de esta fauna son los géneros de anfibios *Dermophis*, *Tomodactylus* y *Psychohyla*, y entre los reptiles los géneros: *Basiliscus*, *Ungaliophis* e *Imantodes*.

4) Finalmente el elemento Tropical Reciente, que se caracteriza por fauna derivada de una biota tropical americana de principios del Terciario, representa una diferenciación del Elemento Mesoamericano en condiciones xéricas extratropicales. Son característicos de este elemento los géneros de lagartijas *Phrynosoma*, *Sceloporus* y *Cnemidophorus*.

Los otros componentes de la herpetofauna de México posiblemente están asociados a lo que Savage (1960) llamó complejos, reconociéndolos como subdivisiones del elemento Norteño Antiguo. Estos complejos son el Americano del Este, el Americano del Oeste y el Americano del Sureste. Algunos ejemplos de los géneros del elemento Norteño Antiguo son: *Ambystoma*, *Acris* y *Chrysemys* (ver Morafka, 1977, para más detalles).

OBJETIVO

Plantear una hipótesis verificable del origen espacio-temporal de la herpetofauna de México y Centroamérica con base en la biogeografía narrativa de otros autores, y ponerla a prueba empleando el análisis de simplicidad biogeográfica, derivado de la biogeografía de la vicarianza.

ANTECEDENTES METODOLOGICOS

Actualmente, la biogeografía está pasando por una etapa de efervescencia conceptual y metodológica que está revolucionando la forma de ver la evolución de la geografía y de los biota que la habitan. La principal característica de esta revolución metodológica es el que se están desarrollando formas de análisis biogeográfico más rigurosas a la luz del marco conceptual de una nueva corriente de pensamiento, la biogeografía de la vicarianza (o vicariancia). El origen de esta teoría es la conjunción de la metodología de análisis taxonómico conocida como sistemática filogenética de Willi Hennig y la panbiogeografía de León Croizat (Humphries *et al.*, 1988, Crisci y Morrone, 1990).

La biogeografía de la vicarianza ha contrastado con la biogeografía clásica o dispersionista que ha sido la corriente dominante desde los tiempos de Darwin y Wallace, hasta por lo menos hace 15 años. El paradigma principal de la vicarianza es el hecho de considerar que los biota y la geografía evolucionan en conjunto (este postulado está basado en

las concepciones de León Croizat, fundador del método panbiogeográfico. Croizat *et al.*, 1974) y por lo tanto las relaciones entre las áreas de endemismo deberán mostrar un patrón coherente para los biota en su conjunto. De acuerdo con Wiley (1981), la metodología de la biogeografía de la vicarianza, primero se hace preguntas referentes a patrones comunes de distribución antes de buscar los factores causales de éstos. Se estudian grupos cuya monofilia sea demostrable, atendiendo a un análisis filogenético, expresado a través de un cladograma del grupo. Después se examinan las áreas geográficas habitadas por los taxa del grupo bajo estudio y se intenta encontrar congruencia entre la hipótesis filogenética del grupo y las áreas geográficas que sus elementos ocupan por medio de un cladograma de área. Por lo tanto, se puede decir que para los biogeógrafos vicariancistas, la causa de la distribución actual de los organismos son los cambios en la geografía y ecología, dejando de lado varios de los conceptos de la biogeografía de la dispersión, tales como centros de origen, dispersión azarosa a grandes distancias y colonizadores dominantes (Llorente y Espinosa, 1991). Con base en los fundamentos de la biogeografía de la dispersión, no existe tal relación, pues cada grupo tiene un centro de origen diferente, medios de dispersión propios y rutas de dispersión diferentes (Nelson y Platnick, 1984). Por lo tanto, cada grupo zoológico o botánico tiene su propia biogeografía. Para los biogeógrafos dispersionistas, la dispersión es la causa primaria que explica la distribución actual de los biota.

Durante la corta evolución de la biogeografía de la vicarianza, se han propuesto varios métodos de análisis de áreas que, de acuerdo con Wiley (1988), se pueden resumir en tres, en el orden cronológico en el que fueron propuestos: 1. métodos de reducción de cladogramas de áreas o búsqueda de áreas ancestrales (Rosen 1978, Wiley, 1980); 2. métodos de consenso (análisis de componentes; Nelson y Platnick, 1981) y 3. métodos de simplicidad (Zandee y Ross, 1987). El primero grupo de métodos ha caído en desuso, pero los otros dos son utilizados ampliamente por biogeógrafos, e incluso existe un algoritmo para analizar grandes grupos de datos: el programa COMPONENT de Page (1989a). Para estudiar las interrelaciones de las áreas de endemismo, el análisis de componentes y la simplicidad pueden recurrir a las siguientes tres suposiciones:

Suposición 0 (Fig. 29 a). Supone que taxa que comparten el mismo estado de carácter deben ser monofiléticos o sea que taxa que comparten la misma área, éstas deben ser monofiléticas. En otras palabras, el taxón 1 que habita dos áreas geográficas (Asia y África), si se descubre con el tiempo que este taxón constituye diferentes especies, éstas deben ser monofiléticas, por lo tanto la relación entre las áreas que habitan es monofilética.

Suposición 1 (Fig. 29 a-c). Supone que lo que es verdadero en una ocurrencia de un taxón ampliamente distribuido es verdadero en las otras ocurrencias de ese mismo taxón. Si el taxón 1, distribuido en dos localidades (Asia y África), en una es descrito como especie diferente, la relación entre estas dos especies con otras en un mismo clado (por ejemplo taxón 2 y 3) puede ser la misma y por extensión se aplica a sus áreas de distribución. Ya sea

Origen de la herpetofauna

que Asia esté más cercanamente relacionada con Sudamérica y Australia, o que Africa esté más cercanamente relacionada con Sudamérica y Australia.

Suposición 2 (Fig. 29 a-g). Supone que lo que es verdadero en una ocurrencia de un taxón ampliamente distribuido no necesariamente es verdadero en las otras ocurrencias de ese mismo taxón. En otras palabras si Sudamérica y Australia están más cercanamente relacionadas entre sí y a la vez están más cercanamente relacionadas con Africa, no necesariamente están más cercanamente relacionadas con Asia o viceversa.

Existe cierta controversia acerca de cuál es el método más adecuado y más simple para el análisis de la relación entre las áreas de endemismo (ver Cracraft, 1988; Page, 1988, 1989b; Wiley, 1988; Brooks, 1990). Sin embargo parece ser que el análisis de Simplicidad Biogeográfica está tomando mucho auge recientemente (Wiley, 1988; Brooks, 1990; Brooks y McLennan, 1991).

MÉTODOS

En este capítulo se utilizan los criterios propuestos por Savage (1960, 1966 y 1982), en relación con las unidades históricas de la herpetofauna con algunos cambios hechos por el autor.

Se generó una hipótesis para explicar la evolución de las áreas de endemismo en México y Centroamérica y se presenta en forma de cladograma generalizado de área (Fig. 30). Este cladograma se elaboró siguiendo la recomendación de Brooks (1990) de construir un cladograma de área basándose en los eventos geológicos y ecológicos que pudieron haber fragmentado la fauna de una región. Se propone esta hipótesis (Fig. 30) como esquema de trabajo y de síntesis con la finalidad de empezar a ordenar hechos e ideas relacionados con la historia biogeográfica de México. Esta hipótesis está basada principalmente en los eventos vicariantes que proponen Savage (1982) y Morafka (1977), reinterpretando los planteamientos generales de estos autores con las evidencias que aportan otros trabajos y algunos de los análisis cladísticos publicados recientemente (un primer intento por resumir esta información se encuentra en Flores-Villela, 1991). Para probar la validez de esta hipótesis, se hizo un análisis de Simplicidad Biogeográfica, utilizando el programa COMPONENT, versión 1.5 de Page (1989a). Este es un algoritmo que permite hacer cladogramas de área cuando se dispone de cladogramas de las relaciones taxonómicas de un grupo determinado y se han definido las áreas de endemismo que habitan. Se hicieron cladogramas de área utilizando la suposición 0 de Zandee y Ross (1987). Con los resultados derivados de este análisis se hicieron matrices binarias para transformar los datos para ser utilizados por el programa de análisis cladístico que utiliza el método de simplicidad de Wagner (Wagner parsimony analysis) Hennig'86 de Farris (1988) y compararlo con el cladograma de área derivado de la biogeografía narrativa mencionada antes. Las áreas faltantes se codificaron de forma neutral

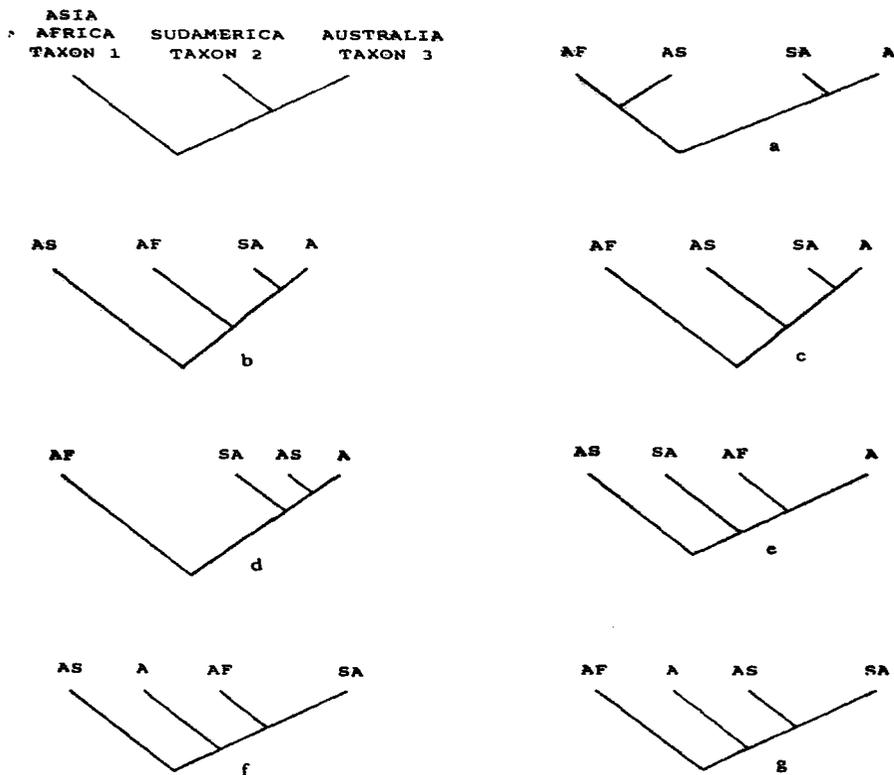


Figura 29. Representación gráfica de las suposiciones biogeográficas. Ver texto para su explicación (pags. 75-76).

Origen de la herpetofauna

"?" (Wiley, 1988, Brooks, 1990, ver Crisci *et al.*, 1991 para un ejemplo concreto). Al cladograma resultante, utilizando la simplicidad de Wagner, se le aplicaron los índices de consistencia (que es una proporción entre el número mínimo de cambios esperados en un cladograma contra el número de cambios observados) y de retención (que resulta de la interacción entre la matriz de datos y la topología del árbol y que en cierta forma mide la información redundante en el árbol u homoplasia, Farris, 1989) para cuantificar la robustez del resultado.

Los cladogramas de relaciones taxonómicas que se utilizaron para comprobar la validez del cladograma hipotético son los siguientes: Kohlmann y Halfiter (1988), de escarabajos del género *Ateuchus*; Hillis *et al.* (1983), para ranas del grupo Pipiens; Hillis y De Sá (1988), para ranas del grupo Palmipes; Bezy y Sites (1987), para lagartijas de la familia Xantusiidae; Good (1988), para los géneros de lagartijas *Mesaspis*, *Burtisia* y *Abronia* de la subfamilia Gerrhonotinae de la familia Anguillidae; y Lang (1989), para lagartijas de la familia Corytophanidae. En los trabajos mencionados anteriormente se utilizaron solamente los cladogramas que no tenían politomías, excepto los de Bezy y Sites (1987), Lang (1989), y para el género *Abronia* de Good (1988), que se modificaron ligeramente para hacerlos binarios, debido a que el programa COMPONENT no acepta cladogramas con politomías.

RESULTADOS

EXPLICACION HISTORICA DEL ORIGEN DE LA HERPETOFAUNA

A pesar de que Savage (1982) trata de explicar el origen de la herpetofauna de Mesoamérica en un marco biogeográfico moderno, sus planteamientos son más bien generales debido a la falta de estudios cladísticos (Cadle, 1985). Es necesario el uso de métodos más rigurosos y más información cladística sobre los taxa involucrados para poder confrontar la teoría de Savage (1982) y probar su validez (Cadle, 1985). A pesar de los avances en estudios cladísticos, el conocimiento del origen de la herpetofauna de México todavía se encuentra en un plano esencialmente narrativo.

Es bien sabido que parte de la historia de la biota de México fue influida por la formación del Istmo Centroamericano (Rosen, 1978; Savage, 1982), así como por los cambios climáticos y de vegetación de los últimos miles de años (Duellman, 1960 y 1966; Axelrod, 1975; Johnson, 1989; para una síntesis ver Toledo, 1982).

Savage (1982) propone una secuencia de eventos para explicar el origen de la herpetofauna de Mesoamérica, basándose parcialmente en el modelo geológico propuesto por Rosen (1976). Dicha secuencia es similar a la propuesta por Duellman (1970) para explicar el origen de los hílidos en México y Centroamérica. En 1985 el mismo Rosen revisa varias teorías geológicas del origen de la región centroamericana concluyendo que hay dos grupos de teorías, que si bien son contradictorias en algunos de sus fundamentos, coinciden en la

secuencia de las conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica y en las discontinuidades terrestres entre estas dos masas de tierra. Las teorías geológicas revisadas por Rosen (1985), no contradicen el modelo propuesto por él mismo en 1976, ni el de Savage (1982). La secuencia de hechos que se presenta a continuación, respeta el esquema original de Savage (1982).

Durante el Paleoceno, al existir conexión terrestre entre Norteamérica y Sudamérica, grupos sudamericanos se dispersaron hacia Centroamérica, como por ejemplo los colúbridos Xenodontinos (Cadle, 1985) y varios grupos de insectos (Halffter, 1974). Al desaparecer la conexión terrestre en el Eoceno se desarrolló un proceso de vicarianza entre Centro y Sudamérica, lo que permitió la diferenciación de ambas faunas, como por ejemplo: la diferenciación de los miembros del género *Bufo* de Norte y Centroamérica (Maxon, 1984; Maxon *et al.*, 1981); de los miembros de la familia Hylidae en Norte y Sudamérica (Duellman, 1970; Maxon y Wilson, 1975); de las salamandras de la tribu Bolitoglossini (Wake y Lynch, 1976); y también de la flora de angiospermas (Gentry, 1982). Otros ejemplos citados en Cadle (1985) son: las lagartijas de la familia Teiidae, las tortugas de la familia Testudinidae, los caimanes, los roedores cricétidos y los peces de agua dulce.

Otro fenómeno de dispersión se llevó al cabo posteriormente, permitiendo el establecimiento de grupos nortños en la región del norte-centro de México. Esos grupos, junto con los grupos mesoamericanos presentes, quedaron aislados de los grupos nortños (principalmente del sureste de los Estados Unidos, ver Morafka, 1977 y trabajos citados por este autor) por la formación de montañas y los cambios climáticos ocurridos durante el Eoceno-Plioceno, provocando un segundo proceso de vicarianza. Según Savage (1982), estos grupos evolucionaron juntos el resto del Cenozoico. Algunos de los grupos más importantes son: pletodóntidos, ránidos, anguidos y varios colúbridos. Las tierras áridas de Norteamérica se fraccionaron en los diferentes desiertos que conocemos a la fecha hacia finales del Plioceno, debido a eventos climáticos y orográficos. De acuerdo con Morafka (1977), el antiguo Desierto Mojaviano quedó dividido primero, por las montañas Rocallosas y la Sierra Madre Occidental, y después, por la expansión del Golfo de California, dando como resultado la diferenciación de los desiertos de Chihuahua y de Sonora. Posiblemente, la aparición de la barrera hipotética de San Gorgonio (Murphy, 1983) en esta misma época propició la diferenciación de la fauna de la Península de Baja California de la del Desierto de Sonora, durante el Mioceno-Plioceno.

Las formaciones orográficas del Oligoceno en México y Centroamérica provocaron otros dos fenómenos de vicarianza, que se vieron consumados por la formación del puente entre Centro y Sudamérica en el Plioceno. Con la formación de los sistemas montañosos en Centroamérica se provocó el primer evento vicariante, fragmentando la relativamente homogénea herpetofauna mesoamericana en tres componentes: el de las tierras bajas del este, el de las tierras bajas del oeste y el de las tierras altas (Savage, 1982). Existen evidencias de un evento de vicarianza asociado a las tierras bajas del Pacífico y del Golfo de México, como

Origen de la herpetofauna

por ejemplo: la distribución de algunos herpetozoos tales como *Triprion* (Duellman, 1970), *Enyalosaurus* (Duellman y Duellman, 1959), y *Bothriechis* (*Botrops*, Campbell, 1976). Aunque Lee (1980) arguye que estas disyunciones se debieron a cambios climáticos y de vegetación del Pleistoceno que provocaron el aislamiento de las especies disyuntas en la parte norte de la Península de Yucatán, como ejemplo menciona especies que pertenecen a los géneros: *Triprion*, *Enyalosaurus*, *Eumeces*, *Cnemidophorus* y *Symphymus*.

Según Savage (1982), el segundo evento vicariante es el de las tierras altas. Este componente está constituido por las tierras altas del sur de México (Sierra Madre del Sur y posiblemente parte de las tierras altas del centro de Oaxaca), tierras altas de Guatemala y Chiapas (que alcanzaron su elevación actual durante el Mioceno o principios del Plioceno: Campbell, 1984) y la Sierra de Talamanca surgida entre mediados y principios del Oligoceno, emergiendo completamente en el Mioceno (Kohlmann y Halffter, 1988). Algunos ejemplos de la dicotomía de las tierras altas y bajas se pueden observar en especies del grupo de *Rana paumipes* (Hillis, y de Sá, 1988) y del grupo de *Bufo valliceps* (Blair, 1972). Johnson (1990) refuerza esta afirmación al estudiar la herpetofauna de la Depresión Central de Chiapas.

Al formarse nuevamente la conexión terrestre entre Norteamérica y Sudamérica, se lleva al cabo un tercer fenómeno de dispersión de grupos sudamericanos que invaden Centroamérica, y grupos norteños y mesoamericanos que invaden Sudamérica. Los fenómenos de dispersión e intercambio faunístico entre el norte y el sur de América, están bien establecidos y se documentan con detalle en Stehli y Webb (1985).

En general, hay consenso en la consideración de que han existido dos grandes oleadas de dispersión faunística entre Norteamérica y Sudamérica (incluyendo Centroamérica). Entre los organismos estudiados que han permitido llegar a esta conclusión están por ejemplo los herpetozoos, peces, angiospermas (Savage, 1966 y 1982), los mamíferos (Savage, 1974 y Webb, 1977), los insectos (Halffter, 1974 y Kohlmann y Halffter, 1990) y plantas (Gentry, 1982). En donde no hay acuerdo es en las edades en las que ocurrieron estos eventos de dispersión. Para la herpetofauna, las plantas y los peces hay evidencias que indican que la primera dispersión tuvo lugar en el Cretácico-Paleoceno y la segunda en el Plioceno. Para mamíferos e insectos, se propone que el intercambio comenzó en el Mioceno y culminó en el Plio-Pleistoceno (Savage, 1982 y Kohlmann y Halffter, 1990).

La historia de la distribución de la fauna desde finales del Plioceno y el Pleistoceno se ha visto influida fuertemente por cambios climáticos y de vegetación. Aunque la mayoría de los grupos de la fauna reciente de anfibios y reptiles posiblemente ya se encontraban en la región de Norteamérica, México y Centroamérica, su distribución cambió debido a cambios climáticos y vegetacionales que se detallan a continuación.

Como lo postula Toledo (1982), seguramente las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno afectaron la vegetación de las tierras bajas de la siguientes tres formas: 1) en los ciclos fríos y secos, la vegetación de las tierras bajas se vió dominada por bosques de pino y encino; 2) en los ciclos de clima frío y húmedo, se establecieron comunidades de bosque mesófilo y encino; y 3) en los ciclos de clima cálido y seco, posiblemente dominaron los bosques deciduos y semideciduos.

Las tierras altas del centro de México tienen un mosaico de faunas con diferentes historias biogeográficas. Estas tierras han estado aisladas de la mesa central y del sur de los Estados Unidos por el incremento de la aridez y las bajas temperaturas, por lo menos desde mediados del Terciario (Axelrod, 1975; Rosen, 1978; Morafka, 1977). Es posible que las fluctuaciones climáticas hayan provocado numerosos eventos de extinción y aislamiento, como en las tortugas de los géneros *Terrapene* y *Chelydra* citados por Milstead (1967) y Van Devender y Tessman (1975). Morafka (1977) refuerza este hecho mencionando que varios elementos tropicales antiguos se extinguieron, dando lugar a la herpetofauna norteamericana moderna. Los eventos de extinción pueden ser los responsables de la baja cantidad de endemismos y de las distribuciones disyuntas de varios taxa del noreste de México. Lo más probable es que los pocos endemismos en esta zona sean paleoendemismos tales como *Trionyx*, *Coleonyx* y posiblemente *Gopherus* y *Uma*. En los dos últimos géneros se ha establecido un aislamiento entre sus especies en el norte de México y sur de los Estados Unidos, desde hace más o menos cinco millones de años comenzando a mediados del Plioceno (Lamb *et al.*, 1989; Adest, 1977, respectivamente), coincidiendo con el incremento en la desertificación de esa zona. No todos los autores coinciden en cuál es el origen de la separación de las especies de tortugas del género *Gopherus* y la desertificación mencionada arriba (ver Lamb *et al.*, 1989, para una discusión al respecto). Las tres subespecies de tortugas pintas (*Trachemys scripta*) del norte de México están más estrechamente relacionadas entre sí que con otras subespecies de este complejo y aparentemente han evolucionado de forma aislada en el desierto de Chihuahua (Legler, 1990). Morafka (1977) ha señalado el hecho de que el desierto de Chihuahua, en particular la subprovincia de Mapimí es rica en paleoendemismos. La distribución actual de muchos grupos apoya la idea de la separación norte-sur (de la parte Norte de México-sur de Estados Unidos y las tierras altas y bajas del centro de México); como por ejemplo, las ranas del complejo *pipiens* (Hillis *et al.*, 1983); las salamandras de la familia Plethodontidae (Hendrickson, 1986; Wake, 1987; Wake y Lynch, 1976); los géneros de xantúsidos, *Xantusia* y *Klauberina* en el norte y *Lepidophyma* en el sur (Crother *et al.*, 1986; Bezy y Sites, 1987 y Sites *et al.*, 1986); las especies de *Phrynosoma* (Montanucci, 1987); y la separación de las especies de *Elgaria* (Grismer, 1988; Good, 1988). Martin y Harrel (1957) presentan evidencias de la separación norte-sur de la biota de zonas montañosas dando numerosos ejemplos.

El aislamiento de las tierras altas del sur de México se debe a la formación del Istmo de Tehuantepec, que parece haber actuado como barrera y corredor en diferentes épocas del Cenozoico (Duellman, 1960, 1966; Savage, 1966; Stuart, 1966; Halffter, 1978; Reyes

Origen de la herpetofauna

Castillo y Halffter, 1978; y Campbell, 1984). Este aislamiento es aparente a través de algunas discontinuidades faunísticas notadas en diferentes grupos de organismos de las tierras altas del Sur de México y las de Centroamérica. Entre otros ejemplos pueden citarse elementos de la herpetofauna (Savage, 1982; Duellman, 1966; Campbell, 1984); particularmente de especies del complejo *Rana palmipes* (Hillis y de Sá, 1988); las ranas de la familia Hylidae (Duellman, 1970); las salamandras de la tribu Bolitoglossini (Wake, 1987 y trabajos citados por este autor); los géneros de lagartijas *Abronia* y *Mesaspis* (Good, 1988); y del género *Lepidophyma*, ver (Sites *et al.*, 1986 y Bezy y Sites, 1987); y algunos grupos de insectos (Reyes Castillo y Halffter, 1978; Halffter, 1987).

El aislamiento geográfico de las tierras altas de México (del centro, del sur y de las tierras altas de Chiapas-Guatemala) y las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno, permitieron la evolución de los elementos presentes *in situ*, propiciando numerosas distribuciones alopatricas y parapátricas en el presente, debidas probablemente a eventos de vicarianza de las poblaciones ancestrales (para un ejemplo bien documentado con evidencias genéticas y geológicas ver Wake y Lynch, 1982 en la parte llamada Centroamérica Nuclear y Johnson, 1990). Estos fenómenos de aislamiento y alopatría pueden ser aplicables por lo menos a una buena proporción de los taxa presentes en esta zona y que presentan varias especies endémicas de distribución restringida, por ejemplo: especies de los géneros *Hyla*, *Eleutherodactylus*, *Rana*, *Pseudoeurycea*, *Chiropterotriton*, *Abronia*, *Adelphicos*, *Geophis*, *Rhadinaea* y *Tantilla*, entre los más sobresalientes. Esta observación ha sido reforzada por Wake (1987) en un estudio de las salamandras de la familia Plethodontidae. Ramamoorthy y Lorence (1987) discuten este mismo fenómeno de alopatría con relación a algunas especies de plantas en el centro de México. Reyes Casullo y Halffter (1978) y Reyes Castillo (1982) aportan evidencias del mismo fenómeno de alopatría al discutir la distribución de escarabajos pasálidos; Kohlmann y Halffter (1988) al revisar la distribución del género *Ateuchus* de Scarabaeidae; y Halffter (1987) al discutir la distribución de la entomofauna en general. Shaffer (1984) menciona que los géneros de salamandras *Ambystoma* y *Rhuacosiredon* evolucionaron aisladamente de poblaciones norteñas en el Eje Volcánico Transversal desde hace 10 a 12 millones de años y que al formarse el Eje Volcánico Transversal muchas de las especies ya estaban aisladas entre sí, aunque deja abierta la posibilidad de que el aislamiento pudo haber sido posterior, durante el Plio-Pleistoceno.

Seguramente han habido otros eventos vicariantes a menor escala en las tierras altas de México, tal como lo proponen Good (1988) y Johnson (1989, 1990). Sin embargo, éstos son difíciles de detectar debido a la falta de estudios más detallados de cladística de los taxa que habitan esta zona. Johnson (1989, 1990) agrega que eventos vicariantes postpliocénicos pudieron haber ocurrido pero no generaron eventos de especiación muy marcados.

En resumen, parece ser que las herpetofaunas de las tierras altas presentan una gran proporción de endemismos restringidos a áreas geográficas pequeñas, en comparación con las tierras bajas en donde existe bosque tropical húmedo (Duellman, 1966). Savage (1982)

reconoce que las tierras altas del sur de México y Guatemala, comparadas con las del resto de Centroamérica, no tienen muchas especies en común y sí una gran cantidad de endemismos. Por ejemplo en Omiltemi, Guerrero, de 37 taxa de herpetozoos registrados para la zona, 13 son endémicos (35.1 %) (Muñoz-Alonso, 1988 y Flores-Villela y Muñoz-Alonso, en revisión), la mayoría de éstos asociados a bosque de pino y bosque mesófilo de montaña, mientras que en la región de los Tuxtlas en Veracruz, de 149 taxa registrados, 19 (12.7 %) son endémicos a la región de Los Tuxtlas y zonas cercanas (Pérez-Higareda *et al.*, 1987). Algunas de las especies endémicas de Los Tuxtlas están asociadas a bosque mesófilo de montaña, como por ejemplo dos especies de *Abronia*, *Pseudoeurycea werleri*, y otros (Pelcastre Villafuerte, 1991). En contraste, Duellman (1966) señala que la herpetofauna de las tierras húmedas bajas de Mesoamérica no muestra grandes disimilitudes, sino que las especies tienen una distribución más o menos continua. Por ejemplo, de 149 especies de anfibios y reptiles que ocurren en Los Tuxtlas, Veracruz (Pérez-Higareda *et al.*, 1987), por lo menos 117 presentan una distribución que va más allá de la región, llegando en muchos casos hasta Centroamérica o alguna otra región de México. Es posible que la presencia de bosque mesófilo de montaña, bosques de encino y de pino en la región de Los Tuxtlas sea de origen relativamente reciente, dado que estos elementos pudieron quedar aislados en las elevaciones de Los Tuxtlas en los últimos 40 mil años, cuando el macizo estaba ya formado. Las relaciones existentes entre algunos elementos de la fauna de esta región y de las tierras altas del extremo este de Oaxaca puede ser explicada por dispersión durante las épocas de clima frío y húmedo. Posteriormente, las faunas de uno y otro lado quedaron aisladas, provocando fenómenos de especiación alopátrica. Un ejemplo que puede apoyar esta idea son las especies del género *Abronia* de Los Tuxtlas, cuyos congéneres más cercanos se encuentran en las tierras altas de Oaxaca (para más detalles ver Campbell, 1984). Wendt (1989) al estudiar la flora de Los Chimalapas menciona algunos datos similares.

El origen de la fauna de las tierras bajas del Pacífico es difícil de explicar (Toledo, 1982). Aunque la herpetofauna de las tierras bajas del Pacífico y de la Planicie Costera del Golfo son más o menos continuas, las tierras bajas del Pacífico presentan relativamente mayor número de endemismos. También existen diferencias significativas en clima y tipos de vegetación (Savage, 1982). Algunos de los elementos más característicos de las tierras del Pacífico son: los géneros *Syrhophus*, *Bipes*, algunas especies del género *Phyllodactylus* y varias especies del género *Anolis*. En general, estos grupos de especies presentan distribuciones alopátricas o parapátricas a lo largo de la costa del Pacífico; posiblemente como resultado de las fluctuaciones climáticas. Un fenómeno similar ha sido observado por Toledo-Manzur (1982) en el género *Bursera*, en donde posiblemente se han presentado fenómenos de vicarianza en la Depresión Oriental del Balsas y en regiones al noroeste de esta zona, separando especies de este género que actualmente viven en esas regiones.

Con base en los planteamientos de Savage (1982), las evidencias más recientes relacionadas con estudios cladísticos y la comparación de las áreas de distribución de la herpetofauna de México, se elaboró una hipótesis de trabajo representada como el cladograma

Origen de la herpetofauna

generalizado de área ya mencionado al comienzo de este capítulo (Fig. 30). Esta hipótesis integra tres elementos principales de información: 1) La escala de tiempo relativo en la que hipotéticamente se dieron los eventos geológicos y/o ecológicos que provocaron vicarianza o dispersión, 2) las principales zonas geográficas (o áreas de endemismos) en las que supuestamente sucedieron los eventos de dispersión y/o vicarianza, arriba mencionados, y 3) las unidades geográficas históricas. Los componentes de la Figura 30 son los mismos que los de la Figura 31. Aunque las tierras altas del centro de México, que equivalen a lo que Good (1988) llamó las tierras altas del norte de México (Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico) son difíciles de separar con base en la biogeografía narrativa citada arriba. Se han diferenciado en el cladograma generalizado de área debido a que por lo menos a escala regional son entidades con origen geológico independiente. Por esta razón, tanto la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental y el Eje Volcánico Transversal se diferenciaron como áreas de endemismo separadas entre sí en la propuesta de abajo. Dentro del cladograma, la barrera del Istmo de Tehuantepec separa las tierras altas al este y al oeste de ésta.

AREAS DE ENDEMISMO EN MEXICO Y CENTRO AMERICA

Se eligieron 13 áreas de endemismo en México y Centroamérica con base en la biogeografía narrativa de Savage (1982), y Morafka (1977), tomando en cuenta evidencias colaterales de otras publicaciones ya mencionadas. Estas áreas son (Fig. 31): 1) norte de Sudamérica (SA), 2) tierras bajas del este, en la costa del Atlántico (TBE), 3) tierras bajas del oeste, en la costa del Pacífico (TBO)¹, 4) cordillera de Talamanca (TALA), 5) tierras altas de Chiapas y Guatemala (CHG), 6) tierras altas del sur de México (SMEX), 7) Eje Volcánico Transversal (EVT), 8) costa del Pacífico de México y Cuenca del Balsas (PCBAL), 9) Sierra Madre Oriental (SMOR), 10) Sierra Madre Occidental (SMOC), 11) Desierto de Sonora y suroeste de los Estados Unidos (DSON), 12) Desierto de Chihuahua y centro sur de los Estados Unidos (DCHI), 13) tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas y sureste de los Estados Unidos (TAMS). Las relaciones entre estas áreas se estudiaron utilizando la Suposición 0 y se utilizó el algoritmo de Wagner para aplicar el modelo de Simplicidad Biogeográfica (Wiley, 1988; Brooks, 1990).

Los cladogramas de área de los nueve grupos originales que se utilizaron para el análisis se muestran en la Figura 32. El cladograma general de área derivado del análisis de

¹ La división entre las TBO y PCBAL se debe a que la distribución hacia el sur de muchas especies de la costa del Pacífico que ocurren en PCBAL no pasa del Istmo de Tehuantepec. En contraste, la distribución de muchas especies en la Planicie Costera del Golfo de México, va desde el norte de Veracruz hasta Centro América.

Simplicidad Biogeográfica (con la Suposición 0) se muestra en la Figura 33, el índice de consistencia es de 0.81 y el índice de retención de 0.61. Es notoria la relación entre los **desiertos de Sonora (DSON)** y Chihuahua (DCHI) que forman una asociación histórica compartida. Hay otros dos grupos que comparten historias: (1) el de las tierras altas del sur de México (SMEX), Eje Volcánico Trasversal (EVT), tierras altas de Chiapas-Guatemala (CHG) y la cordillera de Talamanca (TALA); y (2) el constituido por las tierras del Pacífico de México y la cuenca del Balsas (PCBAL), el Norte de Sudamérica (SA), las tierras bajas del oeste (TBO), las tierras bajas de Tamaulipas-Texas (TAMS), las tierras bajas del este (TBE) y la Sierra Madre Oriental (SMOR). La Sierra Madre Occidental forma el "grupo hermano" de todas las otras áreas.

Al utilizar la rutina de árboles compartidos, en el programa COMPONENT, se buscó alguna coincidencia entre la ramas de los cladogramas de las Figuras 30 y 33. No hubo árboles compartidos entre estos dos cladogramas.

El origen de la fauna de Baja California no se incluyó en este análisis debido a que ha sido estudiado recientemente por Murphy (1983) que utilizó evidencias peleogeográficas y de diferenciación genética. En el futuro, cuando haya cladogramas para la fauna de esta región, se podrán hacer análisis más detallados de las relaciones históricas de su fauna.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El origen de la fauna de México y Centroamérica es complejo debido a la multiplicidad de factores que están involucrados. Por ejemplo faunas con distinta filiación biogeográfica (norteamericana, sudamericana y autóctona), eventos geológicos múltiples y complejos (el origen de las Antillas, las orogenias de mediados del Cenozoico, los efectos de las glaciaciones) y múltiples eventos de dispersión de biotas en dos direcciones.

Croizat ya había identificado la región Mesoamericana como una zona biogeográficamente compleja debido a que en esta parte del continente se cruzan varios trazos generalizados. Estos trazos conectan biotas ancestrales (Nelson, 1973; Craw, 1988a; Morrone y Crisci, 1990); los lugares en donde se cruzan varios trazos generalizados Croizat los llamó nodos. Los nodos se interpretan como zonas de convergencia tectónica, en donde fragmentos de diferentes biotas ancestrales se ponen en contacto en espacio y tiempo, dando origen a las zonas biogeográficamente compuestas (para más detalles ver Craw, 1988a; Morrone y Crisci, 1990).

Parece que biogeográficamente México y Centroamérica son zonas híbridas y no es una tarea fácil tratar de encontrar un patrón coherente de la historia de su biota. Posiblemente, ésta sea la razón por la cual al tratar de explicar el origen de la fauna mesoamericana, muchos investigadores argumentan historias diferentes para cada grupo. Si

Origen de la herpetofauna

Figura 30. Cladograma generalizado de área derivado de la biogeografía narrativa.

SA = norte de Sudamérica, TBE = tierras bajas del este, en la costa del Atlántico, TBO = tierras bajas del oeste, en la costa del Pacífico, TALA = cordillera de Talamanca, CHG = tierras altas de Chiapas y Guatemala, SMEX = tierras altas del sur de México, EVT = Eje Volcánico Transversal, PCBAL = costa del Pacífico de México y Cuenca del Balsas, SMOR = Sierra Madre Oriental, SMOR = Sierra Madre Occidental, DSON = Desierto de Sonora y suroeste de los Estados Unidos, DCHI = Desierto de Chihuahua y centro sur de los Estados Unidos, TAMS = tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas y sureste de los Estados Unidos.

1. Dispersión I de Savage (1982), SA + NA + MEX. Cretácico-Paleoceno.
2. Vicarianza I de Savage (1982), Eoceno.
3. Orogenia en el sur de México y Centroamérica Nuclear que separa las tierras altas de las tierras bajas. TA + TBO + TBE. Oligoceno-Mioceno.
4. Incremento de la desertificación y eventos orogénicos, Vicarianza II Savage (1982), Oligoceno-Mioceno. El evento de Dispersión II de Savage (1982) se pudiera situar entre 2 y 4, aunque es difícil comprobar esto, ver discusión de este Capítulo.
5. Entre el Mioceno y Plioceno hubo varios eventos tectónicos que dieron origen a la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental. Estos cambios afectaron la fragmentación del desierto ancestral Mojaviano y fragmentaron los biota de esta región. Posiblemente esto aisló las tierras bajas de la costa del Pacífico y la cuenca del Balsas.
6. Cierre de la conexión entre Centroamérica y Sudamérica, Dispersión III de Savage (1982), Plioceno-Pleistoceno.

Las flechas indican eventos de dispersión.

El Istmo de Tehuantepec ha actuado como una barrera determinante para las especies de las tierras altas del sur de México, pero ha sido un corredor para las especies de las tierras bajas del este y del oeste.

7. Con el surgimiento de la Sierra Madre Occidental, la aparición de la barrera hipotética de San Gorgonio y la expansión del Golfo de California, se diferencia el desierto de Sonora de los otros desierto de Norteamérica, finales del Plioceno. Aunque según Morafka (1973), las tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas se habían diferenciado desde el Mioceno, hubo intercambio con el desierto de Chihuahua hasta el Pleistoceno.

CRETACICO

PALEOCENO

EOCENO

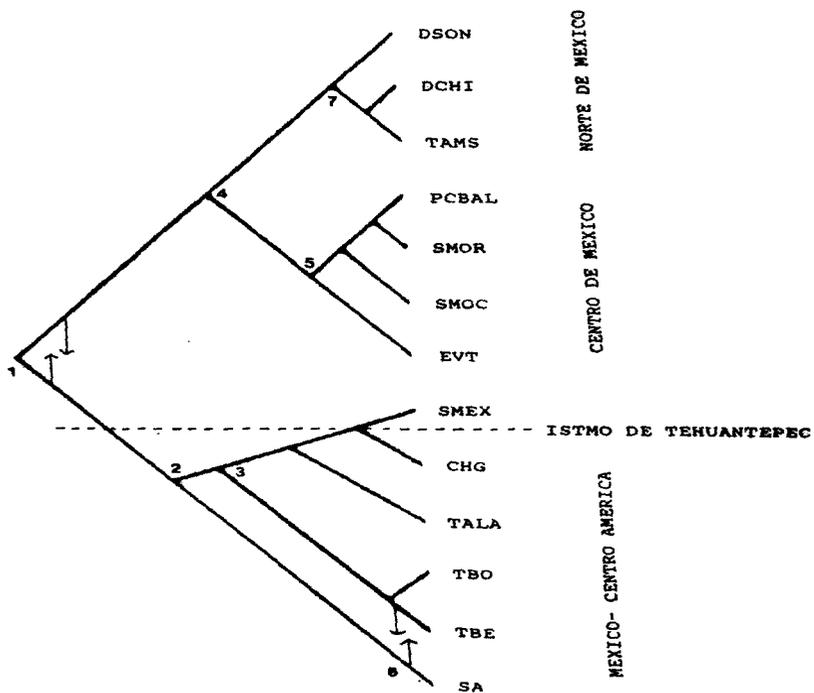
OLIGOCENO

MIOCENO

PLIOCENO

PLEISTOCENO

RECIENTE



Origen de la herpetofauna

bien la zona en cuestión es una zona biogeográficamente compleja, los patrones generales de la evolución de su biota deben obedecer ciertos rasgos coherentes de historia biogeográfica mixta.

Entre los numerosos intentos de explicar el origen de la fauna de México y Centroamérica (ver Capítulo 1), quizá los más profundos sean los de Savage (1966, 1974, 1982). Savage (1982) explica que las unidades históricas de la herpetofauna mesoamericana son cuatro: un elemento Sudamericano, un elemento Norteño Antiguo, un elemento Mesoamericano y un elemento Norteño Reciente. Estos elementos faunísticos propuestos por Savage, son equivalentes en términos generales a los propuestos por Halffter (1961, 1964, 1976, 1978) para los insectos, y por Delgadillo (1979 y 1986) para los musgos (Cuadro 17). El hecho de que por lo menos en estos tres grupos de organismos los patrones faunísticos o florísticos reconocidos por diferentes autores sean equivalentes, ya sea como unidades de dispersión o como elementos constituyentes de la fauna, demuestra que hay historias biogeográficas compartidas aunque filiaciones distintas. A pesar de que se ha señalado que las historias biogeográficas son diferentes para cada grupo (Halffter, 1964, 1976, y Noonan, 1988), estas diferencias son posiblemente más de forma que de fondo, dado que la concepción de los diferentes patrones de dispersión se basan en suposiciones *ad hoc* y se han postulado parcialmente por medios intuitivos que no son fácilmente puestos a prueba. Halffter (1978) reconoce la similitud de sus resultados con los propuestos por otros herpetólogos al proponer el patrón de dispersión Mesoamericano de Montaña. Al analizar los diferentes patrones (o elementos) propuestos por Savage, Halffter y Delgadillo, los tres tienen dos patrones en común, uno Sudamericano y otro Mesoamericano. Estos patrones faunísticos no son equivalentes a los propuestos por Savage (1974) para los mamíferos de la región. Por lo menos la presencia del patrón Mesoamericano hace evidente la existencia de una biota autóctona de origen relativamente reciente. La existencia de un patrón sudamericano

Cuadro 17. Elementos históricos de la biota de México de acuerdo con Savage, Halffter y Delgadillo.

| Savage | Halffter | Delgadillo |
|------------------|----------------|-------------------------|
| Herpetofauna | Entomofauna | Musgos |
| Sudamericano | Altiplano | México-N de Sudamérica |
| | Neotropical | México-N de Sudamérica- |
| | Típico | Antillas |
| Norteño Antiguo | Paleoamericano | |
| Norteño Reciente | Neártico | |
| Mesoamericano | Mesoamericano | Mesoamericano |
| | de Montaña | |



Figura 31. Areas de endemismo en México y Centroamérica: 1) norte de Sudamérica (SA), 2) tierras bajas del este (TBE), 3) tierras bajas del oeste (TBO), 4) Cordillera de Talamanca (TALA), 5) tierras altas de Chiapas y Guatemala (CHG), 6) tierras altas del sur de México (SMEX), 7) Eje Volcánico Transversal (EVT), 8) costa del Pacífico de México y Cuenca del Balsas (PCBAL), 9) Sierra Madre Oriental (SMOR), 10) Sierra Madre Occidental (SMOC), 11) Desierto de Sonora y suroeste de los Estados Unidos (DSON), 12) Desierto de Chihuahua y centro sur de los Estados Unidos (DCHI), 13) tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas y sureste de los Estados Unidos (TAMS).

Origen de la herpetofauna

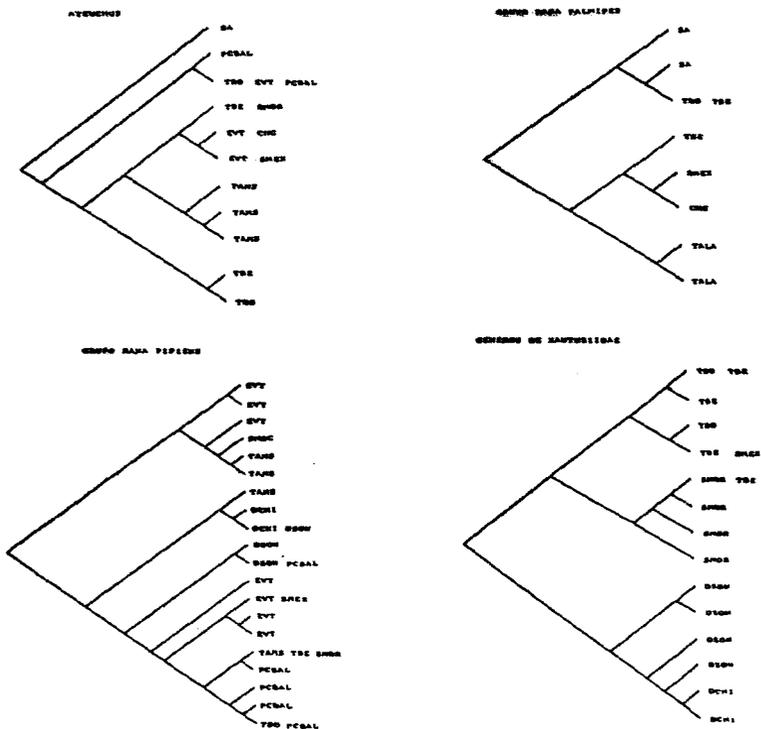
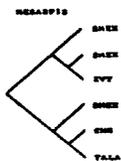
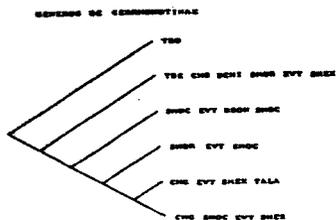
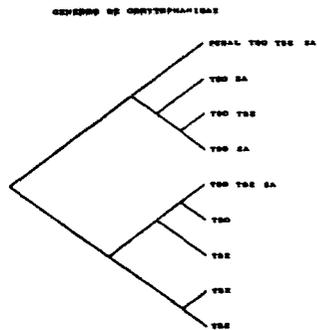
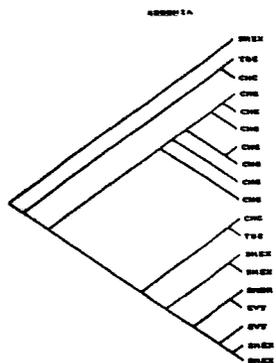


Figura 32. Cladogramas de área originales de los nueve simplicidad biogeográfica. Los taxa se han substituido por base en la figura 31.



taxa que se utilizaron en el análisis de las áreas de endemismo que habitan con

Origen de la herpetofauna

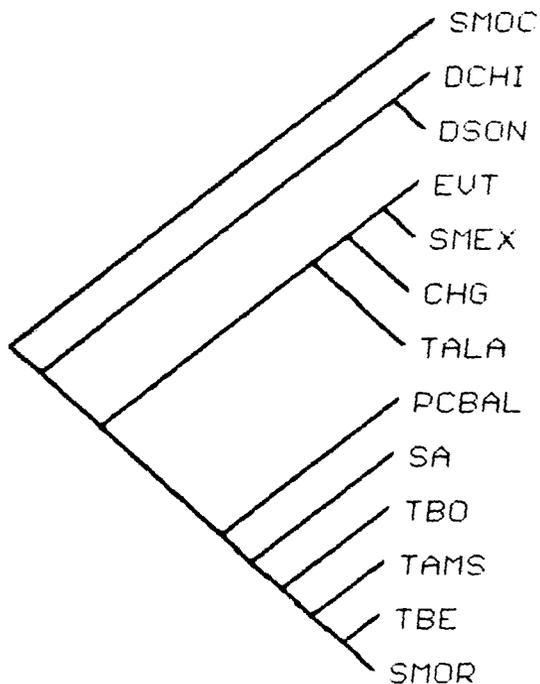


FIGURA 33. Cladograma generalizado de área derivado del análisis de simplicidad biogeográfica, con base en los nueve taxa de la Figura 32. Las áreas de endemismo son las mismas de la figura 31.

evidencia el contacto entre Norte y Sudamérica en algún momento y por lo tanto un evento de dispersión de biotas. Existe un elemento faunístico más que es común a la herpetofauna y a la entomofauna: el Norteño Antiguo de la Herpetofauna y el Paleamericano/Neártico de la Entomofauna. Este elemento histórico de la biota de México tiene grandes afinidades con la fauna de Norteamérica. Desde mi punto de vista, éste es un elemento autóctono de la fauna de México de origen antiguo, a pesar de las interpretaciones de otros autores, por ejemplo Savage (1966 y 1982) de que llegó a México por dispersión. El énfasis en los eventos de dispersión propuestos en la literatura, hacen suponer que México fue un vacío, prácticamente despoblado y que se ha ido poblando con las diferentes oleadas de invasión faunística y florística. Es así que la biota de México se ha concebido como una mezcla de diferentes elementos sin considerar que existe un alto porcentaje de grupos autóctonos, los cuales han evolucionado y se han diversificado en la región (ver comentarios en Halffter, 1978; Delgadillo, 1986; Savage, 1982; Escalante *et al.*, 1991).

Es evidente que el origen de la fauna de México ha estado influido tanto por dispersión como por vicarianza, tal como lo sugiere Savage (1982). Sin embargo, los fenómenos de dispersión que han estado involucrados en la constitución de la fauna de México no han sido aislados como postulan varios biogeógrafos dispersionistas, ya que las dispersiones han sido en masa y no de uno cuantos grupos aislados. O sea que grupos selectos de mamíferos, aves, anfibios, reptiles, insecto plantas, entre otros, se han movido tanto hacia el norte como hacia el sur, cruzando el estrecho de América Central a diferentes tiempos, pero en masa y no como eventos aislados (ver Delgadillo, 1986 para musgos; Gentry, 1982 para angiospermas; Halffter, 1961, 1964, 1976, 1978 para insectos; Savage, 1966, 1982 para anfibios y reptiles; Savage, 1974 y Webb, 1977 para mamífero Hanken y Wake, 1982 para salamandras). La magnitud de estas oleadas migratorias pudiera haber sido diferente para cada grupo debido a la vagilidad propia de los mismos y a las condiciones ecológicas del momento en que ocurrieron, así como a las interacciones con otros grupos existente como la competencia, y la depredación.

Los fenómenos de vicarianza han afectado por igual a los grupos autóctonos y a los que arribaron por dispersión (antes del evento vicariante) y, por lo tanto, ambos grupos faunísticos recientemente han sido afectados por historias biogeográficas similares. Sin embargo, algunos eventos vicariantes pueden ser oscurecidos fácilmente por eventos de extinción, incluso en los grupos que migraron de otras partes, aunque eventos de vicarianza y dispersión concordante son raramente eventos discretos en el tiempo geológico (Cadle, 1985).

Otro de los grandes puntos de controversia, no sólo en la historia biogeográfica de México, sino también en la de Sudamérica, es el efecto de los cambios climáticos y de vegetación provocado por las glaciaciones del Pleistoceno. En este trabajo se propone indirectamente que las regiones de mayor endemicidad en México (Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur y costa del Pacífico), al estar sujetas a los cambios climáticos del Pleistoceno, se vieron afectados por fenómenos de vicarianza a pequeña escala que afectaron la diversidad de especies que las habitan (Myers, 1974; Duellman, 1960; Lee, 1980). Es probable que actualmente los bosques mesófilos de montaña (en el Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur) y las selvas bajas caducifolias (en la cos

Origen de la herpetofauna

del Pacífico) estén actuando como zonas de refugio, de la misma forma que las selvas húmedas lo hicieron durante los períodos glaciares. Esto podría ser aplicable a México y Centroamérica, ya que tanto los bosques mesófilos (Llorente, 1983) como las selvas bajas caducifolias (Toledo, 1982) de la costa del Pacífico tienen una gran cantidad de endemismos. El bosque mesófilo de montaña es el tipo de vegetación con mayor número de especies endémicas en México y Centroamérica (Lewis, 1971 y trabajos citados ahí; Flores-Villela y Gerez, 1988 dan datos para México sobre la riqueza de vertebrados bajo el bioma de bosque de Encino que incluye al bosque mesófilo de montaña, Wake y Lynch, 1976 para pleistodóntidos en bosques mesófilos de montaña). Las selvas bajas del Pacífico ocupan el tercer lugar en cuanto a endemismos de vertebrados en México, después del bosque de encino y el matorral xerófilo (Flores-Villela y Gerez, 1988). En contraste, las especies endémicas de la herpetofauna de matorral xerófilo del norte de México y el sur de los Estados Unidos, parecen ser paleoendemismos relictuales que han sobrevivido a las condiciones de aridez y cambios de temperatura de los últimos millones de años.

Actualmente, hay mucha controversia acerca de la validez del modelo de refugios pleistocénicos para explicar la riqueza biológica de las selvas húmedas del Neotrópico. Este modelo no es del todo aplicable para las selvas húmedas de México y Centroamérica, ya que éstas parecen tener un origen reciente (o sea que se han establecido en esta región recientemente). Sin embargo los cambios climáticos del Pleistoceno sí explicarían la gran cantidad de endemismos en los bosques mesófilos y selvas bajas por un efecto inverso, es decir, actualmente los bosques mesófilos y las selvas bajas caducifolias pueden tener una función de refugio de biota que antes ocupaban áreas de mayor amplitud y continuidad (Rzedowski y McVaugh, 1966, reconocieron que la distribución del bosque mesófilo de montaña en México, representa la fragmentación de esta tipo de vegetación que antes tenía una distribución más extensa). Esta interpretación del fenómeno necesariamente supone que los eventos de especiación son recientes y no más antiguos que el Pleistoceno. Las evidencias disponibles sugieren que los eventos de especiación en algunos grupos son pleistocénicas (v. gr. mariposas; Brown, 1987), pero para otros grupos, como leptodactílidos, los eventos de especiación son prepleistocénicos así como pleistocénicos (Lynch, 1988). Una amplia discusión al respecto la presentan Cracraft y Plum (1988). Estos autores, al referirse a los patrones de especiación de las aves en Sudamérica, aclaran que, "La hipótesis de los refugios es todavía una explicación viable de los patrones de vicarianza que se documentan en este artículo, pero hay problemas considerables e el método en que este modelo (el de los refugios pleistocénicos) es aplicado" (traducción libre).

Otra forma de fundamentar la elevada alopatría de las especies en las regiones de endemismo en México y Centroamérica sería invocando eventos de vicarianza a pequeña escala debido a los continuos procesos orogénicos. Un ejemplo bien fundamentado de esto es el que presentan Wake y Lynch (1982) para las salamandras del grupo de *Bolitoglossa franklini* en Centroamérica Nuclear; Campbell (1984) ofrece una discusión general al respecto referida a las tierras altas del sur de México.

Probablemente, han habido otros eventos vicariantes a menor escala en las tierras altas de México, como lo proponen Good (1988) y Johnson (1989, 1990). Sin embargo, éstos son difíciles

de detectar debido a la falta de estudios más detallados de la geología y las relaciones cladísticas de los taxa que habitan esta zona. Johnson (1989, 1990) agrega que eventos vicariantes postpliocénicos pudieron haber ocurrido pero no generaron eventos de especiación muy marcados, lo cual refuerza que el origen de los eventos de especiación sea anterior a los cambios climáticos del Pleistoceno y por lo tanto los cambios en la vegetación de las tierras bajas de México que se dieron a la par de cambios en el clima y temperatura no hayan afectado significativamente el origen de la fauna de México y Centroamérica, aunque sí pudieron haber afectado en forma secundaria los tamaños de las áreas de distribución de las especies.

El cladograma de área de la Figura 30 representa el primer intento por organizar los eventos vicariantes más importantes promotores de la diferenciación de la biota de México y Centroamérica. Aunque no existe mucha congruencia entre el cladograma general de área de la Figura 30 y los cladogramas de la Figura 33, se pueden observar varios puntos de concordancia con la biogeografía narrativa expuesta en este capítulo. La relación de los desiertos de Sonora y Chihuahua como áreas que tienen historias compartidas en el cladograma de la Figura 33, evidencia la estrecha relación entre estas dos áreas como lo predice la biogeografía narrativa. Sin embargo, la supuesta relación entre estos dos desiertos y las tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas (Fig. 30) no queda clara al aplicar el análisis de Simplicidad Biogeográfica. Posiblemente esto se debe a que el origen de la fauna de las tierras áridas de Tamaulipas-Texas es similar a la de los desiertos de Sonora y Chihuahua, pero la región de Tamaulipas-Texas es de origen más reciente que los otros desiertos y quizá ha incorporado más fauna de los trópicos húmedos en épocas recientes. Este hecho podría explicar que las zonas semiáridas de Tamaulipas-Texas se encuentren más relacionadas con las tierras bajas del este y la Sierra Madre Oriental. Por otro lado, el desierto de Sonora aparentemente es el grupo hermano de los desiertos de Chihuahua y Tamaulipas-Texas (con base en datos derivados del estudio de ratones del género *Onychomys* de Riddle y Honeycutt, 1990), como lo predice la biogeografía narrativa, aunque el resultado del análisis de Simplicidad Biogeográfica no lo demuestra así.

La íntima relación entre las tierras altas del centro de México y las tierras altas de Centroamérica Nuclear es bastante concordante con la biogeografía narrativa debido al origen y evolución de la fauna mesoamericana en esa región. Por ejemplo, Wake y Lynch (1976) y Wake (1987) señalan que existen tres grandes centros de diversificación de las salamandras de la familia Plethodontidae: 1) el Eje Neovolcánico y las tierras altas del norte de Oaxaca, 2) Centroamérica Nuclear y 3) la Sierra de Tamanca. Estas regiones son parte de las regiones de endemismo de México y Centroamérica. Reyes Castillo y Halffter (1978) y Halffter (1987) presentan evidencias similares para los insectos pertenecientes al patrón Mesoamericano propuesto por Halffter en 1978. Delgadillo (1987) menciona que existe una gran cantidad de musgos endémicos en el Eje Volcánico Transversal, y Cadle (1985) aporta datos similares referentes a las serpientes de la subfamilia Xenodontinae de la parte este del citado Eje. La relación ambigua del norte de Sudamérica con el resto de las áreas de endemismo posiblemente se debe a que muchos taxa utilizados en el análisis de Simplicidad Biogeográfica están ampliamente distribuidos en las tierras bajas del este y del oeste, desde por lo menos el sur de México hasta Sudamérica.

Origen de la herpetofauna

La falta de congruencia absoluta entre el cladograma de área derivado de la interpretación la biogeografía narrativa y el derivado del análisis de Simplicidad Biogeográfica, podría deberse a varios factores:

1. Interpretación errónea de los eventos vicariantes al hacer el cladograma de área de la Figura 30
2. Falta de congruencia entre los patrones de especiación y endemismo de los taxa con los que se elaboraron los cladogramas de área de la Figura 33, debido a que pertenecen a diferentes marcos históricos y han respondido diferencialmente a los eventos vicariantes. Por lo menos para los anfibios holárticos se ha encontrado poca congruencia biogeográfica entre las especies que actualmente muestran patrones similares de distribución (Sage *et al.*, 1982).
3. La región en estudio es una zona geológicamente compleja y, por lo tanto, la historia de la biota que la habita es igualmente compleja.
4. Han habido por lo menos dos eventos importantes de dispersión de biotas en el área de estudio y existen muchos taxa con amplia distribución. La presencia de estos taxa de amplia distribución oscurece la relación entre las áreas de endemismo.
5. Los patrones de endemismo están pobremente definidos y estudiados en México y Centroamérica. Por ejemplo, Cracraft (1986) ha encontrado alta congruencia entre las zonas de endemismo de la avifauna de Australia, quizá debido a que esta zona no presenta los problemas geológicos de México y Centroamérica, además de que los patrones de endemismo están bien estudiados en esa región.
6. La incorrecta elección de las áreas de endemismo y/o la posible subdivisión de algunas de ellas en áreas más pequeñas que reflejen con mayor exactitud la relación histórica entre las áreas.

Problemas similares de falta de congruencia en los patrones de distribución se han encontrado al estudiar la fauna de insectos de Norteamérica. Noonan (1988) señala que la falta de coherencia total entre los patrones de distribución de las faunas de insectos de Norteamérica y México se deba a varios factores que oscurecen los patrones generales tales como: 1) dispersión a través de barrera 2) dispersión o vicarianza cíclica debido a la aparición y desaparición de barreras; 3) cambios drásticos en las áreas de distribución durante el Pleistoceno y otras épocas; y 4) extinción de algunos taxa. El mismo Noonan aclara que deben buscarse más evidencias con otros grupos para validar o refutar sus resultados. Actualmente, ya existe un algoritmo que permite el análisis de grandes grupos de datos como los que empleó Noonan en su trabajo. Posiblemente, el empleo del program COMPONENT arrojaría resultados diferentes. Los resultados de este trabajo parecen apuntar en la dirección correcta al encontrar coherencia en varias de las áreas de endemismo, a pesar de lo complejo de la zona.

Los desiertos de Norteamérica son un buen ejemplo de lo complejo del problema. Según Morafka (1977), la composición de la herpetofauna de los desiertos de Chihuahua y Sonora no indica gran relación entre ellos. Por otro lado, hay evidencias derivadas del análisis del DNA mitocondrial (Lamb *et al.*, 1989) de las especies de tortugas de los desiertos del norte de México y sur de los Estados Unidos, de que las especies del Desierto de Sonora están más relacionadas con las tierras semiáridas de Tamaulipas-Texas, y las especies del desierto de Chihuahua están más relacionadas con las de la Península de Florida. Pero los datos de ese trabajo se analizaron con métodos fenéticos y no con métodos cladísticos.

Considerando que el área bajo estudio es un área híbrida dado que tiene biotas con afinidad biogeográficas diferentes, se podría poner una objeción seria a los resultados presentados en este trabajo. Sin embargo, no existe hasta la fecha un algoritmo que pueda resolver este problema al analizar áreas de endemismo. Una posible solución sería tratar las áreas híbridas utilizando el método propuesto por Funk (1985), para el análisis de especies de plantas con un origen híbrido aplicando métodos de análisis filogenético (Wiley, 1988). No se intentó aplicar aquí este método, dado que los resultados derivados del análisis de Simplicidad Biogeográfica pueden ser interpretad a la luz del cladograma hipotético de la Figura 30 (aún sin haber congruencia absoluta). Sin embargo, queda pendiente la aplicación de un método similar al de Funk y comparar los resultado con los de este trabajo.

En este trabajo se utilizó el método de Simplicidad Biogeográfica debido a que es el método más simple de análisis de áreas de endemismo. Además, este método no hace suposiciones *a priori* acerca de la identidad de las especies ampliamente distribuidas (Wiley, 1988; ver explicación de la suposiciones en el Capítulo 1). Con base en esto, Wiley (1988) argumenta que la Suposición 1 tra a los taxa como si fueran parafiléticos y la Suposición 2 los trata como si fueran polifiléticos. Un de los grandes avances del método de Simplicidad Biogeográfica es que Brooks (1990) ha propues formas concretas de solucionar por lo menos dos de los tres grandes problemas en el análisis de Biogeografía de la vicarianza: 1) taxa redundantes (o más de un miembro del clado en la misma área), y 2) taxa ausentes en una o más áreas. Brooks (1990) aclara que el problema de las especie ampliamente distribuidas (tercer problema) todavía está por resolverse adecuadamente en la biogeografía moderna, aunque propone un posible método para la interpretación de los resultados del análisis de Simplicidad Biogeográfica cuando existen taxa ampliamente distribuidos. Cabe aclarar que varios de los taxa usados en el análisis de Simplicidad Biogeográfica de este trabajo están ampliamente distribuidos en las áreas de endemismo.

En una región tan compleja como la zona bajo estudio, el análisis de Simplicidad Biogeográfica de Brooks ha demostrado arrojar relaciones coherentes entre las áreas de endemismo propuestas. De cualquier forma, es necesario comprobar las relaciones entre estas áreas con otros taxa para evaluar tanto la validez del modelo como la metodología del análisis de Simplicidad Biogeográfica de Brooks. Un buen indicio de la robustez del análisis empleado es que originalmente se corrió el análisis de Simplicidad Biogeográfica con ocho taxa (excluyendo *Abronia*), obteniendo dos cladogramas, de los cuales el cladograma más corto fue idéntico al de la figura 37 que incluye

Origen de la herpetofauna

todos los taxa analizados. El grupo que presentaba taxa más ampliamente distribuidos fue el de los géneros de gerronotinos. Se removió este grupo de la matriz binaria y se volvió a correr el programa de simplicidad de Wagner (Hennig'86). El resultado fueron dos cladogramas iguales a los del primer análisis. La única diferencia se dio en el valor de los índices de consistencia y de retención de Farris (1989). Después se agregaron las especies del género *Abronia*, que es un grupo con taxa de distribución reducida sin especies ampliamente distribuidas. Se volvió a correr el programa de parsimonia de Wagner y el resultado fue un solo cladograma generalizado de área que es el que se reproduce en la Figura 33.

A reserva de que los resultados presentados aquí puedan ser confirmados por futuros estudios al utilizar otros grupos de organismos, la comparación de los cladogramas descritos son un primer indicio de la validez del análisis.

CAPITULO 4
APLICACIONES DE LA
BIOGEOGRAFIA A LA
CONSERVACION

INTRODUCCION

Los conservacionistas se han valido de varias formas de resolver los problemas de preservación de la riqueza biológica del mundo. La protección de especies individuales y/o sus fenómenos, la protección de ecosistemas y la identificación de especies sombrilla para proteger ecosistemas (Bojórquez-Tapia y Flores-Villela, 1991). Originalmente, las organizaciones internacionales y los investigadores se abocaban a estudiar y a proteger solamente especies aisladas sin considerar el resto de su entorno, como por ejemplo las especies consideradas amenazadas o en peligro de extinción, o especies de importancia cinegética (Noss y Harris, 1986). Por lo general, se protegían especies que llamaban la atención, o que de alguna forma despertaban nuestros sentimientos de culpabilidad hacia la naturaleza o incluso de ternura, como mamíferos de gran talla o aves muy llamativas. Actualmente, la tendencia es a conservar comunidades, especialmente aquellas que se supone o se sabe que son altamente ricas en especies. Esto no quiere decir que no se trate de salvar a especies en peligro de extinción, sino que resulta más redituable tanto biológica como económicamente tratar de salvar ecosistemas (Scott *et al.*, 1987). Enfocar los esfuerzos solamente a salvaguardar especies individuales no garantiza la preservación de ecosistemas (Noss y Harris, 1986); y para conservar esas especies a largo plazo hay que conservar su entorno.

Dada la cantidad de problemas involucrados en la conservación de grandes extensiones de terreno necesario para la preservación de los ecosistemas, parece inevitable la extinción de muchas especies. Es por eso que se necesitan parámetros que nos permitan evaluar cuáles son especies indicadoras de comunidades y/o ecosistemas prioritarios que deben protegerse.

Actualmente, se considera que la preservación de ecosistemas biológicamente ricos debería ser una de las prioridades en la biología de la conservación (Flores-Villela y Gerez, 1988; Noss y Harris, 1986; Scott *et al.*, 1987; Scott *et al.*, 1988; y Wilson, 1988; entre otros). El problema surge cuando nos hacemos las preguntas, ¿cómo seleccionamos un área para su conservación? y ¿cómo sabemos que estamos conservando un alto porcentaje de la biodiversidad al conservar dicha área?. Se han propuesto varias formas de contestar estas preguntas: 1) utilizar tipos de vegetación y su riqueza, lo cual ha demostrado tener cierto impacto para identificar áreas de alta riqueza biológica (Flores-Villela y Gerez, 1988; Scott *et al.*, 1988, para una revisión del tema). 2) Scott *et al.* (1987, 1988) proponen utilizar el análisis de discrepancias (gap analysis) para atacar el problema de seleccionar áreas adecuadas para la conservación. Para ello proponen utilizar los siguientes datos: a) tipos de vegetación; b) distribuciones de vertebrados e invertebrados (mariposas) terrestres, incluyendo centros de riqueza de especies por tipo de vegetación y provincia biogeográfica y centros de endemismo; y c) distribuciones de especies amenazadas, en peligro y sensitivas en áreas naturales protegidas. Sin embargo, Scott *et al.* (1987, 1988) no definen lo que son centros de endemismo ni centros de riqueza de especies, conceptos que parecen ser claves

Aplicaciones de la biogeografía

para preservar la biodiversidad. Bojórquez-Tapia y Flores-Villela (1991) proponen una modificación de este método para hacerlo más accesible en países del tercer mundo.

Otros autores han aplicado métodos biogeográficos para diseñar áreas naturales protegidas, en particular aplicando el modelo derivado de la teoría de biogeografía de islas (v.gr. Wilson y Willis, 1975; Harris, 1984; Wilcox, 1980; Terborgh, 1975). También se ha utilizado la distribución de las especies y la localización de áreas de endemismo como criterios para establecer áreas protegidas (v.gr Terborgh y Winter, 1982, 1983; Hauge, *et al.*, 1986; Diamond, 1986). Recientemente Patterson y Atmar (1986) y Patterson (1987), han sentado las bases metodológicas y conceptuales para justificar la preservación de áreas con alta riqueza de endemismos. Sólo recientemente se han empezado a utilizar criterios derivados de la biogeografía histórica para identificar áreas prioritarias a conservar (Graham, 1989; Patrick, 1989), aunque no para diseñar las áreas protegidas. La combinación de datos derivados de la biogeografía histórica y el método propuesto por Patterson y Atmar (1986) puede ser una herramienta de gran utilidad en la planeación de áreas protegidas.

En este capítulo se utiliza el método propuesto por Vane-Wright *et al.* (1991) para evaluar las prioridades de conservación de las áreas de endemismo definidas en el Capítulo 3. Se combinan los resultados de este análisis con los derivados del análisis de distribución de las especies de anfibios y reptiles por cuadrados, para seleccionar áreas más precisas a conservar de las que resultan del análisis de las áreas de endemismo con el método de Vane-Wright *et al.* (1991). También se propone una modificación del método de Vane-Wright *et al.* (1991), utilizando cladogramas generalizados de área y especies endémicas.

OBJETIVOS

1. Caracterizar los tamaños de las áreas de distribución de las especies endémicas, y la riqueza de especies endémicas, identificando zonas de alto endemismo.
2. Proponer un método para elegir áreas prioritarias para la conservación biológica en México, utilizando datos biogeográficos históricos y fenéticos.

MÉTODOS

Los datos que se utilizaron para correr el programa Cenosis 2 (Capítulo 2) también se emplearon para hacer evaluaciones del número de especies por cuadrados, riqueza específica de los cuadrados, tamaño relativo de las áreas de distribución, proporcionalidad de la distribución por cuadrados de las especies endémicas y evaluación de la riqueza a lo largo de transectos. Para elaborar los mapas de riqueza de especies en México y curvas de densidad de especies, se utilizó el programa Plotcall versión 1.12.

Finalmente, se utilizó la metodología propuesta por Vane-Wright *et al.* (1991), para evaluar áreas globales prioritarias para la conservación. Este método se basa en postulados cladistas y consiste en evaluar el peso de cada especie en un cladograma de acuerdo con la topología del mismo. Este método, a diferencia de otros propuestos para evaluar la cantidad de información en los cladogramas no sobrevalúa, las especies plesiomórficas (las que están más cerca de la base del cladograma) y tampoco le da el mismo valor por igual a todas las especies, como se ha hecho tradicionalmente en conservación (Vane-Wright *et al.*, 1991). Para evaluar la información en el cladograma, se utilizan cuatro índices: *I* = información de la agrupación taxonómica (número de grupos monofiléticos a los que pertenece cada especie de acuerdo con la topología del cladograma); *Q* = cociente del peso taxonómico básico (TI/I), *TI* = a la información taxonómica de todo el cladograma; *W* = valor estandarizado del peso taxonómico básico (Q/Q mínimo); y *P* = Porcentaje de contribución de cada especie en el clado.

Para poder evaluar las áreas a proteger de forma prioritaria, se hizo una matriz con los porcentajes de contribución de cada especie en el clado con base en las localidades en las que cada especie está presente. Se sumaron estos porcentajes y la localidad con el porcentaje más alto fue tomada como la que protegerá más información del clado. Este procedimiento se repitió restando en las localidades restantes los porcentajes de las especies que serían protegidas en la localidad anterior y se volvió a evaluar cuál es el porcentaje más alto hasta llegar a un 100 %, considerando a cada paso como prioridades de conservación en orden de importancia. Se utilizaron ocho de los nueve cladogramas que se utilizaron en el análisis de Simplicidad Biogeográfica (Capítulo 3; se excluyó el género de escarabajos *Ateuchus*), se incluyó, además, en este análisis al género de gerronotinos *Elgaria* (Good, 1988).

RESULTADOS

TAMAÑO RELATIVO DE LAS ÁREAS DE DISTRIBUCION

La variación en el tamaño de las áreas de distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles de México es muy grande. La mayor parte de las especies endémicas de anfibios, así como las de reptiles tienen áreas de distribución pequeñas. Una categorización arbitraria del tamaño de las áreas de distribución indica que el 70.6% de las especies de anfibios endémicos tienen áreas de distribución pequeñas (hasta 10^4 km²), el 20% áreas de tamaño mediano (entre 11×10^3 y 40×10^3 km²) y el 9.4% ocupan áreas de distribución extensas (más 40×10^3 km²). El 53% de las especies endémicas de reptiles ocupan áreas de distribución pequeñas, el 32.4% áreas de tamaño mediano y el 14.6% áreas de distribución extensas. Otra forma menos arbitraria de categorizar el tamaño de las áreas de distribución de las especies endémicas de la herpetofauna de México sería considerando la media aritmética del tamaño de las áreas de distribución (Rapoport, 1975). La media aritmética del tamaño de las áreas de distribución de la herpetofauna endémica es 20,294.6 km² (Fig. 34).

Aplicaciones de la biogeografía

Las especies cuya área de distribución es menor a la media aritmética se pueden considerar como microendémicas (Rapoport, 1975). Esto quiere decir que el 80.4 % de las especies endémicas de anfibios y el 69.8 % de las especies endémicas de reptiles de México son microendémicas.

RIQUEZA ESPECIFICA DE LOS CUADRADOS

De los 824 cuadrados en los que se dividió el país, 286 cuadrados (35%) tienen anfibios endémicos, 469 (57%) tienen reptiles endémicos y el total de la herpetofauna endémica ocupa 493 cuadrados (60%; Fig. 36). En casi todos los cuadrados en que hay anfibios endémicos, también hay reptiles endémicos. Los anfibios sólo están presentes en el 60% de los cuadrados ocupados por especies de la herpetofauna endémica y los reptiles en el 95%.

El número de especies por cuadrado es variable, desde una hasta 23 especies en el caso de los anfibios, de una hasta 50 especies en el caso de los reptiles y de una hasta 68 especies de anfibios y reptiles endémicos en conjunto (Fig. 35). Los cuadrados con especies endémicas están agrupados en cinco categorías para anfibios y reptiles por separado y en 7 categorías para la herpetofauna. Al tratar a los anfibios, las categorías están definidas de la siguiente forma: 1-5 especies, 6-10, 11-15, 16-20 y 21 o más, mientras que para los reptiles son: de 1-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41 o más. Para la herpetofauna, las categorías están definidas de 10 en 10, desde una hasta 70 (Cuadro 18, Figuras 36). Son muy pocos los cuadrados con un alto número de especies. Por ejemplo, el 90.5% de los cuadrados con especies de anfibios tienen de una a 10 especies endémicas. El 77.8% de los cuadrados con reptiles endémicos y el 71.6% del total de cuadrados ocupados por ambos grupos (herpetofauna) tienen de una a 10 especies.

Es difícil delinear un patrón regular de la riqueza de especies por cuadrado. En general éstos se agrupan en el centro del país y en la Costa del Pacífico (Fig. 37a y b). Los cuadrados con elevado número de especies endémicas, no están distribuidos en un patrón regular, sino más bien disyuntamente (Fig. 37a).

La media aritmética del número de especies de la herpetofauna endémica de México por cuadrado es de 13 (Fig. 35). Si dividimos a los cuadrados en dos categorías, con baja riqueza, si el número de especies es menor igual a la media y con alta riqueza, si el número de especies es mayor a la media, 108 de los cuadrados pertenecen a la categoría con alta riqueza herpetofaunística, o sea el 22% de todos los cuadrantes en donde se distribuyen especies endémicas.

Debido a la dificultad de analizar por separado los 108 cuadrados, en esta sección solamente se analizarán los que tienen un elevado número de especies endémicas.

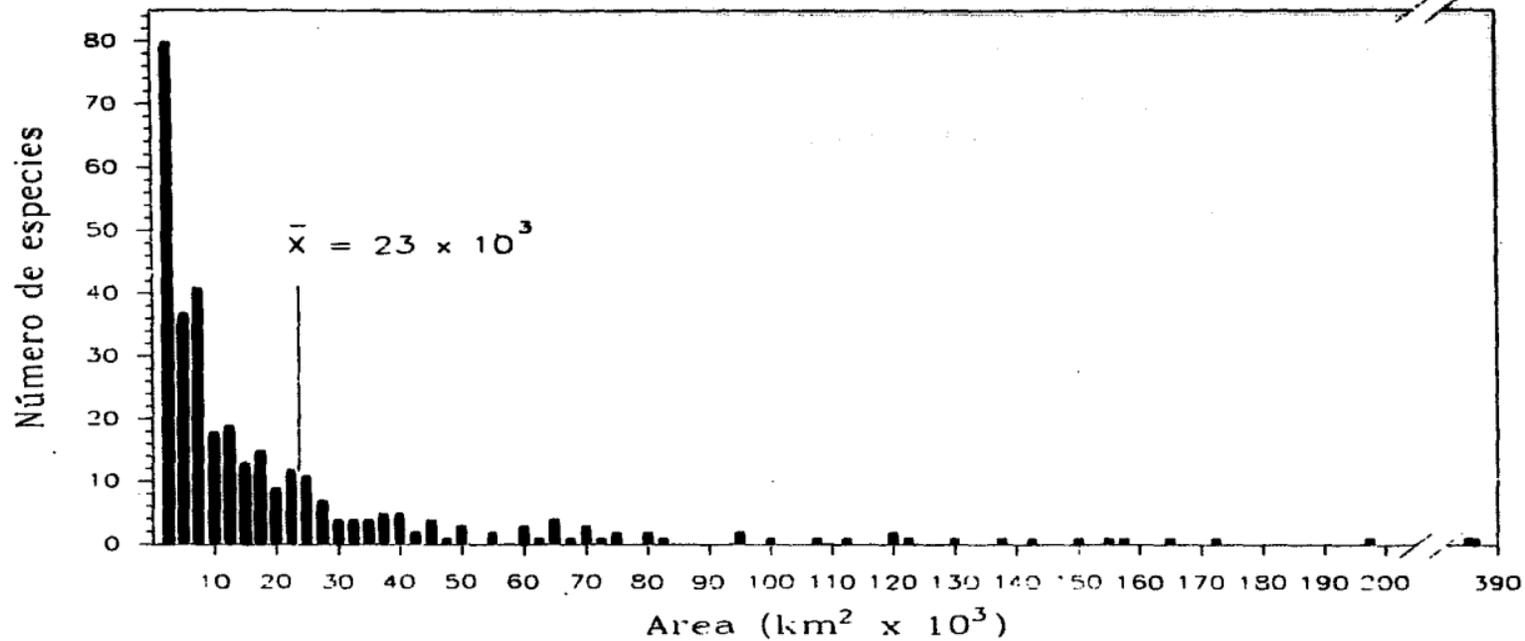


Figura 34. Distribución de frecuencias del tamaño de las áreas de distribución ocupadas por la herpetofauna endémica.

Cuadro 18. Riqueza relativa por tamaño del área de la distribución de los anfibios y reptiles de México. Categorías: en anfibios 1 = 1-5 especies, 2 = 6-10, 3 = 11-15, 4 = 16-20 y 5 = 21 o más; en reptiles y herpetofauna: 1 = 1-10 especies, 2 = 11-20, 3 = 21-30, 4 = 31-40, 5 = 41-50, 6 = 51-60, y 7 = 61 o más.

| | Cuadrantes | | | Categorías | | | | A/R |
|----------------------------------|------------|-----|----|------------|----|---|---|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| ANFIBIOS | 286 | 217 | 42 | 19 | 6 | 2 | | 27 |
| REPTILES | 469 | 365 | 74 | 24 | 4 | 2 | | 104 |
| HERPETOFAUNA | 493 | 353 | 76 | 40 | 14 | 6 | 2 | 140 |
| No. total de cuadrantes = 824 | | | | | | | | |
| A/R = Cuadrantes de alta riqueza | | | | | | | | |

Los cuadrados con un elevado número de especies endémicas, que son los correspondientes a las dos categorías más altas para anfibios y reptiles y a las tres más altas para la herpetofauna (Cuadro 18), dan un total de 12, debido a que algunos de los cuadrados son los mismos para alguno de los tres grupos de datos. Estos 12 cuadrados de elevada riqueza están ubicados en las siguientes localidades geográficas (Figura 38): en el estado de Michoacán, en la región entre Uruapan y Apatzingán (un cuadrado); en el centro del Eje Neovolcánico, abarcando el Distrito Federal, Cuernavaca, Morelos y la Sierra de Taxco, en los estados de Guerrero y México (tres cuadrados); en el extremo este del Eje Neovolcánico entre los estado de Puebla y Veracruz, al norte y al sur del Pico de Orizaba (tres cuadrados); en la Sierra Madre del Sur en Chilpancingo, al oeste de Chilpancingo y al norte de Acapulco en el estado de Guerrero (tres cuadrados); y en el norte y noreste de la Ciudad de Oaxaca en las Sierras de Ixtlán y de Juárez (dos cuadrados).

La altura promedio sobre el nivel del mar de estas localidades es mayor a los 1,000 m. Los climas predominantes en la mayoría de estas localidades son los templados húmedos con lluvias en verano y en las localidades de Puebla y Veracruz con lluvias todo el año (Cw y Cf respectivamente), de acuerdo a los mapas de García de Miranda y Falcón de Gyves (1986).

EQUITATIVIDAD EN LA DISTRIBUCION POR CUADRADOS DE LAS ESPECIES ENDEMICAS

Se hizo una selección de los cuadrados con más de 10 especies de reptiles endémicos, anotándose el número de especies de anfibios presentes en los mismos y se graficaron para

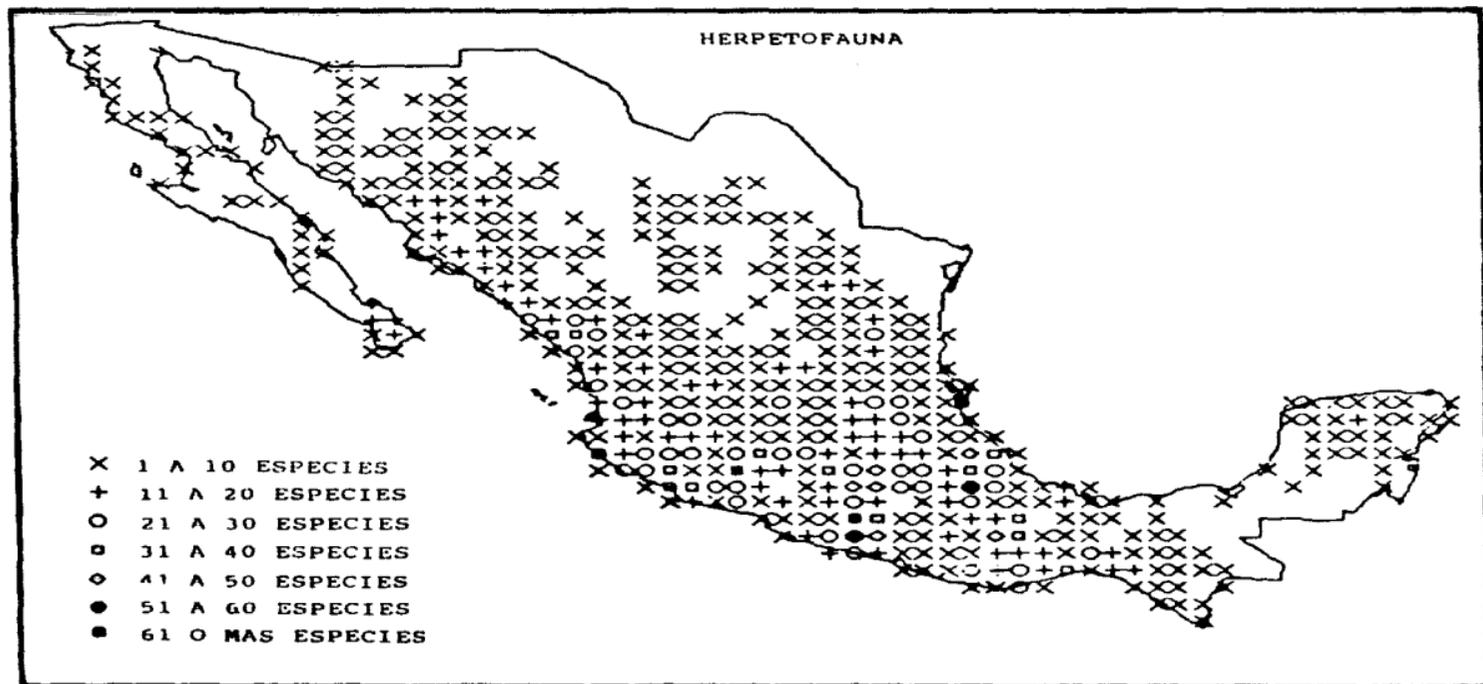


Figura 36. Distribución de la densidad de especies de la herpetofauna endémica por cuadrado en México.

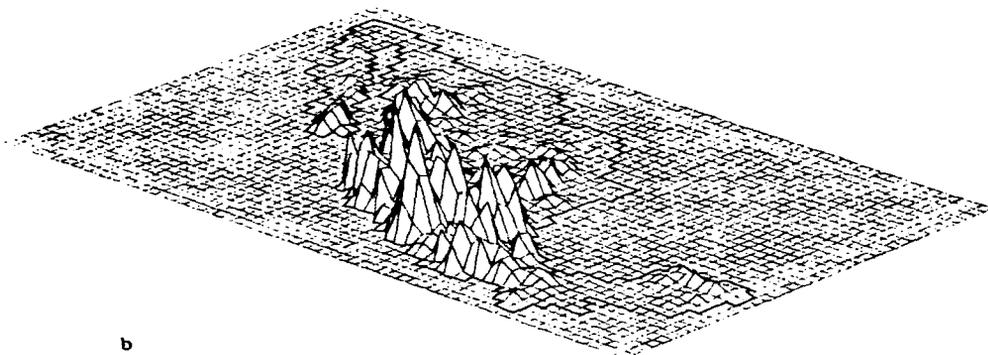
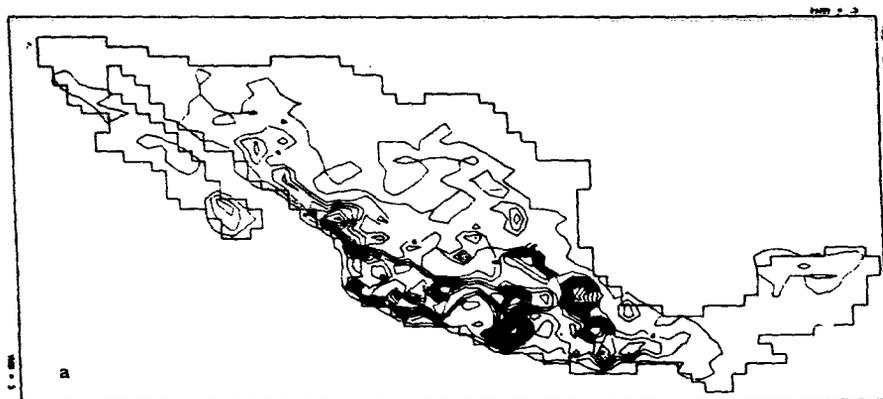


Figura 37. Distribución de la densidad de especies de la herpetofauna endémica en México: a. curvas de densidad de especies, b. vista en tercera dimensión.

Aplicaciones de la biogeografía

buscar alguna relación de proporcionalidad entre el número de especies presentes de cada grupo con respecto al otro. En general, el número de especies de reptiles con relación al número de especies de anfibios presentes en cada cuadrado se mantiene constante. Sin embargo, considerando que la proporción global del número de especies de reptiles endémicos con relación a los anfibios endémicos es de 2.1, mientras que la proporción en estos 105 cuadrados es de 3.1 en promedio. Se concluye que la proporción de especies de reptiles con relación a las especies de anfibios presentes en el mismo cuadrado es mayor que la proporción global, por lo menos en los cuadrados con más especies de reptiles. En los cuadrados con 6 a 10 especies de reptiles, se presenta un patrón similar al anterior siendo el promedio de la proporción de especies de reptiles con relación a las de anfibios de 3.0.

RIQUEZA DE ESPECIES EN TRANSECTOS

Se hicieron siete transectos en diferentes direcciones a lo largo y ancho del país para determinar las variaciones latitudinales, longitudinales y topográficas de la riqueza de las especies endémicas de herpetozoos en México (Fig. 39). Para hacer los transectos, se tomó una línea de cuadrados que pasara más o menos por el centro de cada zona elegida para trazar el transecto. En algunos casos no había especies de anfibios y/o de reptiles en toda la línea de cuadrados. En tales casos se contaron las especies del cuadrado adyacente con especies de ambos grupos. Cuatro transectos corren de norte a sur: 1) a lo largo de la Península de Baja California, en este caso sólo se anotan especies de reptiles, dado que no hay anfibios endémicos en esa zona; 2) a lo largo de la Sierra Madre Occidental, desde el extremo este de Sonora, cruzando Chihuahua, la región en donde colindan Durango y Sinaloa, Nayarit, centro de Jalisco hasta llegar a la desembocadura del Río Balsas; 3) desde el centro de Coahuila cruzando la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y San Luis Potosí, el extremo este del Eje Neovolcánico, las tierras altas del noreste de Oaxaca, el extremo este de la Sierra Madre del Sur, hasta la costa del Pacífico en Oaxaca; 4) desde el norte de la Península de Yucatán hasta la base de la misma, cruzando las tierras altas de Chiapas y la Depresión Central de ese estado, hasta la costa del Pacífico. Los siguientes tres transectos se hicieron cortando al país de oeste a este: el transecto 5) corre más o menos a lo largo del paralelo 23, desde la costa del Pacífico en el sur de Sinaloa hasta la costa del Golfo de México en Tamaulipas; el 6) corre a lo largo del Eje Neovolcánico de costa a costa; y el 7) corre a lo largo de la cuenca del Río Balsas cruzando las tierras altas de Puebla y Oaxaca, la parte sur de la Planicie Costera del Golfo de México, la Sierra de Los Tuxtlas en Veracruz; Tabasco hasta el extremo este del estado de Campeche.

En el transecto 1, la mayor riqueza de endemismos se encuentra en el extremo sur de la Península de Baja California (Fig. 40). Esta observación refuerza la idea de Sieb (1980) con relación a que no existe un efecto de península en la herpetofauna de esta región (el efecto de península consiste en que el número de especies de la base de la península a la

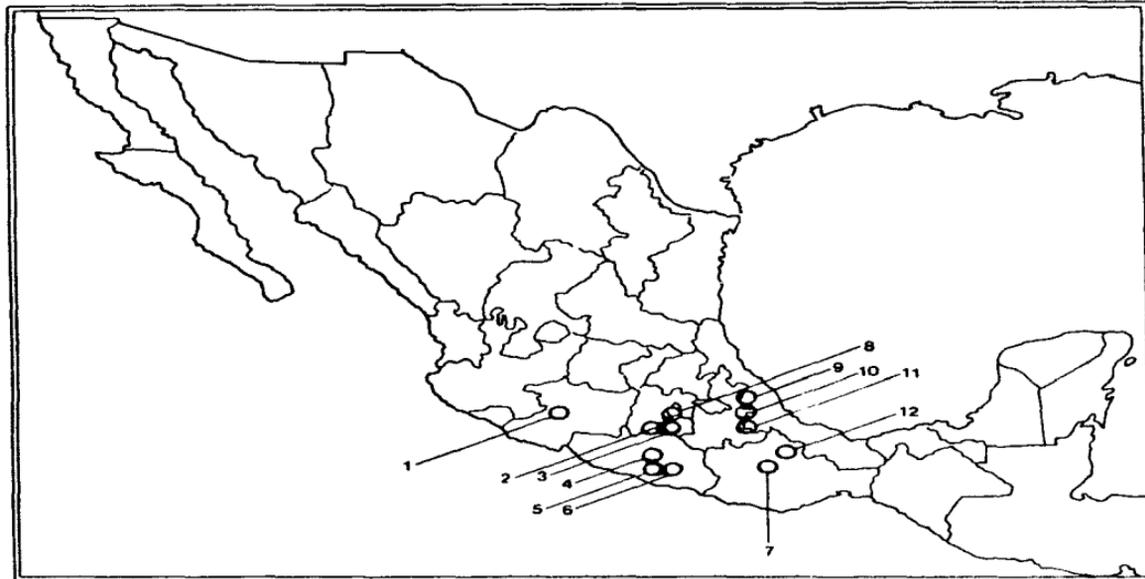


Figura 38. Ubicación geográfica de los cuadrados con elevada riqueza de endemismos en México. 1. región entre Uruapán y Apatzingán, Michoacán; 2. Sierra de Taxco, Guerrero; 3. Valle de Cuernavaca, Morelos; 4. Sierra Madre del Sur, al oeste de Chilpancingo, Guerrero; 5. al norte de Acapulco, Guerrero; 6. región de Chilpancingo, Guerrero; 7. noreste de la Ciudad de Oaxaca en la Sierra de Ixtlán, Oaxaca; 8. Valle de México (Distrito Federal); 9. región del Cofre de Perote y Jalapa, Veracruz; 10. Pico de Orizaba, entre los estados de Puebla y Veracruz; 11. alrededores de Orizaba, Veracruz; 12. al norte de la ciudad de Oaxaca, en la Sierra de Juárez, Oaxaca.

Aplicaciones de la biogeografía

punta disminuirá). La ausencia de anfibios endémicos en la Península de Baja California, probablemente se debe a las condiciones de aridez que imperan en esa región.

En el transecto 2, se aprecia la diferencia latitudinal de la riqueza de endemismos a lo largo de la Sierra Madre Occidental (Fig. 41). En la parte más norteña no hay muchas especies endémicas, ya que la mayoría de las especies están compartidas con los Estados Unidos. Hacia el sur se incrementa la riqueza de endemismos en la región comprendida entre los poblados de Urique, Batopilas y Guazapares, Chihuahua y Choix, Sinaloa. Esta región ha sido estudiada intensivamente (Tanner y Robinson, 1959; Tanner, 1985, 1987, 1989; y Hardy y McDiarmid, 1969). La riqueza de especies endémicas decrece hasta que aumenta en la parte sur de Durango entre el sur de Toyolita, El Salto, hasta el límite norte de Nayarit. Parte de esta región ha sido estudiada por Webb y Baker (1962) y Webb (1984). Las especies endémicas son abundantes también en la zona al oeste de la ciudad de Guadalajara, en los alrededores de Tequila y en la zona adyacente del estado de Nayarit. La riqueza de endemismos permanece más o menos constante desde el centro de Jalisco hasta la desembocadura del Río Balsas en donde se incrementa sensiblemente. Esta última localidad se encuentra entre la costa y Arteaga, Michoacán (estudiada por Duellman, 1961).

La riqueza de endemismos a lo largo del transecto 3 (Fig. 42) es baja en la porción norte, que abarca el extremo este del Altiplano Mexicano, que es árido, y la Sierra Madre Oriental. La riqueza de especies endémicas se incrementa drásticamente a partir de donde el transecto corta la zona noreste del Eje Neovolcánico. La mayor riqueza se observa en las regiones del Pico de Orizaba en Veracruz y Puebla, y en la Sierra de Ixtlán en el centro de Oaxaca.

La riqueza de endemismos a lo largo de la Península de Yucatán (transecto 4, Fig. 43) es baja comparada con la de los otros transectos. Tampoco se nota un efecto de península en esta zona del país (Lee, 1980), aunque la riqueza de especies endémicas decrece hacia la base de la península. Hay un incremento en el número de especies endémicas en la zona central de Chiapas, en las tierras altas del norte del estado y en la Depresión Central, zona que ha sido estudiada con detalle por Johnson (1990), encontrando que hay algunas especies restringidas a esta zona.

En el transecto 5, a lo largo del paralelo 23, se presentan dos zona de alto endemismo (Fig. 44). La primera está en la costa del Pacífico en Sinaloa y la parte adyacente de la Sierra Madre Occidental, en la región comprendida entre Mazatlán y El Rosario y la región al sur de El Salto, Durango. Esta zona ha sido estudiada por Webb (1984) y por Hardy y McDiarmid (1969). La segunda zona con cierta riqueza de especies endémicas está en la vertiente del Golfo de la Sierra Madre Oriental, entre las localidades de Zaragoza en Nuevo León y Gómez Farías en Tamaulipas. Esta parte del país ha sido estudiada por Martin (1958).

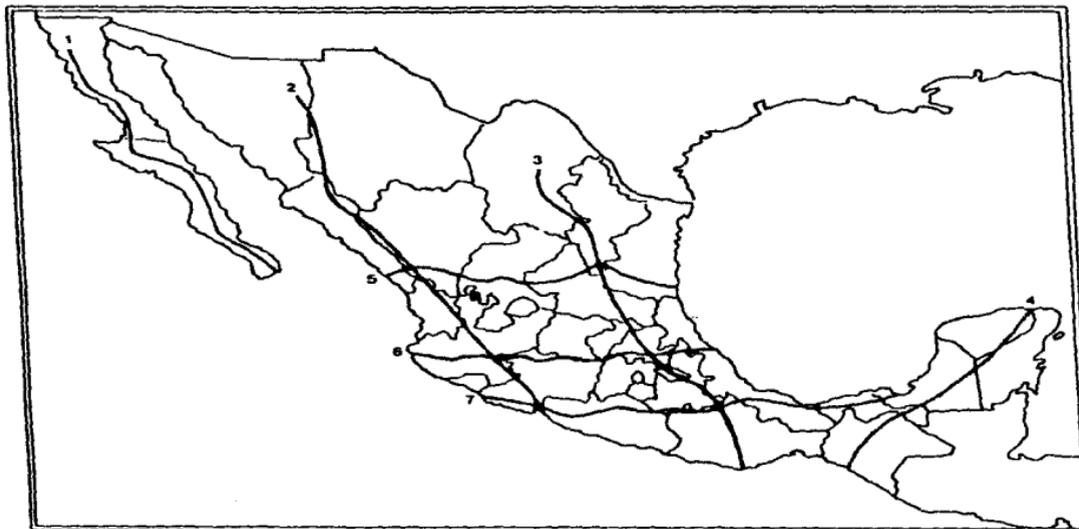


Figura 39. Ubicación geográfica de los 7 transectos a lo largo y ancho de México para evaluar la riqueza de especies endémicas. 1) a lo largo de la Península de Baja California, 2) a lo largo de la Sierra Madre Occidental, 3) de Coahuila cruzando la Sierra Madre Oriental, el extremo este del Eje Neovolcánico, las tierras altas de Oaxaca, este de la Sierra Madre del Sur, hasta la costa del Pacífico, 4) desde la Península de Yucatán hasta la costa del Pacífico, cruzando las tierras altas de Chiapas y la Depresión Central, 5) a lo largo del paralelo 23, desde la costa del Pacífico hasta la costa del Golfo de México, 6) a lo largo del Eje Neovolcánico de costa a costa y 7) a lo largo de la cuenca del Río Balsas cruzando las tierras altas de Puebla y Oaxaca, la Planicie Costera del Golfo de México hasta el este de Campeche.

Aplicaciones de la biogeografía

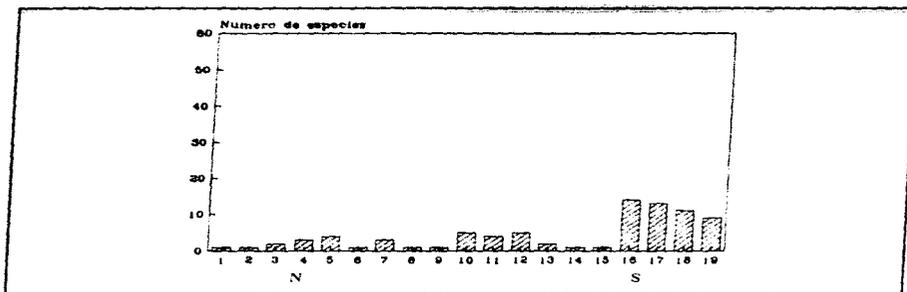


Figura 40. Transecto No. 1 de riqueza de especies endémicas de norte a sur en la península de Baja California. Localidades; 1-8 pertenecen a Baja California, 9-19 en Baja California Sur. Localidades; 17-19 están ubicadas de la Paz hacia el Sur.

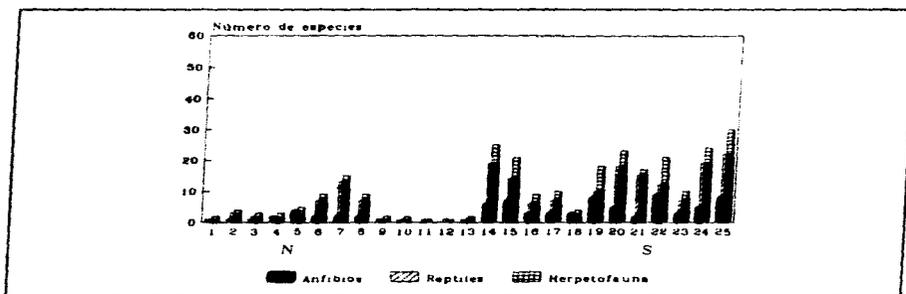


Figura 41. Transecto No. 2 de riqueza de especies endémicas de norte a sur de la Sierra Madre Occidental a la Cuenca del Balsas. Localidades; 1 en el extremo este de Sonora, de la 2-9 en Chihuahua, 10-15 en la zona en donde colindan Durango y Sinaloa. 16-19 Nayarit, 20-23 Jalisco y 25 y 25 Michoacán. Localidades; 1-17 en la Sierra Madre Occidental. 18-22 en el extremo oeste del Eje Volcánico Transversal y 23-25 en la costa del Pacífico.

En el transecto 6, se observa un incremento de la riqueza de especies endémicas a partir de que el transecto entra al extremo oeste del Eje Neovolcánico en el estado de Jalisco (Fig. 45). La máxima riqueza de especies se observa en las localidades entre Zacapu y Pátzcuaro, Michoacán y en la Sierra de Huahuchinango en los estados de Puebla e Hidalgo.

La riqueza de especies endémicas del último transecto (7) es relativamente homogénea desde la costa del Pacífico hasta el norte de Oaxaca (Fig. 46). Sin embargo, hay tres zonas con mayor riqueza de endemismos en esta parte del transecto: al norte de la desembocadura del Río Balsas y Arteaga en Michoacán; en la Sierra de Teloloapan, Guerrero y en la zona entre Tehuacán y Teotitlán del Camino Puebla-Oaxaca. La riqueza de especies endémicas disminuye notablemente en la Planicie Costera del Golfo, aunque en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, tiene un repunte importante. Esta última zona ha sido reconocida como una región con gran cantidad de endemismos (Firschein y Smith, 1956; Pérez-Higareda y Navarro, 1980; Pérez-Higareda *et al.*, 1987).

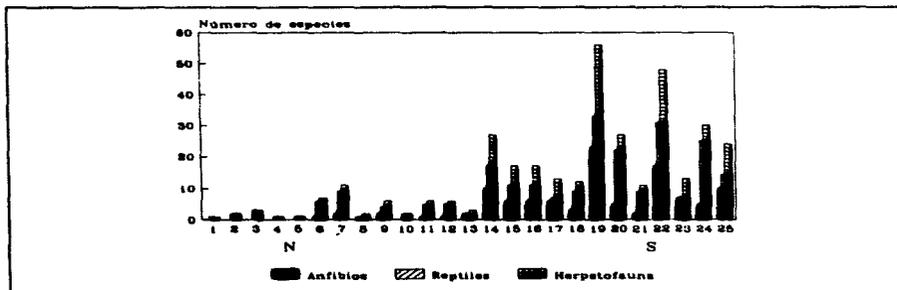


Figura 42. Transecto No. 3 de riqueza de especies endémicas de norte a sur de la Sierra Madre Oriental a Huatulco, Oaxaca. Localidades; 1-5 Coahuila, 6-10 Nuevo León, 10-13 San Luis Potosí-Tamaulipas, 14 Querétaro, 15 y 16 Hidalgo, 17 Tlaxcala, 18-20 Puebla-Veracruz, 21-25 Oaxaca. Localidades; 1-5 extremo este del Altiplano de México, 6-13 Sierra Madre Oriental, 14-19 Eje Neovolcánico, 20-23 tierras altas del noroeste de Oaxaca, 23-25 tierras bajas de la costa del Pacífico en Oaxaca. Localidad 19, región de Orizaba, la Esperanza, Veracruz, Puebla; localidad 22, Sierra de Ixtlán al norte de la Ciudad de Oaxaca.

Aplicaciones de la biogeografía

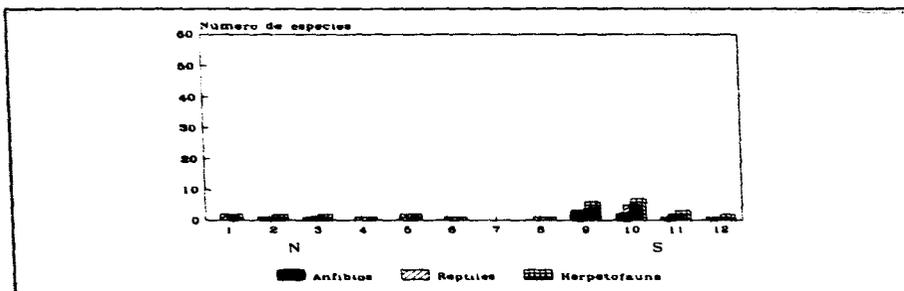


Figura 43. Transecto No. 4 de riqueza de especies endémicas de norte a sur de Yucatán a Pijijiapan, Chiapas. Localidades: 1-3 Yucatán, 4 Yucatán-Quintana Roo, 5-8 Campeche, 9-12 Chiapas. Localidades: 1-8 tierras bajas en la Península de Yucatán, 9 Altos de Chiapas, 10-11 Depresión Central y Sierra Madre de Chiapas, 12 costa del Pacífico en Chiapas.

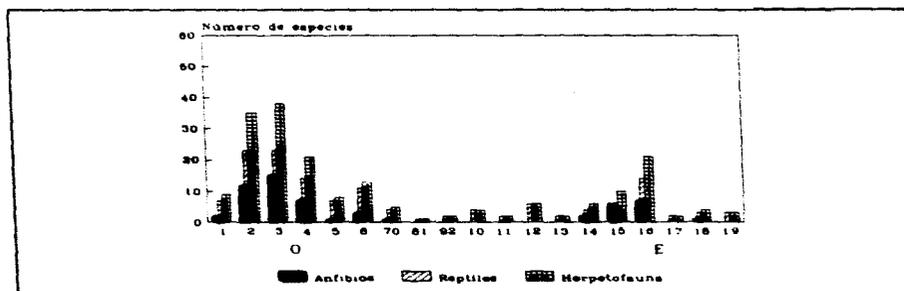


Figura 44. Transecto No. 5 de riqueza de especies endémicas de oeste a este en el paralelo 23 en la Altiplanicie Mexicana. Localidades: 1-3 Sinaloa, 4-6 Durango, 7-10 Zacatecas, 11-13 San Luis Potosí, 14 extremo sur de Nuevo León, 15 Nuevo León-Tamaulipas, 16-19 Tamaulipas. Localidades 1-3 costa del Pacífico en Sinaloa, 3-4 Sierra Madre Occidental, 5-13 Altiplanicie de México, 13-16 Sierra Madre Oriental, 16-19 Provincia Tamaulipeca.

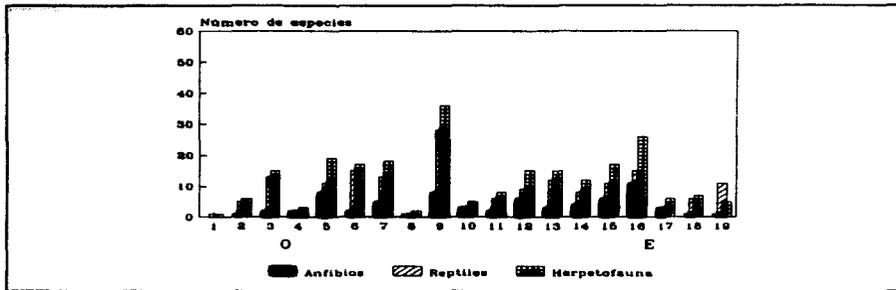


Figura 45. Transecto No. 6 de riqueza de especies endémicas de oeste a este en el Eje Volcánico Transversal. Localidades; 1-7 Jalisco, 8-9, 12 Michoacán, 10-11 Guanajuato, 13-16 Hidalgo, 16 y 17 Puebla, 17-19 Veracruz. Localidades; 1-4 costa del Pacífico en Jalisco, 5-17 Eje Neovolcánico, 18 y 19 Planicie Costera del Golfo en Veracruz. Localidad 9 región entre Zacapu y Pátzcuaro; localidad 16 Sierra de Huauchinango entre Hidalgo y Puebla.

ANÁLISIS FILOGENÉTICO Y CONSERVACION

Según los resultados de este análisis, las áreas prioritarias para la conservación para las especies del grupo de *Rana pipiens* son (Fig. 47a, b): 1) el centro del Eje Volcánico Transversal; 2) Tamaulipas y sureste de los Estados Unidos; 3) la costa del Pacífico y la cuenca del Balsas; 4) el desierto de Sonora; 5) la Sierra Madre Occidental; y 6) el desierto de Chihuahua.

Las regiones prioritarias para la conservación de las especies del grupo de *Rana palmipes* serían (Fig. 48): 1) el norte de Sudamérica; 2) las tierras bajas del este en México y Belice; 3) la sierra de Talamanca en Costa Rica; 4) las tierras altas de Chiapas-Guatemala o las del sur de México, dado que las especies que ocurren en esta regiones pertenecen al mismo clado.

Para la conservación de las lagartijas del género *Barisia* (Fig. 49), las áreas prioritarias a proteger son solamente dos áreas: 1) el Eje Volcánico Transversal y 2) la Sierra Madre Occidental.

Aplicaciones de la biogeografía

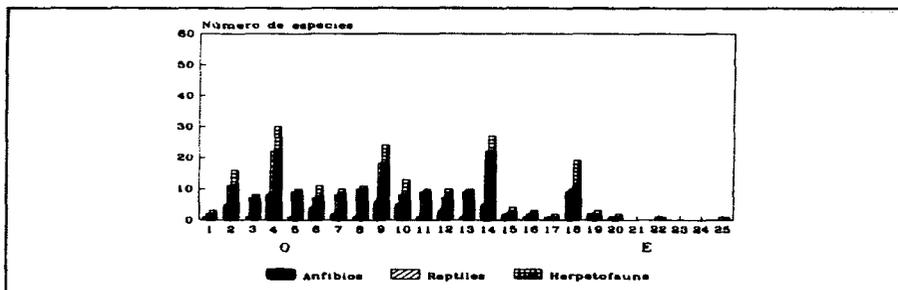


Figura 46. Transecto No. 7 de riqueza de especies endémicas de oeste a este de la Cuenca del Río Balsas a la base de la península de Yucatán. Localidades; 1-4 Michoacán, 5-11 Guerrero, 12 y 14 Puebla, 13, 15 y 16 Oaxaca, 16-20 Veracruz, 21-24 Tabasco, 25 Campeche. Localidades; 1-5 costa del Pacífico en Michoacán y Guerrero, 6-8, 11 Sierra Madre del Sur, 8-12 extremo este de la Cuenca del Balsas, 13-15 tierras altas entre los límites de Puebla y Oaxaca, 16-17 y 20-25 Planicie Costera del Golfo, 18 y 19 Sierra de Los Tuxtlas, Veracruz. Localidad 4, región al norte de la desembocadura del Río Balsas entre la costa y Arteaga; localidad 9, región de Teloloapan, Guerrero; localidad 14, región entre Tehuacán y Teotitlán del Camino Puebla, Oaxaca.

El área más importante para la protección de las especies del género *Mesaspis* (Fig. 50) es la de las tierras altas del sur de México. Dado que todos los demás clados del género son monofiléticos y tienen el mismo valor, la decisión para establecer la segunda prioridad es arbitraria. Probablemente, se podría escoger las tierras altas de Chiapas-Guatemala, debido a que no se protegieron representantes del clado que ocurren en esa región en el área escogida como prioridad número uno. La tercera prioridad sería cualquiera de las dos áreas faltantes, ya que en las áreas anteriores quedan protegidos representantes de todos los clados monofiléticos.

La situación de las lagartijas del género *Abronia* es bastante especial ya que todas las especies de este género son alopátricas o micro alopátricas. Sin embargo, no se presentan los problemas que se presentaron en el caso de las lagartijas del género *Mesaspis*. La primera prioridad en el caso de *Abronia* (Fig. 51a, b) son las tierras altas de Chiapas-

| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| RMEG | 3 | 33 | 2.7 | 7.8 |
| RMON | 3 | 33 | 2.7 | 7.8 |
| RDUN | 3 | 33 | 2.7 | 7.8 |
| RCHI | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| RPAL | 5 | 20 | 1.6 | 4.6 |
| RARE | 5 | 20 | 1.6 | 4.6 |
| RSPH | 3 | 33 | 2.7 | 7.8 |
| RBLA | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| RPIP | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| RYAV | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| RMAG | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| ATEN | 4 | 25 | 2 | 5.8 |
| RSPE | 6 | 16 | 1.3 | 3.7 |
| RNEO | 7 | 14.1 | 1.1 | 3.1 |
| RTLA | 7 | 14.1 | 1.1 | 3.1 |
| RBER | 7 | 14.1 | 1.1 | 3.1 |
| PAPA | 7 | 14.1 | 1.1 | 3.1 |
| AREC | 7 | 14.1 | 1.1 | 3.1 |
| COLI | 8 | 12.3 | 1 | 2.9 |
| RFOR | 8 | 12.3 | 1 | 2.9 |
| TOTAL | 99 | 433.6 | 34.8 | 100 |

Figura 47a. Grupo *Rana pipiens*: RMEG = *R. megapoda*, RMON = *R. montezumae*, RDUN = *R. dunni*, RCHI = *R. chiricahuensis*, RPAL = *R. palustris*, RARE = *R. areolata*, RSPH = *R. sphenoccephala*, RBLA = *R. blairdi*, RPIP = *R. pipiens*, RYAV = *R. yavapaiensis*, RMAG = *R. magnocularis*, ATEN = *atenquique*, RSPE = *R. spectabilis*, RNEO = *R. neovolcanica*, RTLA = *R. tialoci*, RBER = *R. berlandieri*, PAPA = *papagayo*, AREC = *arcelia*, COLI = *colima*, RFOR = *R. forreri*.

AREAS DE DISTRIBUCION

| | W | P | TBO | TBE | SMEK | EVT | PCBAL | SMOR | SMOC | DSON | DCHI | TAMS |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| RMEG | 2.7 | 7.8 | | | | 7.8 | | | | | | |
| RMON | 2.7 | 7.8 | | | | 7.8 | | | | | | |
| RDUN | 2.7 | 7.8 | | | | 7.8 | | | | | | |
| RCHI | 2 | 5.8 | | | | | | | 5.8 | | | |
| RPAL | 1.6 | 4.6 | | | | | | | | | | 4.6 |
| RARE | 1.6 | 4.6 | | | | | | | | | | 4.6 |
| RSPH | 2.7 | 7.8 | | | | | | | | | | 7.8 |
| RBLA | 2 | 5.8 | | | | | | | | | 5.8 | |
| RPIP | 2 | 5.8 | | | | | | | | 5.8 | 5.8 | |
| RYAV | 2 | 5.8 | | | | | | | | 5.8 | | |
| RMAG | 2 | 5.8 | | | | | 5.8 | | | 5.8 | | |
| ATEN | 2 | 5.8 | | | | 5.8 | | | | | | |
| RSPB | 1.3 | 3.7 | | | 3.7 | 3.7 | | | | | | |
| RWBO | 1.1 | 3.1 | | | | 3.1 | | | | | | |
| RTLA | 1.1 | 3.1 | | | | 3.1 | | | | | | |
| RBER | 1.1 | 3.1 | | 3.1 | | | | 3.1 | | | | 3.1 |
| PAPA | 1.1 | 3.1 | | | | | 3.1 | | | | | |
| AREC | 1.1 | 3.1 | | | | | 3.1 | | | | | |
| COLI | 1 | 2.9 | | | | | 2.9 | | | | | |
| RFOR | 1 | 2.9 | 2.9 | | | | 2.9 | | | | | |
| TOTAL | 34.8 | 100 | 2.9 | 3.1 | 3.7 | 39.1 | 17.8 | 3.1 | 5.8 | 17.4 | 11.6 | 20.1 |

| | | | | | | | | | | | | % TOTAL PROTEGIDO |
|-------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|--|----------------------|
| PRIORIDAD 1 | 2.9 | 3.1 | 3.7 | 39.1 | 17.8 | 3.1 | 5.8 | 17.4 | 11.6 | 20.1 | | 39.1 |
| PRIORIDAD 2 | 2.9 | 3.1 | --- | --- | 17.8 | 3.1 | 5.8 | 17.4 | 11.6 | 20.1 | | 59.2 |
| PRIORIDAD 3 | 2.9 | --- | --- | --- | 17.8 | --- | 5.8 | 17.4 | 11.6 | --- | | 77 |
| PRIORIDAD 4 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 5.8 | 11.6 | 11.6 | --- | | 88.6 |
| PRIORIDAD 5 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 5.8 | --- | 5.8 | --- | | 94.4 |

Figura 47b. Prioridades de conservación para las especies del grupo *Rana pipiens*.

Aplicaciones de la biogeografía

| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| BWA | 2 | 12.5 | 2 | 19.6 |
| PAL | 3 | 8.3 | 1.3 | 12.3 |
| VAI | 3 | 8.3 | 1.3 | 12.3 |
| JUL | 3 | 8.3 | 1.3 | 12.3 |
| SIE | 4 | 6.2 | 1 | 9.5 |
| MAC | 4 | 6.2 | 1 | 9.5 |
| WAR | 3 | 8.3 | 1.3 | 12.3 |
| VIB | 3 | 8.3 | 1.3 | 12.3 |
| TOTAL | 25 | 66.4 | 10.5 | 100 |

| | W | P | SA | AREAS DE DISTRIBUCION | | | | SMEX | |
|--------------|-------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|------------|--------------------------|------|
| | | | | TBO | TBE | TALA | CHG | | |
| BWA | 2 | 19.6 | 19.6 | | | | | | |
| PAL | 1.3 | 12.3 | 12.3 | | | | | | |
| VAI | 1.3 | 12.3 | | 12.3 | 12.3 | | | | |
| JUL | 1.3 | 12.3 | | | 12.3 | | | | |
| SIE | 1 | 9.5 | | | | | | 9.5 | |
| MAC | 1 | 9.5 | | | | | | 9.5 | |
| WAR | 1.3 | 12.3 | | | | 12.3 | | | |
| VIB | 1.3 | 12.3 | | | | 12.3 | | | |
| TOTAL | 10.5 | 100 | 31.4 | 12.3 | 24.6 | 24.6 | 9.5 | 9.5 | |
| | | | | | | | | % TOTAL PROTEGIDO | |
| PRIORIDAD 1 | | | 31.4 | 12.3 | 24.6 | 24.6 | 9.5 | 9.5 | 31.4 |
| PRIORIDAD 2 | | | --- | 12.3 | 24.6 | 24.6 | 9.5 | 9.5 | 56 |
| PRIORIDAD 3 | | | ---- | ---- | 24.6 | 24.6 | 9.5 | 9.5 | 80.6 |
| PRIORIDAD 4 | | | ---- | ---- | ---- | ---- | 9.5 | 9.5 | 80.6 |

Figura 48. Grupo *Rana palmipes*: BWA = *R. bwana*, PAL = *R. palmipes*, VAI = *R. vaillanti*, JUL = *R. juliani*, SIE = *R. sierramadrensis*, MAC = *R. maculata*, WAR = *R. warszewitschii*, VIB = *R. vibicaria*. Prioridades de conservación para las especies del grupo *Rana palmipes*.

| | I | Q | W | P |
|--------------|----------|-----------|----------|------------|
| Brud | 1 | 5 | 2 | 50 |
| Bimb | 2 | 2.5 | 1 | 25 |
| Blev | 2 | 2.5 | 1 | 25 |
| TOTAL | 5 | 10 | 4 | 100 |

| | W | P | AREAS DE DISTRIBUCION | | | |
|--------------------|-----------|------------|-----------------------|-----------|--------------------------|------------|
| | | | SMSX | EVT | SMOC | SMOR |
| Brud | 2 | 50 | | 50 | | |
| Bimb | 1 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Blev | 1 | 25 | | | 25 | |
| TOTAL | 4 | 100 | 25 | 75 | 50 | 25 |
| PRIORIDAD 1 | 25 | 75 | 50 | 25 | % TOTAL PROTEGIDO | |
| PRIORIDAD 2 | 0 | 0 | 25 | 0 | 75 | 100 |

Figura 49. Género de lagartijas *Basilis*: Brud = *B. rudicollis*, Bimb = *B. imbricata*, Blev = *B. levicollis*. Prioridades de conservación para las especies del género *Basilis*.

Aplicaciones de la biogeografía

| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| Mgad | 2 | 8 | 1.5 | 21.5 |
| Mjua | 3 | 5.3 | 1 | 14.2 |
| Mant | 3 | 5.3 | 1 | 14.2 |
| Mvir | 2 | 8 | 1.5 | 21.5 |
| Mmor | 3 | 5.3 | 1 | 14.2 |
| Mmon | 3 | 5.3 | 1 | 14.2 |
| TOTAL | 16 | 37.2 | 7 | 99.8 |

| | W | P | AREAS DE DISTRIBUCION | | | | % TOTAL PROTEGIDO |
|--------------|----------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | | | TALA | CHG | SMEX | EVT | |
| Mgad | 1.5 | 21.5 | | | 21.5 | | |
| Mjua | 1 | 14.2 | | | 14.2 | | |
| Mant | 1 | 14.2 | | | | 14.2 | |
| Mvir | 1.5 | 21.5 | | | 21.5 | | |
| Mmor | 1 | 14.2 | | 14.2 | | | |
| Mmon | 1 | 14.2 | 14.2 | | | | |
| TOTAL | 7 | 99.8 | 14.2 | 14.2 | 57.1 | 14.2 | |
| PRIORIDAD 1 | | | 14.2 | 14.2 | 57.1 | 14.2 | 57.1 |
| PRIORIDAD 2 | | | 14.2 | 14.2 | --- | 14.2 | 71.3 |
| PRIORIDAD 3 | | | 14.2 | --- | --- | 14.2 | 85.5 |
| PRIORIDAD 4 | | | 14.2 | --- | --- | --- | 99.8 |

Figura 50. Género de lagartijas *Mesaspis*: Mgad = *M. gadovi*, Mjua = *M. juarezi*, Mant = *M. antauegas*, Mvir = *M. viridiflava*, Mmor = *M. moreletii*, Mmon = *M. monticola*. Prioridades de conservación para las especies del género *Mesaspis*.

Guatemala; la segunda prioridad las tierras altas del sur de México; enseguida, las tierras bajas del este, en particular la región de Los Tuxtlas; y finalmente el Eje Neovolcánico.

En el caso de las lagartijas del género *Elgaria* (Fig. 52), las áreas prioritarias son: 1) el noroeste de los Estados Unidos; 2) el extremo sur de la península de Baja California; 3) el oeste de California y el extremo norte de la península de Baja California en México; 4) la Sierra Madre Oriental, quedando al último debido a que el único miembro del grupo que vive en esa región es *Elgaria parva*.

Para la preservación de las especies de lagartijas de la familia Xantusiidae (Fig. 53a, b), las áreas prioritarias son: 1) desierto de Sonora y suroeste de los Estados Unidos; 2) la Sierra Madre Oriental; 3) las tierras bajas del este, en el sur de México y norte de Centroamérica; y 4) el desierto de Chihuahua.

Las prioridades para la conservación de las lagartijas de la familia Corytophanidae (Fig. 54a, b) son: 1) las tierras bajas del este en México y Centroamérica; y 2) las tierras bajas del oeste en México y Centroamérica.

Algunas observaciones sobre la aplicación del método de Vane-Wright *et al.* (1991) para la planeación de la conservación se pueden derivar del presente trabajo. Aparentemente Vane-Wright *et al.* (1991) no se toparon con el problema de trabajar con muchas especies de distribución limitada como ocurre en México. Para tomar una decisión cuando no existen más que taxa endémicos (con distribución restringida), el proceso requiere tomar más decisiones de prioridad para conservar al 100 % de los taxa. En contraste, cuando hay taxa ampliamente distribuidos, el proceso de decisión es más corto y más rápidamente se abarca el 100% de las especies a conservar (ver los ejemplos de las especies del género *Abronia*, en contraste con las especies de la familia Corytophanidae).

En muchas ocasiones se tienen porcentajes iguales de peso informativo para tomar una decisión de prioridad, lo cual es difícil. El primer criterio sería determinar cuál es la localidad en donde hay miembros de más de un clado monofilético. Si esto no es posible, como en el caso de *Mesaspis*, en donde todas las opciones después de la primera representan especies de diferentes clados, no hay forma de discriminar. En este caso de empate, se puede aplicar un segundo criterio y tomar una decisión de prioridad considerando las localidades en donde hay más especies endémicas de clados no protegidos, como es el caso del clado representado por *M. moreleti* y *M. monticola*. Un tercer criterio es incluir la localidad con mayor cantidad de especies de otros grupos que también sean endémicas, o bien que no haya especies de amplia distribución previamente protegidas en otras localidades.

Aplicaciones de la biogeografía

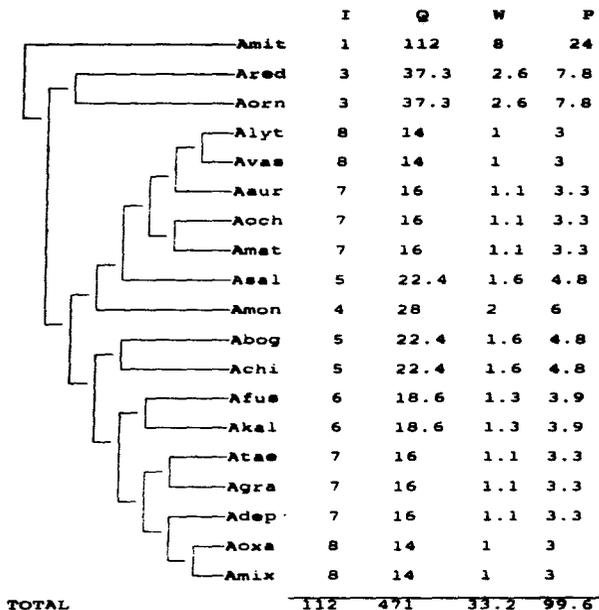


Figura 51a. Género de lagartijas *Abronia*: Amit = *A. mitchelli*, Ared = *A. reidi*, Aorn = *A. ornelasi*, Alyt = *A. lythrochila*, Avas = *A. vasconcelosii*, Aaur = *A. aurita*, Aoch = *A. ochoterenai*, Amat = *A. matudai*, Asal = *A. salvadorensis*, Amon = *A. montecristoi*, Abog = *A. bogerti*, Achi = *A. chissari*, Afus = *A. fuscobiallis*, Akal = *A. kalaine*, Atae = *A. taenista*, Agra = *A. graminea*, Adep = *A. deppsi*, Aoxa = *A. oaxaca*, Amix = *A. mixteca*.

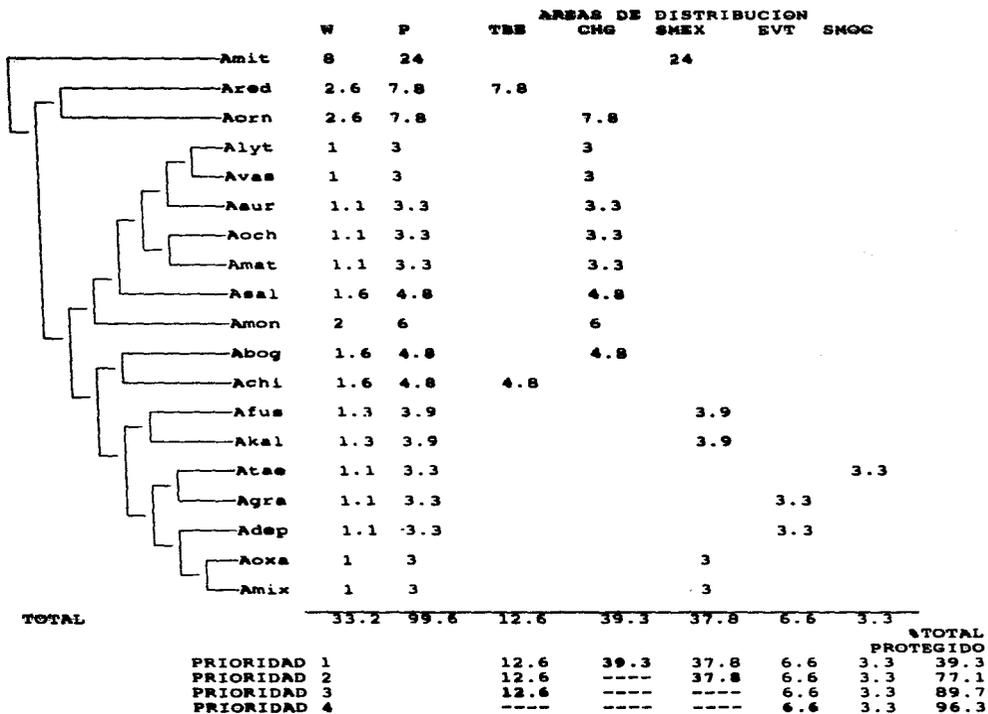


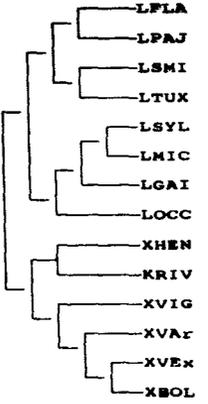
Figura 51b. Prioridades de conservación para las especies del género *Abronia*.

Aplicaciones de la biogeografía

| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Ecoe | 1 | 23 | 5 | 35.4 |
| Emul | 2 | 11.5 | 2.5 | 17.7 |
| Epau | 3 | 7.6 | 1.7 | 12 |
| Eced | 3 | 7.6 | 1.7 | 12 |
| Epan | 4 | 5.7 | 1.2 | 8.5 |
| Ekin | 5 | 4.6 | 1 | 7 |
| Epar | 5 | 4.6 | 1 | 7 |
| TOTAL | 23 | 64.6 | 14.1 | 99.6 |

| | W | P | AREAS DE DISTRIBUCION | | | | | NOEUA |
|--------------|-------------|-------------|-----------------------|----------|-------------|-------------|-----------|--------------------------|
| | | | SMOR | SMOC | DSO | BCN | BCS | |
| Ecoe | 5 | 35.4 | | | | | | 35.4 |
| Emul | 2.5 | 17.7 | | | 17.7 | 17.7 | | 17.7 |
| Epau | 1.7 | 12 | | | | | 12 | |
| Eced | 1.7 | 12 | | | 12 | | | |
| Epan | 1.2 | 8.5 | | | | | | 8.5 |
| Ekin | 1 | 7 | | 7 | | | | |
| Epar | 1 | 7 | 7 | | | | | |
| TOTAL | 14.1 | 99.6 | 7 | 7 | 17.7 | 29.7 | 12 | 61.6 |
| | | | | | | | | % TOTAL PROTEGIDO |
| PRIORIDAD 1 | | | 7 | 7 | 17.7 | 29.7 | 12 | 61.6 |
| PRIORIDAD 2 | | | 7 | 7 | ---- | 12 | 12 | 73.6 |
| PRIORIDAD 3 | | | 7 | 7 | ---- | 12 | --- | 85.6 |
| PRIORIDAD 4 | | | 7 | 7 | ---- | ---- | --- | 99.6 |

Figura 52. Género de lagartijas *Elgaria*: Ecoe = *E. coerulea*, Emul = *E. multicarinata*, Epau = *E. paucicarinata*, Eced = *E. cedrosensis*, Epan = *E. panamintina*, Ekin = *E. kingii*, Epar = *E. parva*. Prioridades de conservación para las especies del género *Elgaria*.



| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| LFLA | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| LPAJ | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| LSMI | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| LTUX | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| LSYL | 5 | 11.6 | 1 | 5.8 |
| LMIC | 5 | 11.6 | 1 | 5.8 |
| LGAI | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| LOCC | 3 | 19.3 | 1.7 | 10 |
| XHEN | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| KRIV | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| XVIG | 3 | 19.3 | 1.7 | 10 |
| XVAr | 4 | 14.5 | 1.2 | 7 |
| XVEx | 5 | 11.6 | 1 | 5.8 |
| KBOL | 5 | 11.6 | 1 | 5.8 |
| TOTAL | 58 | 201 | 17 | 99.2 |

Figura 53a. Xantusidos, géneros *Lepidophyme*, *Klauberina* y *Xantusia*: LFLA = *L. flavimaculata*, LPAJ = *L. pajapanensis*, LSMI = *L. smithi*, LTUX = *L. tuxtiae*, LSYL = *L. sylvaticum*, LMIC = *L. micropholis*, LGAI = *L. gaigeae*, LOCC = *L. occulor*, XHEN = *X. henshawi*, KRIV = *K. riversiana*, XVIG = *X. vigilis* ssp., XVAr = *X. v. arizonae*, XVEx = *X. v. extorris*, KBOL = *X. bolsonae*.

Aplicaciones de la biogeografía

| | W | P | TBO | ÁREAS DE DISTRIBUCION | | | | DCHI |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|-----------------------|----------|-------------|------------|----------------|
| | | | | TBE | SMEX | SNOR | DSON | |
| LFLA | 1.2 | 7 | 7 | 7 | | | | |
| LPAJ | 1.2 | 7 | | 7 | | | | |
| LSMI | 1.2 | 7 | 7 | | | | | |
| LTUX | 1.2 | 7 | | 7 | 7 | | | |
| LSYL | 1 | 5.8 | | 5.8 | | 5.8 | | |
| LMIC | 1 | 5.8 | | | | 5.8 | | |
| LGAI | 1.2 | 7 | | | | 7 | | |
| LOCC | 1.7 | 10 | | | | 10 | | |
| XHEN | 1.2 | 7 | | | | | 7 | |
| KRIV | 1.2 | 7 | | | | | 7 | |
| XVIG | 1.7 | 10 | | | | | 10 | |
| XVAr | 1.2 | 7 | | | | | 7 | |
| XVEx | 1 | 5.8 | | | | | | 5.8 |
| XBOL | 1 | 5.8 | | | | | | 5.8 |
| TOTAL | 17 | 99.2 | 14 | 26.8 | 7 | 28.6 | 31 | 11.6 |
| | | | | | | | | % TOTAL |
| PRIORIDAD 1 | | | 14 | 26.8 | 7 | 28.6 | 31 | 11.6 |
| PRIORIDAD 2 | | | 14 | 26.8 | 7 | 28.6 | --- | 11.6 |
| PRIORIDAD 3 | | | 14 | 21.0 | 7 | --- | --- | 11.6 |
| PRIORIDAD 4 | | | 7 | --- | 7 | --- | --- | 11.6 |
| | | | | | | | | 31 |
| | | | | | | | | 59.6 |
| | | | | | | | | 80 |
| | | | | | | | | 92.2 |

Figura 53b. Prioridades de conservación para las especies de la familia Xantusiidae.

| | I | Q | W | P |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| EVI | 2 | 15 | 2 | 17.9 |
| BBA | 3 | 10 | 1.3 | 11.6 |
| BPL | 4 | 7.5 | 1 | 8.9 |
| BGA | 4 | 7.5 | 1 | 8.9 |
| CCR | 4 | 7.5 | 1 | 8.9 |
| CPE | 4 | 7.5 | 1 | 8.9 |
| CHE | 3 | 10 | 1.3 | 11.6 |
| LLO | 3 | 10 | 1.3 | 11.6 |
| LSE | 3 | 10 | 1.3 | 11.6 |
| TOTAL | 30 | 85 | 11.2 | 99.9 |

Figura 54a. Géneros de lagartijas de la familia Corytophanidae, géneros *Basiliscus*, *Corytophanes* y *Laemanctus*: EVI = *B. vittatus*, BBA = *B. basiliscus*, BPL = *B. plumifrons*, BGA = *B. galeritus*, CCR = *C. cristatus*, CPE = *C. percarinatus*, CHE = *C. hernandesi*, LLO = *L. longipes*, LSE = *L. serratus*.

Aplicaciones de la biogeografía

| | W | P | ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| | | | SA | TEO | TBE | PCBAL | |
| BVI | 2 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | 17.9 | |
| BBA | 1.3 | 11.6 | 11.6 | 11.6 | | | |
| BPL | 1 | 8.9 | | 8.9 | 8.9 | | |
| BGA | 1 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | | | |
| CCR | 1 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | | |
| CPE | 1 | 8.9 | | 8.9 | | | |
| CHE | 1.3 | 11.6 | | | 11.6 | | |
| LLO | 1.3 | 11.6 | | | 11.6 | | |
| LSE | 1.3 | 11.6 | | | 11.6 | | |
| TOTAL | 11.2 | 99.9 | 47.3 | 65.1 | 70.5 | 17.9 | |
| | PRIORIDAD 1 | | 47.3 | 65.1 | 70.5 | 17.9 | % TOTAL |
| | PRIORIDAD 2 | | 20.5 | 29.6 | ---- | ---- | PROTEGIDO |
| | | | | | | | 70.5 |
| | | | | | | | 99.9 |

Figura 54b. Prioridades de conservación para las especies de la familia Corytophanidae.

Si no se hace un proceso de selección con base en los criterios propuestos arriba, el índice puede conducir a inexactitudes. Escoger los mismos porcentajes de peso informativo del cladograma, cuando hay empate en alguna prioridad, sería distorsionar el método dado que se puede sobrestimar éste.

Las áreas prioritarias para la conservación de los nueve taxa utilizados en el análisis filogenético de conservación se resumen en el Cuadro 19. Las cinco áreas con más alta prioridad para conservarse son, en orden de importancia: 1) el Eje Volcánico Transversal; 2) las tierras altas del sur de México; 3) las tierras bajas del este (costa del Golfo de México); 4) las tierras altas de Chiapas-Guatemala; y 5) el desierto de Sonora (las localidades de esta área están en los Estados Unidos).

Las 22 especies que quedan protegidas dentro de la prioridad 1 en el análisis filogenético de conservación están distribuidas en 128 cuadrados¹. Discriminando los cuadrados con baja riqueza de endemismos que tienen menos de 13 especies endémicas, (la media aritmética del número de especies por cuadrado), quedan 50 cuadrados que tienen desde 13 hasta 64 especies endémicas, y se distribuyen de la siguiente forma en las áreas de endemismo: 39 en el Eje Volcánico Transversal; 6 en las tierras altas del sur de México; 3 en las tierras bajas del este; y 2 en las tierras altas de Chiapas-Guatemala. Estos 50 cuadrados que están dentro de las áreas de prioridad número uno, incluyen a 10 de los 12 cuadrados con mayor riqueza herpetofaunística de México que se identificaron arriba. Los dos cuadrados con elevada riqueza de endemismos que no están incluidos en la prioridad uno, son el que está al sur del Pico de Orizaba y en la región de Chilpancingo, Guerrero.

Modificando ligeramente la propuesta de Vane-Wright *et al.* (1991), se siguieron los mismos pasos para analizar las áreas prioritarias a conservar utilizando el cladograma generalizado de área de la Figura 33 (Capítulo 3). Se hizo el análisis hasta llegar al punto en que se obtienen los valores de importancia de cada rama dentro del cladograma. Después se agregaron dos columnas con el número total de especies endémicas y el número de especies exclusivas (utilizando los criterios del Capítulo 2) a cada una de las áreas de endemismo que se ubican en México. Se sacó el cociente del número de especies exclusivas y total de especies endémicas con el valor estandarizado del peso taxonómico básico por separado y se anotaron los resultados en las dos siguientes columnas (Figura 56). Los resultados se categorizaron de mayor a menor, según la importancia que tiene cada área para la conservación por su contenido de endemismos y por su relación con respecto a otras áreas

¹ Los cuadrantes de las tierras bajas del este (TBE) que se incluyeron son todos los que tienen especies endémicas de México, con base en la distribución de otras especies endémicas en esa región, debido a que las especies de la familia Crotaphytidae que quedan en la prioridad 1 en este análisis no son endémicas a México.

Aplicaciones de la biogeografía

Cuadro 19. Prioridades de conservación en los nueve taxa analizados. Las abreviaturas de las áreas son las mismas que las de la figura 31 (Capítulo 3), BCS= Baja California Sur, BCN = Baja California Norte. Sólo se consideran las prioridades de las especies que habitan en México.

| PRIORIDAD | | | | |
|-----------|----------|---------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| EVT (2) | SMEX (2) | TBE (2) | EVT | TBE |
| SMEX | EVT | EVT | SMEX | SMOC |
| TBE | TBO | PCBAL | SMOR | |
| CHG | SMOR | TBO | DSOR | |
| DSOR* | CHG | BCN | CHG | |
| | TAMS | | TAMS | |
| | SMOC | | DCHI | |
| | BCS | | SMOC | |

* Localidades en los Estados Unidos y Baja California.

relacionadas históricamente. Los resultados se anotaron en el Cuadro 20. Los resultados de prioridades de áreas endémicas coinciden en general con los resultados del Capítulo 2 referente a la regionalización de las especies endémicas por regiones fisiográficas. Las regiones más importantes que tienen mayor cantidad de endemismos son el Eje Neovolcánico, las tierras altas del sur de México, la costa del Pacífico y Cuenca del Balsas y las tierras bajas del este. Las áreas con menor prioridad son las tierras con menor número de endemismos: la provincia Tamaulipeca, las tierras altas de Chiapas-Guatemala, la Sierra Madre Oriental, y el desierto de Chihuahua. Habría que poner a prueba el método propuesto aquí en otras regiones para corroborar su validez.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La distribución de frecuencias del tamaño relativo del área que ocupan las especies de anfibios y reptiles endémicas de México sigue un patrón muy similar al que se ha encontrado para otros grupos. Por ejemplo, las especies del género *Bursera* en México (Kohlmann y Sánchez-Colón, 1984), para mamíferos en Norteamérica (Rapoport, 1975, éste último cita otros ejemplos) y para la ocurrencia de localidades de hielos en cuadrados en Sudamérica (Heyer, 1988). Este tipo de distribución es típico del modelo logarítmico de Fisher (Ezcurra, 1990). La gran mayoría de las especies de anfibios y reptiles que son endémicas a México son especies raras biogeográficamente (Ezcurra, 1990, basado en Rabinowitz *et al.*, 1986), debido a que solamente han sido registradas en localidades geográficas muy

pequeñas. En términos conservacionistas esto las hace muy susceptibles a cualquier modificación de su hábitat natural. Además, las especies endémicas de la herpetofauna de México constituyen el 55.7% del total de la herpetofauna del país, por lo que la atención que se le dé a este tipo de especies con fines conservacionistas se justificará plenamente (Rabinowitz *et al.*, 1986).

Cuadro 20. Importancia de las áreas de endemismo de México para la conservación.

| | POR SU CONTENIDO DE ENDEMICOS | POR SU CONTENIDO DE ESP. EXCLUSIVAS |
|----|--|--|
| 1 | EVT | EVT |
| 2 | SMEX | SMEX |
| 3 | PCBAL | TBE |
| 4 | TBE | PCBAL |
| 5 | TBO | SMOR |
| 6 | SMOR | CHG |
| 7 | DSO | TBO |
| 8 | CHG | DSO |
| 9 | TAMS | DCHI |
| 10 | DCHI | TAMS Y SMOC |
| 11 | SMOC | |

El mismo tipo de distribución (logarítmica de Fisher) se presenta en el contenido de número de especies por cuadrado. Esto equivale a considerar los cuadrados como si fueran muestras de recolecta de especies endémicas en el país. Si se quisiera conservar por lo menos a los cuadrados con alta riqueza de especies endémicas se tendría que conservar una superficie más o menos equivalente a 265,000 km², esto equivale al 13.2 % de la superficie del país, ya que México posee casi dos millones de km² (García de Miranda y Falcón de Gyves, 1986).

Sin hacer un análisis exhaustivo de los 106 cuadrados con mayor grado de endemismo, parece ser que los centros de endemismo en México están asociados con las tierras altas (por encima de los 1,000 m.s.n.m.) y con climas templado-húmedos. Sin embargo, estos son datos promedio, ya que atendiendo a los resultados derivados del análisis grueso (Capítulo 2), las tierras bajas de la costa del Pacífico ocupan el segundo lugar en cantidad de herpetoendemismos en el país. Con base en los datos preliminares provenientes de los 12 cuadrados más ricos del país, por lo menos los grandes centros de endemismo están localizados en las tierras altas de México.

| | I | Q | W | P | EXC | END-T | IE | IT |
|--------------|-----------|----------|-------------|-------------|------------|------------|------------------|------------------|
| SMOC | 1 | 64 | 8 | 26.5 | 7 | 53 | 0.2(10) | 2.0(11) |
| DCHI | 2 | 32 | 4 | 13.2 | 9 | 45 | 0.6(9) | 3.4(10) |
| DSON | 2 | 32 | 4 | 13.2 | 24 | 69 | 1.8(8) | 5.2(7) |
| EVT | 6 | 10.6 | 1.3 | 4.3 | 106 | 215 | 24.6(1) | 50.0(1) |
| SMEX | 6 | 10.6 | 1.3 | 4.3 | 79 | 165 | 18.3(2) | 38.3(2) |
| CHG | 5 | 12.8 | 1.6 | 5.3 | 19 | 26 | 3.5(6) | 4.9(8) |
| TALA | 4 | 16 | 2 | 6.6 | ----- | ----- | ----- | ----- |
| PCBAL | 4 | 16 | 2 | 6.6 | 53 | 153 | 8.0(4) | 23.1(3) |
| SA | 5 | 12.8 | 1.6 | 5.3 | ----- | ----- | ----- | ----- |
| TBO | 6 | 10.6 | 1.3 | 4.3 | 13 | 45 | 3.0(7) | 10.4(5) |
| TAMS | 7 | 9.1 | 1.1 | 3.6 | 1 | 13 | 0.2(10) | 3.6(9) |
| TBE | 8 | 8 | 1 | 3.3 | 35 | 54 | 10.6(3) | 16.3(4) |
| SMOR | 8 | 8 | 1 | 3.3 | 12 | 34 | 3.6(5) | 10.3(6) |
| TOTAL | 64 | 8 | 30.2 | 99.8 | 358 | 872 | | |

Figura 55. Prioridades de conservación para las áreas de endemismo de México. Entre paréntesis en negritas está el rango de prioridad de conservación de cada área. IE= resultado del índice para las especies exclusivas de cada región; IT= resultado del índice para todas las especies endémicas en cada región.

De acuerdo con los datos de proporcionalidad de la distribución de las especies de anfibios y reptiles por cuadrado, los reptiles están más ampliamente distribuidos y son más abundantes (en términos relativos) que los anfibios. En términos de áreas protegidas esto se traduce en que por cada cuadrado que se proteja, se protegerán proporcionalmente más especies de reptiles que de anfibios.

La distribución de las especies por transecto dejan ver claramente cómo se incrementa la riqueza de especies endémicas en las tierras altas del país. Casi se dibuja la topografía del país siguiendo la distribución de las especies endémicas en los transectos. La excepción a esta regla son las dos penínsulas en donde se incrementa el número de especies endémicas en el extremo de la península más alejado de su conexión con el continente, en contraste con el fenómeno de efecto de península que se ha encontrado en otras regiones del mundo. Se argumenta que pueden ser factores históricos los determinantes de este patrón (Busack y Hedges, 1984; Lee, 1980, y Sieb, 1980). Por otro lado en este análisis se están empleando solamente especies endémicas.

En el transecto 7 se observa que la alta riqueza de endemismos en la Planicie Costera del Golfo de México se encuentra en la Sierra de Los Tuxtlas, ésta ha sido una región de alto endemismo muy estudiada y reconocida como tal (Firschein y Smith, 1956; y Pérez-Higareda y Navarro, 1980). No se descarta la posibilidad de que la riqueza en ciertas localidades esté influida por la cantidad de estudios de la fauna de las mismas, ya que varios de los transectos pasan por zonas altamente recolectadas en el pasado.

La biogeografía ecológica no explica los patrones de endemismo ni el origen de los centros de endemismo (Cracraft, 1983), por lo que el estudio de la biogeografía histórica es fundamental al tomar decisiones para la conservación. Una crítica a los métodos de la biogeografía ecológica se presenta en Grehan (1989). Como ejemplo de la información útil para la conservación que puede aportar la biogeografía histórica está el estudio de las áreas de endemismo, que puede ser la clave para hacer una planeación conservacionista sólida. El estudio de las relaciones filogenéticas de los grupos nos puede facilitar el discernir entre los grupos apotípicos y los plesiotípicos, que en términos biogeográficos pueden ser los neo-endemismos y los paleo-endemismos y sus interrelaciones. Esta distinción es muy importante para categorizar las zonas a conservar y la calidad de las áreas de endemismos (J. Llorente, com. pers.; una discusión más amplia sobre este tema se encuentra en Flores-Villela, 1991). El método de Vane-Wright *et al.* (1991) parece ser una opción adecuada para solucionar el problema de conservar con base en fundamentos filogenéticos, sin dar el mismo peso a todas las especies como tradicionalmente se ha hecho (sin olvidar que todavía se deben poner a prueba sus fundamentos). Por ejemplo, el análisis siempre da menor valor a los grupos apomórficos que a los plesiomórficos. Además, el método depende en gran medida de la topología del cladograma y por lo tanto los resultados son mejores si hay un buen trabajo cladístico de por medio.

Aplicaciones de la biogeografía

Una vez categorizadas las especies endémicas de amplia distribución y especies microendémicas con base en lo propuesto por Rapoport (1975), la selección de áreas prioritarias para la conservación con base en endemismos es relativamente sencilla, una vez teniendo los datos adecuados y la información cladística pertinente. Sabemos *a priori* que en Mesoamérica la mayoría de las especies endémicas de un mismo género presentan distribuciones ya sea alopátricas o parapátricas, por lo que se podrían identificar varios centros de endemismo en esa región.

Es conveniente el uso de especies endémicas y microendémicas para localizar centros de endemismo en cada tipo de vegetación. Aunque pudiera pensarse que ello representa un sesgo en la protección de sólo algunas especies, éste es uno de los criterios principales utilizados en bioconservación (Diamond, 1986) y se justifica al considerar que las especies endémicas en centros de endemismo pueden ser subgrupos anidados de los biota presentes en ecosistemas continuos (Patterson, 1987). Por lo tanto, al proteger un centro de endemismo también se protegen otras especies de distribución menos restringida.

No es fácil definir un centro de endemismo. No se puede definir solamente por la presencia de una especie endémica, tiene que haber una coincidencia de varias especies endémicas en un lugar geográfico, de preferencia de distintos taxa y capacidades dispersorias. La presencia de una especie endémica en una localidad puede deberse a su dispersión secundaria y extinción en su lugar de procedencia. Para que un área sea un verdadero centro de endemismo, tiene que haber cierta concordancia taxonómico/histórica con otros centros que se pueden identificar por la presencia de otras especies de clados hermanos y quizá de la misma edad filogenética, o muy cercana. Esto con la finalidad de evitar interpretaciones erróneas por dispersión secundaria de una o varias especies endémicas de un lugar a otro. Un centro de endemismo puede ser el lugar geográfico con especies endémicas autóctonas de los biota que han compartido una historia biogeográfica común, la cual se ve reflejada por sus cladogramas de relación taxonómica y de área y que básicamente han especiado *in situ*. La coincidencia de varias especies endémicas en la biota local puede ser el reflejo del patrón histórico que corrobora la existencia del centro de endemismo. Por otro lado, un área de endemismo es una región geográfica en donde hay varios centros de endemismo que tienen una relación histórica y filogenética.

La selección de áreas prioritarias para la conservación con base en las especies endémicas es solamente uno de varios criterios que se pueden utilizar en la planeación conservacionista de las áreas y de la biodiversidad en general. Además, es conveniente tomar en cuenta cuáles son los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies, no sólo de endemismos, y también cuáles son los que tienen más presión humana y cuyas tasas de destrucción son más aceleradas; esto los hace fuertes candidatos para establecer áreas protegidas. La conjunción de estos factores podría contribuir a una mejor planeación de la conservación. Algunos de estos aspectos ya han sido abordados, para México, en su fase preliminar por Flores-Villela y Gerez (1988), que también han considerado la distribución de

la riqueza biológica con base en la división política del país, con lo cual se puede hacer una planeación tanto regional como nacional.

En los últimos años se ha progresado en la conservación de la naturaleza en México. Por ejemplo, la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente ha sido un avance legal importante en este renglón (Bojórquez-Tapia y Flores-Villela, 1991). También se ha incrementado el número de áreas naturales protegidas y se hacen progresos en el conocimiento de la riqueza biológica del país (Flores-Villela y Gerez, 1988; Toledo, 1988). Por consiguiente, es importante presentar alternativas de conservación de la naturaleza con bases biológicas sólidas y utilizando la información disponible de la mejor manera posible. El presente estudio, pretende poner a discusión una opción para la planeación del establecimiento de áreas naturales protegidas, con base en el conocimiento de las especies endémicas, y que ayude a resolver los problemas de conservación de la riqueza biológica. Una mayor cantidad de estudios con diferentes enfoques podrán resultar de beneficio para elaborar estrategias adecuadas para atacar los múltiples problemas de protección de la naturaleza que tiene México.

CONCLUSIONES GENERALES.

Capítulo 1.

-Los anfibios de México están más pobremente conocidos que los reptiles, debido a que todavía quedan por describirse una gran cantidad de especies de este grupo.

-La mitad de las familias de herpetozoos del mundo viven en México y casi un séptimo de los géneros de anfibios y reptiles del mundo. El 9.4% de las especies de estos dos grupos viven en México.

-El 71% de la herpetofauna de México está representada por los reptiles.

-El 6.1% de los géneros de anfibios y reptiles (que son los que tienen más de 20 especies en México) contienen al 38.2% de todas las especies de la herpetofauna del país.

-Más de la mitad de las especies de herpetozoos de México se agrupan en géneros que no tienen más de 9 especies.

-La fauna de salamandras de México es la más rica de todos los grupos de herpetozoos del país, pues presenta los porcentajes más altos de géneros y especies con relación a la fauna del resto del mundo: 38% de los géneros y 29.4% de las especies del mundo.

-Considerando solamente a las familias de anfibios y reptiles que viven en México, hay 19% de los géneros y el 11.7% de las especies del mundo en el país.

-Más de la mitad de las especies de anfibios y reptiles que viven en México son endémicas al país; las cuales representan el 5.4% y el 7.1% de las especies de anfibios y reptiles del mundo respectivamente.

-El Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur son las regiones que poseen el mayor porcentaje de endemismos del país, así como el mayor porcentaje de especies de distribución limitada.

-Las tierras bajas de la costa del Pacífico y la Cuenca del Balsas están en segundo lugar en cuanto a riqueza de endemismos en México.

-El alto porcentaje de endemismos en la zona de Sonora y Baja California se debe a las especies endémicas de las islas del Golfo de California que también son las islas con mayor proporción de especies endémicas en México.

-El 48.9% de las especies de anfibios endémicos viven en el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur y pertenecen a las familias más numerosas de esta clase que viven en México.

Conclusiones

-Los reptiles endémicos están bien distribuidos en el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, tierras bajas de la costa del Pacífico y en Sonora y Baja California.

-Las regiones menos ricas en endemismos son la Sierra Madre Oriental y las tierras subhúmedas extratropicales de Nuevo León y Tamaulipas.

-De acuerdo al análisis de similitud faunística sólo hay dos grupos de regiones fisiográficas que se parecen por su contenido de faunas. El primero lo constituyen el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Oriental y tierras subhúmedas extratropicales de Nuevo León y Tamaulipas. El segundo grupo lo forman las tierras bajas de la costa del Pacífico y Cuenca del Balsas con la Sierra Madre Occidental. Las otras regiones son muy diferentes entre sí y forman entidades separadas.

-El número de especies endémicas en cada una de las regiones naturales de México no está determinado por el tamaño de cada área. El número de especies exclusivas de cada región no está determinado por la presencia del total de especies endémicas. Posiblemente otros factores, posiblemente históricos, climáticos y/o ecológicos, determinan la presencia de las especies endémicas en las proporciones que se conocen actualmente en cada una de las regiones.

Capítulo 2.

-Existe cierto grado de correspondencia entre las divisiones del programa de clasificación y algunas de las regiones fisiográficas del país. Posiblemente esta correspondencia obedece a los factores climáticos altitudinales y de vegetación que gobiernan la distribución de los anfibios y reptiles y se ven reflejados indirectamente en la distribución por regiones fisiográficas.

-La influencia de la distribución de los reptiles en los patrones generales de distribución de la herpetofauna es muy importante. Esto se debe a que los reptiles están más ampliamente distribuidos que los anfibios y son más abundantes.

-El Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur son regiones muy complejas por la composición de su herpetofauna y son difíciles de diferenciar en elementos más pequeños.

-La regionalización utilizando métodos multivariados y las que se han hecho por métodos intuitivos son, en términos generales, muy similares. Sin embargo los primeros métodos son más exactos y verificables estadísticamente.

-El análisis por métodos cuantitativos, permite detectar y corroborar las diferencias de opinión de muchos autores con relación a la subdivisión de varias provincias bióticas que se han reconocido como complejas. Tal es el caso del Eje Neovolcánico, la provincia

Veracruzana, la Sierra Madre del Sur, la porción sur de la costa del Pacífico, las Sierras Madre Oriental y Occidental.

-Los análisis de regionalización por métodos multivariados son muy útiles en estudios de asociaciones a nivel de comunidad. Debido a que no se ha demostrado plenamente la coincidencia de las divisiones derivadas de estos análisis con eventos históricos, su utilidad para explicarlos es prácticamente nula.

Capítulo 3.

-A pesar de las diferencias del origen de la biota de México y Centroamérica señaladas por diferentes autores, se pueden distinguir unidades históricas equivalentes de la fauna de estas dos regiones en diferentes grupos, lo que evidencia historias biogeográficas compartidas.

-Es claro que en la conformación de la biota de México y Centroamérica han estado involucrados eventos de dispersión y vicarianza. Sin embargo los eventos de dispersión deben concebirse como oleadas de biota selectos y no como eventos independientes y asincrónicos de algunos grupos.

-Todavía existe gran controversia sobre el efecto de los cambios climáticos del Pleistoceno sobre la distribución y especiación de la biota de América, en especial de México y Centroamérica. Esto dificulta la explicación del origen de los endemismos, en particular de las tierras altas y de la costa del Pacífico.

-Con base en la biogeografía narrativa tomada principalmente de Savage, se pueden diferenciar 13 áreas de endemismo en México y Centroamérica.

-Existe una estrecha relación histórica entre los desiertos de Sonora y Chihuahua y por otro lado entre las tierras altas del centro y sur de México y las de Centroamérica. Estas relaciones se pueden observar en los dos cladogramas generalizados de área, uno derivado de la biogeografía narrativa y otro del análisis de simplicidad biogeográfica.

-La falta de concordancia absoluta entre los cladogramas generalizados de área de las Figuras 30 y 33, se pueden deber a varios factores: interpretación errónea de los eventos vicariantes y de dispersión; la complejidad geológica de la zona; los diferentes marcos históricos a los que pertenece la fauna de la región; elección errónea de las áreas de endemismo; y a que los eventos de dispersión puedan oscurecer la correcta interpretación de los patrones de endemismo.

-El método de análisis de Simplicidad Biogeográfica demostró ser una herramienta útil de análisis en un zona tan compleja geológicamente como México y Centroamérica, aunque falta comparar resultados con otros métodos para buscar concordancia entre los mismos.

Conclusiones

-El sur de México, la península de Baja California y Centroamérica son áreas biogeográficamente compuestas y por lo tanto la interpretación histórica del origen de sus faunas es complicada y se requiere de métodos más adecuados para este tipo de áreas. Sin embargo, el método de simplicidad biogeográfica arroja resultados alentadores.

Capítulo 4.

-Más de la mitad de las especies de anfibios y reptiles endémicos a México tienen áreas de distribución menores a 20.2295 Km², por lo que pueden ser consideradas como especies microendémicas.

-Son muy pocas las áreas geográficas con elevado número de especies endémicas en México, aunque hay especies endémicas en más de la mitad del país.

-Solamente 108 cuadrados de un total de 493, tienen más de 13 especies endémicas. Estos 108 cuadrados son los de mayor endemividad en México y representan el 22% de los cuadrados ocupados por las especies endémicas de anfibios y reptiles.

-Sobresalen 12 de los 108 cuadrados con elevada riqueza del país. Estos cuadrados están ubicados en regiones por arriba de los 1,000 m.s.n.m., tienen climas templado-húmedos, y están a su vez en las regiones de mayor endemividad del país.

-La proporción de especies de reptiles con relación al número de especies de anfibios por cuadrado es superior a la proporción global de especies de estos dos grupos presentes en México. Esto refuerza el dato, de que los reptiles están más ampliamente distribuidos y son más abundantes que los anfibios.

-La distribución de la riqueza de especies endémicas a lo largo y ancho del país, se puede apreciar por medio de transectos, en donde se nota la relación entre el número de endemismos y la topografía.

-Con base en la metodología de análisis filogenético para la conservación de Vane-Wright *et al.* (1991), se detectaron cuatro áreas prioritarias para conservar en México. Estas son en orden de prioridad: el Eje Volcánico Transversal; la Sierra Madre del Sur y tierras altas del Norte de Oaxaca; el sur de la Planicie Costera del Golfo; y las tierras altas de Chiapas-Guatemala.

-Combinando los resultados del número de especies por cuadrado y las prioridades de conservación derivadas del análisis filogenético, quedarían dentro de las áreas de primera prioridad 10 de los 12 cuadrados con elevada riqueza de endemismos.

-Haciendo el análisis de prioridades de conservación utilizando áreas de endemismo en lugar de taxa, se obtienen resultados concordantes con la cantidad de especies endémicas que habitan en ellas. En los primeros lugares de prioridad quedan las regiones de mayor endemividad y en los últimos lugares las regiones que tienen pocos endemismos. Esta metodología puede ser muy útil para evaluar áreas prioritarias para la conservación con base en especies endémicas.

COMENTARIOS FINALES

México es uno de los países que posee mayor número de especies de anfibios y reptiles. La herpetofauna de México es una de las mejor conocidas entre los países de América Latina. Sin embargo sigue aumentando el conocimiento relativo al número de especies de anfibios y reptiles que se conocen. Los factores que posiblemente han causado esta riqueza tan sobresaliente, son la historia geológica, una geografía compleja (clima y fisiografía), la diversidad de tipos de vegetación, posición latitudinal y la extensión del país. Los procesos de aislamiento y especiación que son consecuencia de estos factores han resultado en un complejo mosaico de endemismos en anfibios y reptiles.

Las especies endémicas se encuentran asociadas principalmente a los bosques de las tierras altas del país, como son: el bosque mesófilo de montaña, de coníferas y de pino-encino. Otra de las regiones con gran cantidad de especies endémicas son las selvas medianas y deciduas de la vertiente del Pacífico. Este patrón de endemismos contrasta con lo encontrado en Sudamérica donde la mayor cantidad de endemismos se ha registrado en las selvas húmedas, los cuales han sido explicados por la teoría de los refugios pleistocénicos. En México, los efectos derivados de los cambios climáticos pleistocénicos, y otros factores prepleistocénicos como la antigüedad del área y la topografía, han determinado la presencia de gran cantidad de especies endémicas en las comunidades de bosques montanos y de las selvas secas de la costa del Pacífico.

Aunque algunas de las regiones fisiográficas tienen influencia sobre la distribución de la herpetofauna, hay regiones que alojan comunidades de anfibios y reptiles más complejas que las que en apariencia determina la fisiografía, provocando divisiones provinciales locales dentro de algunas de estas regiones. Posiblemente, los factores mesoclimáticos y/o microclimáticos, la variación en la topografía a pequeña escala y la influencia de los cambios de vegetación, influyen en la composición de las faunas de anfibios y reptiles, generando divisiones locales de diferenciación espacial. Estas divisiones en biogeografía ecológica se llaman distritos, subprovincias y provincias bióticas. La detección de estas asociaciones ayuda a comprender mejor la organización de las comunidades en el presente.

La interpretación histórica del origen y desarrollo espacio-temporal de la herpetofauna se basa en otros conceptos y métodos, diferentes a los que utiliza la biogeografía ecológica. La interpretación de los fenómenos que provocan los patrones de distribución que actualmente conocemos, nos conduce al estudio de la evolución de las áreas de endemismo, objeto de estudio de la biogeografía histórica. Si la evolución de las áreas de endemismo se consolida como el punto central para estudiar la distribución de la biota en el mundo, entonces la separación entre las interpretaciones de la biogeografía ecológica y la histórica tendrán en la interrelación de las áreas de endemismo la línea divisoria para dos disciplinas que intentan estudiar la distribución de los organismos desde dos ópticas diferentes: sistemas-interacciones y genealogía más divergencia (historia evolutiva espacial).

Los métodos de la biogeografía ecológica se han empleado en las últimas dos décadas

para diseñar áreas protegidas. Sin embargo, los criterios para elegir áreas para la conservación, en ese mismo periodo, han sido ambiguos o demasiado particulares. Por ejemplo, se han creado áreas protegidas alrededor de especies en peligro de extinción o para proteger hábitats singulares. Sólo recientemente se han propuesto algunos criterios que toman en cuenta la riqueza biológica y la protección de áreas con especies endémicas. Para la identificación de estas áreas se requiere de un sistema geográfico de información y bases de datos complejas.

La metodología cladista ha empezado a influir en otras disciplinas además de la sistemática y la ecología, como por ejemplo la planeación para la conservación. Ya se han propuesto algunas alternativas para evaluar la información taxonómica de cladogramas y por ende de las áreas de endemismo que habitan los taxa. Estos criterios consideran la información de las relaciones de ancestría descendencia de grupos monofiléticos. La historia de las áreas, e indirectamente el endemismo y las distintas facetas de la biodiversidad, son útiles para tomar decisiones de conservación.

La aplicación de los métodos cladistas en la planeación de áreas protegidas arroja resultados concordantes con la identificación previa de regiones de alta riqueza herpetofaunística en el país. Esto es un buen indicio para empezar a considerar seriamente la aplicación de criterios más racionales para proteger áreas con elevada riqueza biológica y alto endemismo. Algunas de estas áreas probablemente han sido muy importantes en la evolución de los anfibios y reptiles y de otros biota en México.

**LITERATURA
CITADA**

- Adest, G.A. 1977. Genetic relationships in the genus *Uma* (Iguanidae). *Copeia* 1977(1):47-52.
- Alvarez, T. y Lachica, F. de. 1974. La zoogeografía de los vertebrados de México. *in*. Lorenzo, J.L. (coordinador). El escenario geográfico, recursos naturales. *Inst. Nal. Antropol. Hist. México*:219-302.
- Arita, H. (en preparación). Riqueza de especies de la mastofauna de México. Manuscrito 19 pp.
- Axelrod, D.I. 1975. Evolution and Biogeography of Madrean-Tethyan Sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62(2):280-334.
- Bates, H.W. 1888-1889. *Biologia Centrali-Americana Insecta Coleoptera*. Vols. 1-2. Porter, London.
- Behler, J.L. y King, F.W. 1979. The Audubon Society field guide to North American Reptiles and Amphibians. A.A. Knopf, New York 718 pp.
- Beltrán, E. 1982. Contribución de México a la biología, pasado, presente y futuro. *CECSA, México*: 121 pp.
- Bezy, R.L. y Sites, J.W. 1987. A preliminary study of allozyme evolution in the lizard family Xantusiidae. *Herpetologica* 43(3):280-292.
- Blair, W.F. 1972. *Bufo* of North and Central America. *in* W.F. Blair. Evolution in the genus *Bufo*. Univ. of Texas Press, Austin. Cap. 7. pp:93-101.
- Bock, C.E., Mitton, J.B. y Lepthien, L.W. 1972. Winter biogeography of North American fringillidae (Aves): a numerical analysis. *Syst. Zool.* 27(4):411-420.
- Bock, C.E. y Smith, H.M. 1982. Biogeography of North American amphibians: a numerical analysis. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 85(4):177-186.
- Bock, J.H., Bock, C.E. y Fritz, R.J. 1981. Biogeography of Illinois reptiles and amphibians: a numerical analysis. *Am. Mid. Nat.* 106(2):258-270.
- Bojórques-Tapia, L.A. y Flores-Villela, O. 1991. Aspectos legales y metodológicos de la bioconservación en México. *Memorias del Seminario sobre Conservación de la Diversidad Biológica de México*. Fac. de Ciencias, UNAM y WWF, México. (2):1-23.

Literatura

- Brooks, D.R. 1990. Parsimony analysis in historical biogeography and coevolution: methodological and theoretical update. *Syst. Zool.* 39(1):14-30.
- Brooks, D.R. y McLennan, D.A. 1991. Phylogeny, ecology, and behavior, a research program in comparative biology. Chicago Univ. Press., Chicago: 434 pp.
- Brown, J.H. y Gibson, A.C. 1983. *Biogeography*. The C.V. Mosby Co. St. Louis: 643 pp.
- Brown, K.S. 1987. Biogeography and evolution of neotropical butterflies. *in*. T.C. Whitmore y G.T. Prane (eds.). *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Cap 4. Clarendon Press, Oxford:66-104.
- Brown, W.C. y Alcala, A.C. 1961. Populations of amphibians and reptiles in the submontane forest of cuernos de negro, Philippine Islands. *Ecology* 42(4):628-636.
- Busack, S.D. y Hedges, S.B. 1984. Is the penninsular effect a red herring?. *Am. Nat.* 123(2):266-275.
- Cadle, J.E. 1985. The neotropical colubrid snake fauna (Serpentes: Colubridae): lineage components and biogeography. *Syst. Zool.* 34(1):1-20.
- Campbell, J.A. 1976. A new terrestrial pit viper of the genus *Bothrops* (Reptilia, Serpentes, Crotalidae) from Western México. *J. Herp.* 10(3):151-160.
- Campbell, J.A. 1984. A new species of *Abronia* (Sauria: Anguinae) with comments on the herpetogeography of the highlands of Southern México. *Herpetologica* 40(4):373-381.
- Campbell, J.A. y Lamar, W.W. 1989. The venomous reptiles of Latin America. Comstock Pub. Asoc. Ithaca, New York pp:1-425.
- Comisión Editora de las Obras de Francisco Hernández, 1984. Comentarios a la obra de Francisco Hernández. Univ. Nal. Autón. de México, México: 376 pp.
- Conant, R. 1975. A field guide to reptiles and amphibians of the Eastern and Central North America. 2a. edic. Houghton Mifflin Co. Boston 429 pp.
- Cracraft, J.L. 1983. discusión en: Simberloff, D. 1983. *Biogeography: the unification and maturation of a science*. p. 411-473 En (Brush, A.H. & G.H. Clark. eds.) *Perspectives in Ornithology* Cambridge University Press.

- Cracraft, J.L. 1985. Historical Biogeography and Patterns of Differentiation Within the South American Avifauna: Areas of Endemism. *in* . P.A. Buckley, M.S. Foster, E.S. Morton, R.S. Ridgely, & F.G. Buckley (eds). Neotropical Ornithology. Am. Ornith. Union Ornithol. Monogh. (36): 49-84.
- Cracraft, J. 1986. Origin and evolution of continental biotas: speciation and historical congruence within the Australian avifauna. *Evolution* 40(5):977-996.
- Cracraft, J. 1988. Deep-history biogeography: retrieving the historical pattern of evolving continental biotas. *Syst. Zool.* 37(3):221-236.
- Cracraft, J. y Prum, R.O. 1988. Patterns and processes of diversification: speciation and historical congruence in some neotropical birds. *Evolution*, 42(3):603-620.
- Craw, R. 1988a. Panbiogeography: method and synthesis in biogeography. *in* . A.A. Myers y P.S. Giller (eds.) Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions. Chapman and Hall, London: Cap. 13:405-435.
- Craw, R. 1988b. Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and Chatham Islands. *Syst. Zool.* 37(3):291-310.
- Crisci, J.V. y Morrone, J.J. 1990. En busca del paraíso perdido: la biogeografía histórica. *Ciencia Hoy* 1(5):26-34.
- Crisci, J.V., Cigliano, M.M., Morrone, J.J. y Roig-Juñent, S. 1991. Historical biogeography of southern South America. *Syst. Zool.* 40(2): en prensa.
- Croizat, L. G. Nelson y D.E. Rosen. (1974). Centers of origin and related concepts. *Syst. Zool.* 23(2):265-287.
- Crother, B.I., Miyamoto, M.M. y Presch, W.F. 1986. Phylogeny and biogeography of the lizard family Xantusiidae. *Syst. Zool.* 35(1):37-45.
- Crowe, T.M. y Crowe, A.A. 1982. Patterns of distribution, diversity and endemism in afrotrropical birds. *J. Zool. London.* 198:417-442.
- Del Castillo, M. 1988. Another approach to the world biogeography of the families of island fishes. *Syst. Zool.* 37(1):34-46.

Literatura

- Delgadillo M., C. 1979. Mosses and phytogeography of the *Liquidambar* forest of Mexico. *The Bryologist* 82(3):432-449.
- Delgadillo M., C. 1986. The Meso-American element in the moss flora of Mexico. *Linbergia* 12:121-124.
- Delgadillo M., C. 1987. Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of Mexico. *J. Biogr.*, 14:69-78.
- Diamond, J. 1986. The Design of a Nature Reserve System for Indonesian New Guinea. pp. 485-503. *in* M.E. Soulé, (ed.). *Conservation Biology, The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Dice, L.R. 1939. The Sonoran biotic province. *Ecology* 20(2):118-129.
- Duellman, W.E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 13(2):19-72.
- Duellman, W.E. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacán, México. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 15(1):1-148.
- Duellman, W.E. 1965. A biogeographic account of the herpetofauna of Michoacán, México. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 15(14):627-709.
- Duellman, W.E. 1966. The Central American herpetofauna: an ecological perspective. *Copeia*, 1966(4):700-719.
- Duellman, W.E. 1970. The hylid frogs of Middle America. *Mongr. Mus. Nat.Hist. Univ. Kansas.* (1):1-753.
- Duellman, W.E. y Duellman, A.S. 1959. Variation, distribution, and ecology of the iguanid lizard *Enyaliosaurus clarki* of Michoacán, México. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (598):1-10.
- Dugès, A.A. 1896. Reptiles y batracios de los Estados Unidos Mexicanos. *Naturaleza* 2(2):479-485.
- Dundee, H.A. 1989. Higher category name usage for amphibians and reptiles. *Syst. Zool.* 38(4):398-406.
- Escalante-Pliego, P., Navarro-Sigüenza, A. y Peterson, T.A. 1991. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. *in*. Ramamoorthy,

- T.P., R. Bye, and J. Fa. (eds). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Oxford Univ. Press, (en prensa).
- Ezcurra, E. 1978. El uso de un método numérico para la determinación de regiones biogeográficas. *Ecología Argentina* 3:3-9.
- Ezcurra, E. 1990. ¿Por que hay tantas especies raras?. la riqueza y rareza biológicas en las comunidades naturales. *Ciencias, Num. Esp. (4) Ecología y Conservación en México.*:82-88.
- Ezcurra, E. y Equihua, M. 1984. La teoría de información aplicada a la clasificación de datos biológicos. En *Métodos cuantitativos en la Biogeografía*. Inst. Ecol. Pub. (12):9-39.
- Ezcurra, E., Rapaport, E.H. y Marino, C.R. 1978. The geographical distribution of insects pests. *J. Biogr.* 5:149-157.
- Fa. J.E. 1989. Conservation-motivated analysis of mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *Nat. Geog. Res.* 5(3):296-316.
- Farris, J.S. 1988. Hennig'86, Version 1.5
- Farris, J.S. 1989. The retention index and the rescaled consistency index. *Cladistics*, 5: 417-419.
- Firschein, I.L. y Smith, 1956. A new fringed-limbed *Hyla* (Amphibia: Anura) from a new faunal district of Mexico. *Herpetologica* 12(1):17-21.
- Flores-Villela, O. 1982. Contribución a la historia de la herpetología en México. Ponencia en la Reunión Latinoamericana de Historiadores de la Ciencia, Puebla, México. 35 pp.
- Flores-Villela, O. 1991. The herpetofauna of Mexico, distribution and endemism. *in*. Ramamoorthy, T.P., Bye, R. y Fa, J. (eds). *Biological Diversity of Mexico: origins and distributions*. Oxford University Press, (en prensa).
- Flores-Villela, O. (en revisión). Anfibios y Reptiles de las Selvas Húmedas de México. en *Las Selvas Húmedas de México*. *In* Guevara, S. y Purata, S. (eds) *Las Selvas Húmedas de México*. Manuscrito 38 pp.

Literatura

- Flores-Villela, O. y Gerez, P. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB-Conservation International, Mexico: 302 pp.
- Flores-Villela, O. y Muñoz-Alonso, A. (en revisión). Herpetofauna del Parque estatal de Omiltemi. *in*. Luna, I. y Llorente-Bousquets, J. Historia Natural del Parque Estatal de Omiltemi, Guerrero. F.C. UNAM, Gob. Estado de Guerrero. 35 pp.
- Flynn, J.J. 1986. Faunal provinces and the Simpson coefficient. *in*. Flanagan, K.M. y Lillegraven, J.A. (eds.). Vertebrate phylogeny and philosophy. Cont. Geol. Univ. Wyoming Sp. Pub., Laramie, Wyoming (3):317-338.
- Funk, V.A. 1985. Phylogenetic patterns and hybridization. An. Missouri Bot. Gard. 72(4):681-715.
- Gadow, H. 1905. The distribution of Mexican amphibians and reptiles. Proc. Zool. Soc. London 1905(2):191-244.
- García de Miranda, E. y Falcón de Gyves, Z. 1986. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. 7a. Edic. Porrúa, México 219 pp.
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. Ann. Missouri Bot. Gard. 69:557-593.
- Golden Software. 1983, Plotcall version 1.12.
- Goldman, E.A. y Moore, R.T. 1946. The biotic provinces of Mexico. J. Mam. 26(4): 347-360.
- Good, D.A. 1988. Phylogenetic relationships among Gerrhonotinae lizards: an analysis of external morphology. Univ. California Pub. Zool. 121:1-139.
- Grehan, J.R. 1989. Panbiogeography and the conservation science in New Zealand. New Zealand J. Zool., 16:731-748.
- Grismer, L.L. 1988. Geographic variation, taxonomy, and biogeography of the anguid genus *Elgaria* (Reptilia: Squamata) in Baja California, Mexico. Herpetologica 44(4):431-439.

- Grismer, L.L. 1990. Relationships, taxonomy and biogeography of the *Masticophis lateralis* complex in Baja California, Mexico. *Herpetologica* 46(1):66-77.
- Hagmeier, E.M. 1966. A numerical analysis of the distributional patterns of North American Mammals. II Re-evaluation of the provinces. *Syst. Zool.* 15(4):279-299.
- Hagmeier, E.M. y Stults, C.D. 1964. A numerical analysis of the distributional patterns of North American mammals. *Syst. Zool.* 13(3):125-155.
- Halffter, G. 1961. Explicación preliminar de la distribución geográfica de los Scarabaeidae mexicanos. *Acta Zool. Mex.* 5(4-5):1-17.
- Halffter, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Fol. Ent. Mex.* (6):1-108.
- Halffter, G. 1974. Elements anciens de l'entomofaune neotropical: ses implications biogéographiques. *Quaest. Entomol.* 10:223-262.
- Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Fol. Ent. Mex.* (35):1-64.
- Halffter, G. 1978. Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el Mesoamericano de Montaña. XII Congr. Nal. de Entomología. *Fol. Ent. Mex.* (39-40):219-222.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the Montane Entomofauna of Mexico and Central America. *Ann. Rev. Entomol.* 32:95-114.
- Halffter, G. y Matthews, E.G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mex.* 12-14:1-322.
- Hanken, J. y Wake, D.B. 1982. Genetic differentiation among Plethodontid salamanders (genus *Bolitoglossa*) in Central and South America: implications for the South American invasion. *Herpetologica* 38(2):272-287.
- Hardy, L.M. y McDiarmid, R.W. 1969. The amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 18(3):39-252.
- Harris, L.D. 198X. The fragmented forest. Chicago Univ. Press., Chicago: 211 pp.
- Hauge, P.; Terborg, J.; Winter, B.; y Parkinson, J. 1986. Conservation priorities in the Philippine archipelago. *Forktail* 2:83-91.

Literatura

- Henderson, R.W. & L.G. Hoervers. 1975. A Checklist and Key to the Amphibians and Reptiles of Belize, Central America. Cont. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus. (5):1-63.
- Hendrickson, D.A. 1986. Congruence of Bolitoglossine biogeography and phylogeny with geologic history: paleotransport on displaced suspect terranes?. Cladistics 2(2):113-129.
- Hengeveld, R. 1990. Dynamic biogeography. Cambridge Univ. Press. Cambridge:249.
- Heyer, W.R. 1967. A herpetofaunal study of an ecological transect through the cordillera de Tilarán, Costa Rica. Copeia 1967(2):259-271.
- Heyer, W.R. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. pp. 245-273. in P.E. Vanzolini y W.R. Heyer (eds.) Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. Acad. Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro.
- Hillis, D.M. y De Sá, R. 1988. Phylogeny and taxonomy of the *Rana palmipes* group (Salientia: Ranidae). Herp. Mongr. (2):1-26.
- Hillis, D.M.; Frost, J.S. y Wright, D.A. 1983. Phylogeny and biogeography of the *Rana pipiens* complex: a biochemical evaluation. Syst. Zool. 32(2):132-143.
- Horton, D. 1973. The concept of zoogeographic subregions. Syst. Zool. 22(2):191-195.
- Huheey, J.E. 1965. A mathematical method of analyzing biogeographical data. I. Herpetofauna of Illinois. Am. Mid. Nat. 73(2):490-500.
- Humphries, C.J., Ladiges, P.Y., Roos, M. y Zandee, M. 1988. Cladistic biogeography. in A.A. Myers y P.S. Giller (eds.) Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions. Chapman and Hall, London: Cap. 12:371-404.
- Johnson, J.D. 1989. A biogeographic analysis of the herpetofauna of Northwestern nuclear Central America. Cont. Biol. Geol Milwaukee Pub. Mus. (76):1-66.
- Johnson, J.D. 1990. Biogeographic aspects of the herpetofauna of the Central Depression of Chiapas, México, with comments on surrounding areas. Sothwtr. Nat. 35(3):268-278.

- Kaiser, G.W.; Lefkovich, L.P. y Howden, H.F. 1972. Faunal provinces in Canada as exemplified by mammals and birds: a mathematical consideration. *Can. J. Zool.* 50:1087-1104.
- Kikkawa, J. y Pearse, K. 1969. Geographical distribution of land birds in Australia-A numerical analysis. *Aust. J. Zool.* 17:821-840.
- Kohlmann, B. y Halfpfer, G. 1988. Cladistic and biogeographical analysis of *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae) of Mexico and the United States. *Fol. Ent. Mex.* 74:109-130.
- Kohlmann, B. y Halfpfer, G. 1990. Reconstruction of a specific example of insect invasion waves: the cladistic analysis of *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) and related genera in North America. *Quaest. Entomol.* 26(1):1-20.
- Kohlmann, B. y Sánchez-Colón, S. 1984. Estudio areográfico del género *Bursera* Jacq. Ex L. (Burseraceae) en México: una síntesis de métodos. En *Métodos cuantitativos en la Biogeografía* Inst. Ecol. Pub. (12):41-120.
- Lamb, T.; Avise, J.C. y Gibbons, J.W. 1989. Phylogeographic patterns in mitochondrial DNA of the desert tortoise (*Xerobates agassizi*), and evolutionary relationships among the North American gopher tortoises. *Evolution*, 43(1):76-87
- Lang, M. 1989. Phylogenetic and biogeographic patterns of basiliscine iguanians. *Bon. Zool. Mongr.* (28):1-171.
- Lee, J.C. 1980. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Yucatan Peninsula. *Misc. Pub. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist.* (67):1-75.
- Legler, J.M. 1990. The genus *Pseudemys* in Mesoamerica: taxonomy, distribution, and origins. in Gibbons, J.W. (ed). *Life history and ecology of the slider turtle*. Cap 7. Smithsonian Inst. Press, Washington D.C. pp:82-105.
- Lewis, W.H. 1971. High floristic endemism in low cloud forest of Panama. *Biotropica* 3(1):78-80.
- Llorente, J. 1983. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphinae de México con especial referencia al género *Enatia* Huebner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entom. Mex.* (58):1-207.

Literatura

- Llorente, J. y Espinosa, D. 1991. Una síntesis de las controversias en la biogeografía histórica contemporánea. *Ciencia, Revista de la Academia de la Investigación Científica, Mexico*, 41(3): (en prensa).
- Llorente, J. y Luis, M.A. 1991. Diversity and conservation of butterflies of Mexico: The papilionidae (Lepidoptera: Papilionidae). *in* Ramamoorthy, T.P., Bye, R. y Fa, J. (eds). *Biological Diversity of Mexico: origins and distributions*. Oxford University Press, (en prensa).
- Lynch, J.D. 1988. Refugia. *in* A.A. Myers y P.S. Giller (eds.) *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman and Hall, London: Cap. 10:311-342.
- Martin, P.S. 1958. A biogeography of reptiles and amphibians in the Gómez Farías region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan*. (101):1-102.
- Martin, P.S. y Harrel, B.E. 1957. The pleistocene history of temperate biotas in Mexico and Eastern United States. *Ecology*, 38(3):468-480.
- Maxon, L.R. 1984. Molecular probes of phylogeny and biogeography in toads of the widespread genus *Bufo*. *Mol. Biol. Evol.* 1(4):345-356.
- Maxon, L.R., Song, A. y Lopata, R. 1981. Phylogenetic relationships among North American toads, genus *Bufo*. *Biochem. Syst. Ecol.* 9(4):347-350.
- Maxon, L.R. y Wilson, A.C. 1975. Albumin evolution and organismal evolution in tree frogs (Hylidae). *Syst. Zool.* 24(1):1-15.
- Mickevich, M.F. 1981. Quantitative phylogenetic biogeography. *In* Funk, V.A. y Brooks, D.R. (Eds.). *Advances in Cladistics, Proc. First Meet. Willi Hennig Soc.* New York Bot. Garden: 209-222.
- Milstead, W.W. 1967. Fossil Box Turtles (*Terrapene*) from Central North America, and Box Turtles from Eastern Mexico. *Copeia* 1967 (1):168-179.
- Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. *in* E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. Nat. Acad. Press. Washington D.C.: 145-154.
- Montanucci, R.R. 1987. A Phylogenetic Study of the Horned Lizards, Genus *Phrynosoma*, Based on Skeletal and External Morphology. *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (390):1-36.

- Moore, R.T. 1945. The Transverse Volcanic biotic province of Central Mexico and its relationship to adjacent provinces. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 10(12):217-236.
- Morafka, D.J. 1977. A biogeographic analysis of the Chihuahuan desert through its herpetofauna. *Biographica Dr. W. Junk B. V. Publ. The Hague* 9:313.
- Morrone, J.J. y Crisci, J.V. 1990. Panbiogeografía: fundamentos y métodos. *Evolución Biológica* 4:119-140.
- Muñoz-Alonso, L.A. 1988. Estudio herpetofaunístico del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, Mpio. de Chilpancingo, Guerrero. Tesis Prof. Fac. de Ciencias UNAM, México: 111 pp.
- Murphy, R.W. 1975. Two new blind snakes (Serpentes: Leptotyphlopidae) from Baja California, Mexico with a contribution to the biogeography of peninsular and insular herpetofauna. *Proc. California Acad. Sci.* 4, 90(5):93-107.
- Murphy, R.W. 1983. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California Herpetofauna. *Occ. Pap. Calif. Acad. Sci.* (137):1-48.
- Myers, C.W. 1974. The systematics of *Rhadinaea* (Colubridae), a genus of New World snakes. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 153(1):1-262.
- Nelson, G. 1973. Comments on Leon Croizat's biogeography. *Syst. Zool.* 22(3):312-320.
- Nelson, G. y Platnick, N. 1981. Systematics and biogeography cladistics and vicariance. Columbia Univ. Press. New York: 567 pp.
- Nelson, G y Platnick, N. 1984. Biogeography. *Oxford/Carolina Biology Readers* (119):1-16.
- Noonan, G.R. 1988. Biogeography of North American and Mexican insects, and a critique of vicariance biogeography. *Syst. Zool.* 37(4):366-384.
- Noss, R.F. y L.D. Harris. 1986. Nodes, Networks, and MUMs: Preserving Diversity at All Scales. *Environ. Manage.* 3:299-309.
- Nowak, R.M. y Paradiso, J.L. 1983. Walker's mammals of the world. 4a. Edic. John Hopkins 2 Vols.:1362 pp.
- Page, R.D.M. 1987. Graphs and generalized tracks: quantifying Croizat's panbiogeography. *Syst. Zool.* 36(1):1-17.

Literatura

- Page, R.D.M. 1988. Quantitative cladistic biogeography: constructing and comparing area cladograms. *Syst. Zool.* 37(3):254-270.
- Page, R.D.M. 1989a. Component user's manual, release 1.5.
- Page, R.D.M. 1989b. Comments on component-compatibility in historical biogeography. *Cladistics*, 5:167-182.
- Patrick, B. 1989. Panbiogeography and the amateur naturalist with reference to conservation implications. *New Zealand J. Zool.*, 16:749-755.
- Patterson, B.D. 1987. The Principle of Nested Subsets and Its Implications for Biological Conservation. *Conservation Biology*, 1:323-334.
- Patterson, B.D. y Atmar, W. 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. En L.D. Heaney y B.D. Patterson (eds.) *Island Biogeography of mammals*. Academic Press y Linnean Soc. London: *Biol. J. Linn. Soc.*, (28):65-82.
- Peláez Goycochea, A. 1990. Localización geográfica por medio de computadores, ejemplos de su aplicación en florística. Tesis Profesional Fac. de Ciencias UNAM. México:41 pp.
- Pelcastre-Villafuerte, L. 1991. Anfibios y reptiles de Veracruz: uso del sistema de información climático-cartográfica INIREB-IBM. Tesis Profesional Fac. de Ciencias UNAM. México:206 pp.
- Pérez-Higareda, G. y Navarro, D. 1980. The faunistic districts of the low plains of Veracruz, Mexico, based on reptilian and mammalian data. *Bull. Maryland Herp. Soc.*, 16(2):54-69.
- Pérez-Higareda, G.; Vogt, R.C. y Flores-Villela, O.A. 1987. Lista anotada de los anfibios y reptiles de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. *Inst. Biol. UNAM, México* 23 pp.
- Peters, J.A. 1955. Use and misuse of the biotic province concept. *Am. Nat.* 89(844):21-28.
- Rabinowitz, D., Cairns, S. y Dillon, T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. pp. 182-204. *in* M.E. Soulé, (ed.). *Conservation Biology, The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.

- Ramamoorthy, T.P. y Lorence, D.H. 1987. Species vicariance in the Mexican flora and description of a new species of *Salvia* (Lamiaceae). *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris*, 4, 9, B, (2):167-175.
- Ramírez Pulido, J. y Müdspacher, C. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia Rev. Acad. Invest. Cient. México*, 38(1):49-67.
- Rapoport, E.H. 1975. Areografía, estrategias geográficas de las especies. Fondo de Cultura Económica, México: 214 pp.
- Rapoport, E.H., Ezcurra, E. y Drausal, B. 1976. The distribution of plant diseases: a look into the biogeography of the future. *J. Biogr.* 3:365-372.
- Reyes Castillo, P. 1970. Coleoptera Passalidae. Morfología y división en grandes grupos: géneros americanos. *Folia Entomol. Mex.* 20-23:1-240.
- Reyes Castillo, P. 1982. Análisis zoogeográfico de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) en la Zona de Transición Mexicana. *in* Salinas, P.J. (ed). *Zoología Neotropical. Actas de; VIII Congreso Latinoamericano de Zoología*, Venezuela, Tomo 2:1387-1397.
- Reyes Castillo, P. y Halffter, G. 1978. Análisis de la distribución geográfica de la tribu Proculini (Coleoptera, Passalidae). XII Congr. Nal. de Entomología. *Fol. Ent. Mex.* (39-40):222-226.
- Riddle, B.R. y Honeycutt, R.L. 1990. Historical biogeography in North American arid regions: an approach using mitochondrial-DNA phylogeny in grasshopper mice (Genus *Onychomys*). *Evolution*, 44(1):1-15.
- Rohlf, F.J. 1988. NTSYS-PC, numerical taxonomy system for IBM PC microcomputer (and compatibles). Applied Biostatistics INC., Setauket, New York.
- Rosen, D.E. 1976. A vicariance model of Caribbean biogeography. *Syst. Zool.* 24(4): 431-464.
- Rosen, D.E. 1978. Vicariant Patterns and Historical Explanation in Biogeography. *Syst. Zool.* 27(2):159-188.
- Rosen, D.E. 1985. Geological hierarchies and biogeographic congruence in the Caribbean. *An. Missouri Bot. Gard.* 72(4):636-659.

Literatura

- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa S.A. México 432 pp.
- Rzedowski, J. y McVaugh, R. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 9:1-123.
- Sage, R.D., Prager, E.M. y Wake, D.M. 1982. A cretaceous divergence time between pelobatid frogs (*Pelobates* and *Scaphiopus*): immunological studies of serum albumin. *J. Zool. Lond.* 198:481-494.
- Sánchez, O. y López, G. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Fol. Ent. Mex.* 75:119-145.
- Savage, J.M. 1960. Evolution of a peninsular herpetofauna. *Syst. Zool.* 9(3/4):184-211.
- Savage, J.M. 1966. The Origins and History of the Central American Herpetofauna. *Copeia* 1966(4):719-766.
- Savage, J.M.. 1974. The isthmian link and the evolution of neotropical mammals. *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (260):1-51.
- Savage, J.M.. 1982. The Enigma of the Central American Herpetofauna: Dispersal or Vicariance?. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69(3):464-547.
- Scott, J.M., B. Csuti, J.D. Jacobi y J.E. Estes. 1987. Species Richness. *BioScience*, 37: 782-788.
- Scott, J.M., B. Csuti, K. Smith, J.E. Estes, and S. Caicco. 1988. Beyond Endangered Species: An Integrated Conservation Strategy for the Preservation of Biological Diversity. *Endangered Species UPDATE* 5:43-48.
- Shaffer, H.B. 1984. Evolution in a pedomorphic lineage. I an electrophoretic analysis of the mexican ambystomatid salamanders. *Evolution* 38(6):1194-1206.
- Sieb, R.L. 1980. Baja California: a peninsula for rodents but not for reptiles. *Am. Nat.*, 115:613-620.
- Simberloff, D. 1987. Calculating probabilities that cladograms match: a method of biogeographical inference. *Syst. Zool.* 36(2):175-195.
- Simpson, G.G. 1964. *Evolución y Geografía. Historia de la Fauna de América Latina*. EUDEBA. Argentina: 64 pp.

- Sites, J.W, Bezy, R.L. y Thompson, P. 1986. Nonrandom expression of lactate dehydrogenase isozymes in the lizard family Xantusiidae. *Bioch. Syst. Ecol.* 14(5):539-545.
- Smith, H.M. 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.* 2(1):103-110.
- Smith, H.M. 1949. Herpetogeny in Mexico and Guatemala. *Ann. Ass. Am. Geogr.* 39(3):219-238.
- Smith, H.M. 1960. An evaluation of the biotic province concept. *Syst. Zool.* 9(1):41-44.
- Smith, H.M. 1970. The First Herpetology of Mexico. *Herpetologica* 3(1): 1-16.
- Smith, H.M. y R.B. Smith. 1969. *Early Foundations of Mexican Herpetology*. Univ. of Illinois Press. Urbana, Illinois: 85 pp.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1973. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. II Analysis of the literature exclusive of the Mexican axolotl. Eric Lunberg, West Virginia: 367 pp.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1976a. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. III Source analysis and index for Mexican reptiles. John Johnson, North Bennington, Vermont.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1976b. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. IV. Source analysis and index for Mexican amphibians. John Johnson, North Bennington, Vermont.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1979. Depicting the geographic range of various species of flora and fauna using computer graphics. *Digit, Univ. Colorado Computing Center* 14(3):4-5.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1980. Synopsis of the herpetofauna of Mexico, Vol VI Guide to Mexican turtles bibliographic addendum III. John Johnson, North Vennington, Vermont 1044 pp.
- Smith, H.M. y Taylor, E.H. 1945. An annotated checklist and keys to the snakes of Mexico. *Bull. U.S. Natl. Mus.* (187):1-239.
- Smith, H.M. y Taylor, E.H. 1948. An annotated checklist and keys to the amphibia of Mexico. *Bull. U.S. Natl. Mus.* (194):1-118.

Literatura

- Smith, H.M. y Taylor, E.H. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. Bull. U.S. Natl. Mus. (199):1-253.
- Smith, H.M. y Taylor, E.H. 1966. Herpetology of Mexico. Annotated checklist and keys to the amphibians and reptiles. A reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the U.S. National Museum with a list of subsequent taxonomic innovations. Ashton, Maryland. Eric Lundberg.
- Stebbins, R.C. 1985. A field guide to western reptiles and amphibians. 2a. Edic. Revisada. Houghton Mifflin Co., Boston 336 pp.
- Stehli, F.G. y Webb, S.D. (eds). 1985. The great American biotic interchange. Plenum Press, New York: 532 pp.
- Stuart, L.C. 1950. A geographic study of the herpetofauna of Alta Verapaz, Guatemala. Cont. Lab. Vert. Biol. Univ. Michigan (45):1-77.
- Stuart, L.C. 1954. Herpetofauna of the southeastern highlands of Guatemala. Cont. Lab. Vert. Biol. Univ. Michigan (68):1-65.
- Stuart, L.C. 1963. A Checklist of the Herpetofauna of Guatemala. Misc. Pub. Mus. Zoo. Univ. Michigan (122):1-150.
- Stuart, L.C. 1966. The environment of Central American cold-blooded vertebrate fauna. Copeia, 1966(4):684-699.
- Stuart, L.C. 1971. Fauna of Middle America In: Wauchope, R "Handbook of Middle American Indians" Vol I 2a. edic. University of Texas Press, Austin, Texas pp:316-362.
- Tanner, W.W. 1985. Snakes of western Chihuahua. Gt. Basin Nat. 45(4):615-676.
- Tanner, W.W. 1987. Lizards and turtles of Western Chihuahua. Gt. Basin Nat. 47(3):383-421.
- Tanner, W.W. 1989. Amphibians of Western Chihuahua. Gt. Basin Nat. 49(1):38-70.
- Tanner, W.W. y Robinson, W.G. 1959. A collection of herptiles from Urique, Chihuahua. Gt. Basin Nat. 19(4):75-82.
- Terborgh, J. 1975. Faunal equilibria and the desing of wildlife preserves. En Trends in tropical ecology. Academic Press, New York:369-380.

- Terborgh, J. y Winter, B. 1982 Evolutionary circumstances of species with small ranges. *in* G.T. Prance (ed). *Biological Diversification in the Tropics*. Chap. 32 Columbia Univ. Press., New York:587-600.
- Terborgh, J. y Winter, B. 1983. A method for siting parks and reserves with special reference to Colombia and Ecuador. *Biol. Cons.* 27:45-58.
- Toledo, V.M. 1982. Pleistocene Changes of Vegetation in Tropical Mexico. *in* G.T. Prance (ed). *Biological Diversification in the Tropics*. Chap. 9 Columbia Univ. Press., New York:93-111.
- Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*. 81:17-30.
- Toledo, V.M. y Ordoñez, M. de J. 1991. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. *in*. Ramamoorthy, T.P., R. Bye. and J.Fa. (eds). *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*. Oxford Univ. Press, (en prensa).
- Toledo Manzur, C.A. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias UNAM. México: 182pp.
- Traylor, M.A. (ed.). 1979. Checklist of birds of the world. A continuation of the work of James L. Peters. *Mus. Comp. Zool. Cambridge, Massachusetts*: 15 Vols.
- Udvardy, M.D.F. 1969. *Dynamic zoogeography*. Van Nostrand Reinhold Co. New York: 445 pp.
- Van Devender, T.R. & N.T. Tessman. 1975. Late Pleistocene Snapping Turtles (*Chelydra serpentina*) from Southern Nevada. *Copeia* 1975 (2):249-253.
- Vane-Wright, R.I., Humphries, C.J. y Williams, P.H. 1991. What to protect?-Systematics and the agony of choice. *Biol. Cons.* 55:235-254,
- Vestal, A.G. 1914. Internal relations of terrestrial associations. *Am. Nat.* 48:413-445.
- Villa, J.; Wilson, L.D. y Johnson, J.D. 1988. Middle American herpetology. A bibliographic checklist. Univ. of Missouri 132 pp.
- Vivó, J.A. 1953. *Geografía de México*. Fondo de Cultura Económica, México 338 pp.
- Wake, D.B. 1987. Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forest. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74:242-264.

Literatura

- Wake, D.B. y Lynch, J.F. 1976. The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. Sci. Bull.* 25:1-65.
- Wake, D.B. y Lynch, J.F. 1982. Evolutionary relationships among Central American salamanders of the *Bolitoglossa franklini* group, with a description of a new species from Guatemala. *Herpetologica*, 38(2):257-272.
- Webb, D.S. 1977. A history of savanna vertebrates in the new world. Part 1: North America. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 8:355-380.
- Webb, R.G. 1984. Herpetogeography in the Mazatlan-Durango region of the Sierra Madre Occidental, Mexico. *In* R.A. Seigel, L.E. Hunt, J.L. Knight, L. Malaret y N.L. Zuschlag. *Vertebrate Ecology and Systematics: A tribute to Henry S. Fitch.* Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Spec. Pub. (10):217-241.
- Webb, R.G. y Baker, R.B. 1962. Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of Southwestern Durango, Mexico. *Am. Mid. Nat.* 68(2):325-333.
- Wendt, T. 1989. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos Cenozoicos. *An. IB. UNAM Ser. Bot.* 58:29-54 (1987).
- West, R.C. 1971a. Surface Configuration and Associate Geology of Middle America. *In* : Wauchope, R. (Ed.), "Handbook of Middle American Indians". Vol. 1. 2nd. ed. Univ. Texas Press, Austin, Texas: 33-83 pp.
- West, R.C. 1971b. The natural regions of Middle America. *In* Wauchope (Ed.) *Handbook of Middle American Indians* Vol. 1 2a edic. Univ. Texas Press, Austin, Texas pp:363-383.
- Wilcox, B.A. 1980. Insular ecology and conservation. *In* M.E. Soulé y B.A. Wilcox (eds.) *Conservation biology, an evolutionary-ecological prespective.* Sinauer, Massachusetts:95-117.
- Wiley, E.O. 1980. Phylogenetic systematics and vicariance biogeography. *Syst. Bot.* 5(2):194-220.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics, the theory and practice of phylogenetic systematics.* Wiley-Interscience. New York:439 pp.
- Wiley, E.O. 1988. Parsimony analysis and vicariance biogeography. *Syst. Zool.* 37(3): 271-290.

- Wilson, E.O. 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington, D.C., 521 pp.
- Wilson, E.O. y E.O. Willis. 1975. Applied biogeography. En M.L. Cody y J.M. Diamond. Ecology and Evolution of Communities. Cap 18 pp.522-534. Belknap Press, Cambridge.
- Wyles, J.S. y Groman, G.C. 1978. Close relationship between the lizards genus *Sutor* and *Sceloporus utiformis* (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae): electrophoretic and immunological evidence. J. Herp. 12(3):343-350.
- Zandee, M. y Ross, M.C. 1987. Component-compatibility in historical biogeography. Cladistics 3(4):305-332.
- Zavala Hurtado, J.A. 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Cuad. Divgl. INIREB, Xalapa, Veracruz. (26):1-58.

APENDICE 1

Esta es la lista de especies válidas de anfibios y reptiles de México. Esta lista, está elaborada con base en la revisión de la literatura taxonómica reciente y los cambios que se han producido de acuerdo a los especialistas y a la opinión del autor. Se agrega al final una lista de notas para aclarar puntos de vista problemáticos. Se incluyen las especies no descritas que fueron consideradas en el análisis de clasificación del capítulo 2.

N = especie no endémica; E = especie endémica; * = género endémico; + = género monoespecífico en toda su distribución.

**LISTA DE ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES
VALIDAS PARA MEXICO 1**

AMPHIBIA

ANURA

Bufo *idae*

| | |
|-----------------------------------|---|
| <i>Bufo alvarius</i> | N |
| <i>B. bocourti</i> | N |
| <i>B. boreas</i> | N |
| <i>B. canaliferus</i> | N |
| <i>B. cavifrons</i> | N |
| <i>B. coccifer</i> | N |
| <i>B. cognatus</i> | N |
| <i>B. compactilis</i> | E |
| <i>B. cristatus</i> | E |
| <i>B. debilis</i> | N |
| <i>B. gemmifer</i> | E |
| <i>B. kelloggi</i> | E |
| <i>B. luetkenii</i> | N |
| <i>B. marinus</i> | N |
| <i>B. marmoratus</i> | E |
| <i>B. mazatlanensis</i> | E |
| <i>B. microscaphus</i> | N |
| <i>B. occidentalis</i> | E |
| <i>B. perplexus</i> | E |
| <i>B. punctatus</i> | N |
| <i>B. retiformis</i> | N |
| <i>B. speciosus</i> | N |
| <i>B. tucanensis</i> | N |
| <i>B. valliceps</i> | N |
| <i>B. woodhousei</i> | N |
| <i>Centrolenidae</i> | |
| <i>Centrolenella fleischmanni</i> | N |
| <i>Hylidae</i> | |
| <i>Acris crepitans</i> | N |
| <i>Agalychnis callidryas</i> | N |
| <i>A. moreletii</i> | N |
| + <i>Anoteca spinosa</i> | N |
| <i>Hyla altipotens</i> | E |
| <i>H. arboreoscandens</i> | E |
| <i>H. arenicolor</i> | N |

| | |
|--------------------------|---|
| <i>H. distincta</i> | E |
| <i>H. bogertae</i> | E |
| <i>H. cembra</i> | E |
| <i>H. chaneque</i> | E |
| <i>H. charadricola</i> | E |
| <i>H. chryses</i> | E |
| <i>H. crassa</i> | E |
| <i>H. cyanomma</i> | E |
| <i>H. dendroscaria</i> | E |
| <i>H. ebraccata</i> | N |
| <i>H. echinata</i> | E |
| <i>H. erythroma</i> | E |
| <i>H. euphorbiacea</i> | N |
| <i>H. eximia</i> | N |
| <i>H. godmani</i> | E |
| <i>H. hazelae</i> | E |
| <i>H. juanita</i> | E |
| <i>H. loquax</i> | N |
| <i>H. melanomma</i> | E |
| <i>H. microcephala</i> | N |
| <i>H. miotypanum</i> | E |
| <i>H. mixe</i> | E |
| <i>H. mixomaculata</i> | E |
| <i>H. mykter</i> | E |
| <i>H. nubicola</i> | E |
| <i>H. pachyderma</i> | E |
| <i>H. pellita</i> | E |
| <i>H. pentheter</i> | E |
| <i>H. picta</i> | N |
| <i>H. pinorum</i> | E |
| <i>H. plicata</i> | E |
| <i>H. robertmertensi</i> | N |
| <i>H. robertsororum</i> | E |
| <i>H. sabrina</i> | E |
| <i>H. sartori</i> | E |
| <i>H. siopelu</i> | E |
| <i>H. smaragdina</i> | E |
| <i>H. smithi</i> | E |

Apéndice 1

| | | | |
|---|---|-------------------------------------|---|
| <i>H. sumichrasti</i> | E | <i>E. laticeps</i> | N |
| <i>H. taeniopus</i> | E | <i>E. lineatus</i> | N |
| <i>H. thorectes</i> | E | <i>E. loki</i> ⁴ | N |
| <i>H. trux</i> | E | <i>E. marudai</i> | N |
| <i>H. valancifer</i> | E | <i>E. megalorympanum</i> | E |
| <i>H. walkeri</i> | N | <i>E. mexicanus</i> | E |
| <i>H. sp1</i> | E | <i>E. omiltemanus</i> | E |
| <i>H. sp2</i> | E | <i>E. planirostris</i> ⁵ | N |
| <i>Ololygon staufferi</i> | N | <i>E. polymniae</i> | E |
| + <i>Pachymedusa dacnicolor</i> | E | <i>E. pygmaeus</i> | N |
| <i>Phrynohyas venulosa</i> | N | <i>E. rhodopis</i> | N |
| <i>Plectrohyla avia</i> | N | <i>E. rugulosus</i> | N |
| <i>P. guatemalensis</i> | N | <i>E. saltator</i> | E |
| <i>P. hartwegi</i> ² | N | <i>E. sartori</i> | E |
| <i>P. ixil</i> | N | <i>E. silvicola</i> | E |
| <i>P. lucertosa</i> | E | <i>E. spatulatus</i> | E |
| <i>P. marudai</i> | N | <i>E. stuarti</i> | N |
| <i>P. pycnochila</i> | E | <i>E. taylora</i> | E |
| <i>P. sagorum</i> | N | <i>E. uno</i> | E |
| <i>Pseudacris cadaverina</i> | N | <i>E. vocalis</i> | E |
| <i>P. clarki</i> | N | <i>E. yucatanensis</i> | E |
| <i>P. regilla</i> | N | <i>E. xucanebi</i> | N |
| <i>Pternohyla dentata</i> | E | <i>Hylactophryne augusti</i> | N |
| <i>P. fodiens</i> | N | <i>H. occidentalis</i> | E |
| <i>Ptychohyla euthysanota</i> | N | <i>H. tarahumarensis</i> | E |
| <i>P. ignicolor</i> | E | <i>Leptodactylus fragilis</i> | N |
| <i>P. leonhardtschultzei</i> | E | <i>L. melanonotus</i> | N |
| <i>P. schmidtorum</i> | N | <i>Physalaemus pustulosus</i> | N |
| <i>Smilisca baudini</i> | N | <i>Syrhophus cystignatoides</i> | N |
| <i>S. cyanosticta</i> | N | <i>S. dennisi</i> | E |
| <i>Triplicion petasatus</i> | N | <i>S. guttilatus</i> | N |
| <i>T. spatulatus</i> | E | <i>S. interorbitalis</i> | E |
| Leptodactylidae | | <i>S. leprus</i> | N |
| <i>Eleutherodactylus alfredi</i> ³ | N | <i>S. longipes</i> | E |
| <i>E. barrachylus</i> | E | <i>S. modestus</i> | E |
| <i>E. berkenbuschii</i> | E | <i>S. nivicolimae</i> | E |
| <i>E. brocchi</i> | N | <i>S. pallidus</i> | E |
| <i>E. decoratus</i> | E | <i>S. pipilans</i> | N |
| <i>E. glaucus</i> | E | <i>S. rubrimaculatus</i> | N |
| <i>E. greggi</i> | N | <i>S. teretistes</i> | E |
| <i>E. guerreroensis</i> | E | <i>S. verrucipes</i> | E |
| <i>E. hobartsmithi</i> | E | <i>*Tomodactylus albolabris</i> | E |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| <i>T. angustidigitorum</i> | E | <i>R. tlaloci</i> | E |
| <i>T. dilatus</i> | E | <i>R. vaillantii</i> | N |
| <i>T. fuscus</i> | E | <i>R. yavapaiensis</i> | N |
| <i>T. grandis</i> ⁶ | E | <i>R. zweifelti</i> | E |
| <i>T. nitidus</i> | E | <i>R. ALFA</i> | E |
| <i>T. rufescens</i> | E | <i>R. BETA</i> | E |
| <i>T. saxatilis</i> | E | Rhinophrynidae | |
| <i>T. syristes</i> | E | + <i>Rhinophrynus dorsalis</i> | N |
| Microhylidae | | CAUDATA | |
| <i>Gastrophryne elegans</i> | N | Ambystomidae | |
| <i>G. olivacea</i> | N | <i>Ambystoma amblycephalum</i> ¹² | E |
| <i>G. usta</i> | N | <i>A. andersoni</i> | E |
| <i>Hypopachus barberi</i> | N | <i>A. bombypellum</i> | E |
| <i>H. variolosus</i> | N | <i>A. dumerillii</i> | E |
| Pelobatidae | | <i>A. flavipiperatum</i> | E |
| <i>Scaphiopus couchi</i> ⁷ | N | <i>A. granulorum</i> | E |
| <i>Spea bombifrons</i> | N | <i>A. lermaensis</i> | E |
| <i>S. hammondi</i> | N | <i>A. mexicanum</i> | E |
| <i>S. multiplicatus</i> | N | <i>A. ordinarium</i> | E |
| Pipidae | | <i>A. rosaceum</i> | E |
| <i>Xenopus laevis</i> ⁸ | N | <i>A. taylori</i> | E |
| Ranidae ⁹ | | <i>A. tigrinum</i> | N |
| <i>Rana aurora</i> | N | <i>A. velasci</i> | E |
| <i>R. berlandieri</i> | N | <i>A. sp1</i> | E |
| <i>R. boylii</i> ¹⁰ | N | <i>A. sp2</i> | E |
| <i>R. brownorum</i> | N | * <i>Rhyacosiredon altamirani</i> ¹³ | E |
| <i>R. catesbeiana</i> ¹¹ | N | <i>R. leorae</i> | E |
| <i>R. chiricahuensis</i> | N | <i>R. rivularis</i> | E |
| <i>R. durni</i> | E | <i>R. zempoalensis</i> | E |
| <i>R. forreri</i> | N | Plethodontidae | |
| <i>R. johni</i> | E | <i>Aneides lugubris</i> | N |
| <i>R. maculata</i> | N | <i>Batrachoseps pacificus</i> ¹⁴ | N |
| <i>R. magnaocularis</i> | E | <i>Bolitoglossa engelhardti</i> ¹⁵ | N |
| <i>R. megapoda</i> | E | <i>B. flavimembris</i> | N |
| <i>R. montezumai</i> | E | <i>B. flaviventris</i> | N |
| <i>R. neovolcanica</i> | E | <i>B. franklini</i> | N |
| <i>R. omiltemana</i> | E | <i>B. harrwegi</i> | N |
| <i>R. pueblae</i> | E | <i>B. hermosa</i> | E |
| <i>R. pustulosa</i> | E | <i>B. lincolni</i> | N |
| <i>R. sierramadrensis</i> | E | <i>B. macrinii</i> | E |
| <i>R. spectabilis</i> | E | <i>B. mexicana</i> | N |
| <i>R. tarahumarae</i> | N | <i>B. occidentalis</i> | N |

Apéndice 1

| | | | |
|------------------------------------|---|--|---|
| <i>B. platydactyla</i> | E | <i>P. mystax</i> | E |
| <i>B. riletti</i> | E | <i>P. nigromaculata</i> | E |
| <i>B. rostrata</i> | N | <i>P. parva</i> | E |
| <i>B. rufescens</i> | N | <i>P. praecellens</i> | E |
| <i>B. stuarti</i> | N | <i>P. rex</i> | N |
| <i>B. veracrucis</i> | E | <i>P. robertsi</i> | E |
| <i>B. yucatanana</i> | E | <i>P. saltator</i> | E |
| * <i>Chiropterotriton arboreus</i> | E | <i>P. scandens</i> | E |
| <i>C. chiropterus</i> | E | <i>P. smithi</i> | E |
| <i>C. chondrostega</i> | E | <i>P. unguidentis</i> | E |
| <i>C. dimidiatus</i> | E | <i>P. werleri</i> | E |
| <i>C. lavae</i> | E | * <i>Thorius dubitus</i> ¹⁶ | E |
| <i>C. magnipes</i> | E | <i>T. macedougalli</i> | E |
| <i>C. mosaueri</i> | E | <i>T. minutissimus</i> | E |
| <i>C. multidentatus</i> | E | <i>T. narisovalis</i> | E |
| <i>C. priscus</i> | E | <i>T. pennatulus</i> | E |
| <i>Dendrotriton megarhinus</i> | E | <i>T. pulmonaris</i> | E |
| <i>D. xoloccalcae</i> | E | <i>T. schmidti</i> | E |
| + <i>Ensatina eschscholtzi</i> | N | <i>T. troglodytes</i> | E |
| *+ <i>Ixalotriton niger</i> | E | <i>T. sp A</i> | E |
| *+ <i>Lineatriton lineola</i> | E | <i>T. sp B</i> | E |
| <i>Nototriton adelos</i> | E | <i>T. sp C</i> | E |
| <i>N. alvarezdelatoroi</i> | E | <i>T. sp D</i> | E |
| + <i>Nyctanolis pernix</i> | N | <i>T. sp E</i> | E |
| <i>Oedipina elongata</i> | N | <i>T. sp F</i> | E |
| *+ <i>Parvimolge townsendi</i> | E | <i>T. sp G</i> | E |
| <i>Pseudoeurycea altamontana</i> | E | Salamandridae ¹⁷ | |
| <i>P. anitae</i> | E | <i>Notophthalmus meridionalis</i> | N |
| <i>P. belli</i> | E | Sirenidae | |
| <i>P. brunnata</i> | N | <i>Siren intermedia</i> | N |
| <i>P. cephalica</i> | E | GYMNOPHIONA | |
| <i>P. cochraniae</i> | E | Caeciliidae | |
| <i>P. conanti</i> | E | <i>Dermophis mexicanus</i> | N |
| <i>P. firscheini</i> | E | <i>D. oaxacae</i> | E |
| <i>P. gadovi</i> | E | | |
| <i>P. galeanae</i> | E | REPTILIA | |
| <i>P. goebeli</i> | N | Amphisbaenia | |
| <i>P. juarezi</i> | E | Bipedidae ¹⁸ | |
| <i>P. leprosa</i> | E | * <i>Bipes biporus</i> | E |
| <i>P. longicauda</i> | E | <i>B. canaliculatus</i> | E |
| <i>P. melanomolga</i> | E | <i>B. tridactylus</i> | E |

| | | |
|---|---|---|
| SAURIA | | |
| Anguidae | | |
| <i>Abronia aurita</i> ¹⁹ | N | |
| <i>A. bogerti</i> | E | |
| <i>A. chiszari</i> | E | |
| <i>A. deppoi</i> | E | |
| <i>A. fuscolabialis</i> | E | |
| <i>A. graminea</i> | E | |
| <i>A. kalaina</i> | E | |
| <i>A. lythrochila</i> | E | |
| <i>A. masudai</i> | N | |
| <i>A. mitchelli</i> | E | |
| <i>A. mixteca</i> | E | |
| <i>A. oaxacae</i> | E | |
| <i>A. ochoterenai</i> | E | |
| <i>A. ornelasi</i> | E | |
| <i>A. reidi</i> | E | |
| <i>A. taeniata</i> | E | |
| <i>A. sp</i> | E | |
| * <i>Barisia imbricata</i> | E | |
| <i>B. laevicollis</i> | E | |
| <i>B. rudicollis</i> | E | |
| <i>Celestus enneagrammus</i> | E | |
| <i>C. rozellae</i> | N | |
| <i>Elgaria kingi</i> | N | |
| <i>E. multicarinata</i> | N | |
| <i>E. parva</i> | E | |
| <i>E. paucicarinata</i> | E | |
| <i>Gerrhonotus liocephalus</i> | N | |
| <i>G. lugoi</i> | E | |
| <i>Mesaspis antauges</i> | E | |
| <i>M. gadovi</i> | E | |
| <i>M. juarezi</i> | E | |
| <i>M. moreleri</i> | N | |
| <i>M. viridiflava</i> | E | |
| <i>Ophisaurus ceroni</i> | E | |
| <i>O. incomptus</i> | E | |
| Anniellidae | | |
| <i>Anniella nigra</i> | N | |
| <i>A. pulchra</i> | E | |
| Corytophanidae | | |
| <i>Basiliscus vittatus</i> | N | |
| | | |
| <i>Corytophanes cristatus</i> | | N |
| <i>C. hernandezii</i> | | N |
| <i>C. percarinatus</i> | | N |
| <i>Laemancus longipes</i> | | N |
| <i>L. serratus</i> | | N |
| Crotaphytidae | | |
| <i>Crotaphytus collaris</i> | | N |
| <i>C. insularis</i> | | N |
| <i>C. reticulatus</i> | | N |
| <i>Gambelia wislizenii</i> | | N |
| Dibamidae | | |
| *+ <i>Anelytropsis papillosus</i> | | E |
| Eublepharidae | | |
| <i>Coleonyx brevis</i> | | N |
| <i>C. elegans</i> | | N |
| <i>C. reticulatus</i> | | N |
| <i>C. switaki</i> | | N |
| <i>C. variegatus</i> | | N |
| Gekkonidae | | |
| <i>Aristelliger georgeensis</i> ²⁰ | | N |
| <i>Gehyra mutilata</i> ²¹ | | N |
| <i>Gonatodes albogularis</i> ²² | | N |
| <i>Hemidactylus frenatus</i> ²³ | | N |
| <i>H. mabouia</i> | | N |
| <i>H. turcicus</i> | | N |
| Phyllodactylus angelensis | | E |
| <i>P. apricus</i> | | E |
| <i>P. bordai</i> | | E |
| <i>P. bugastrolepis</i> | | E |
| <i>P. davisii</i> | | E |
| <i>P. delcampoi</i> | | E |
| <i>P. duellmani</i> | | E |
| <i>P. homolepidurus</i> | | E |
| <i>P. lanei</i> | | E |
| <i>P. muralis</i> | | E |
| <i>P. nocticolus</i> | | N |
| <i>P. partidus</i> | | E |
| <i>P. paucituberculatus</i> | | E |
| <i>P. saratucruzensis</i> | | E |
| <i>P. tinklei</i> | | E |
| <i>P. tuberculatus</i> | | N |
| <i>P. xanti</i> ²⁴ | | E |

Appendice 1

| | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|
| <i>Sphaerodactylus argus</i> ²⁵ | N | <i>P. orbiculare</i> | E |
| <i>S. glaucus</i> | N | <i>P. piactyrhinus</i> | N |
| <i>S. millepunctatus</i> | N | <i>P. solare</i> | N |
| <i>Thecadactylus rapicaudus</i> | N | <i>P. taurus</i> | E |
| Gymnophthalmidae | | <i>Sceloporus acanthinus</i> | N |
| <i>Gymnophthalmus speciosus</i> | N | <i>S. adleri</i> | E |
| Helodermatidae | | <i>S. aeneus</i> ³¹ | E |
| <i>Heloderma horridum</i> | N | <i>S. anahuacicus</i> ³² | E |
| <i>H. suspectum</i> | N | <i>S. angustus</i> | E |
| Iguanidae | | <i>S. asper</i> | E |
| <i>Ctenosaura acanthura</i> | E | <i>S. bicanthalis</i> | E |
| <i>C. hemilopha</i> | E | <i>S. bulleri</i> | E |
| <i>C. pectinata</i> ²⁹ | E | <i>S. carinatus</i> | N |
| <i>C. similis</i> | N | <i>S. caurus</i> | N |
| <i>Dipsosaurus dorsalis</i> ²⁷ | N | <i>S. chrysostictus</i> | N |
| <i>Enalliosaurus clarki</i> | E | <i>S. clarki</i> | N |
| <i>E. defensor</i> | E | <i>S. couchi</i> | N |
| <i>E. quinquecarinatus</i> | N | <i>S. cozumelae</i> | E |
| <i>Iguana iguana</i> | N | <i>S. cryptus</i> | E |
| <i>Sauromalus ater</i> | E | <i>S. dugesi</i> | E |
| <i>S. australis</i> | E | <i>S. edwardtaylori</i> | E |
| <i>S. hispidus</i> | E | <i>S. exsul</i> | E |
| <i>S. obesus</i> | N | <i>S. formosus</i> | E |
| <i>S. slevini</i> ²⁸ | E | <i>S. gadovae</i> | E |
| <i>S. varus</i> | E | <i>S. goldmani</i> | E |
| Phrynosomatidae | | <i>S. graciosus</i> | N |
| + <i>Cuillusaurus draconoides</i> | N | <i>S. grammacius</i> ³³ | N |
| + <i>Cophosaurus texanus</i> ²⁹ | N | <i>S. grandaevus</i> | E |
| <i>Holbrookia lacerata</i> | N | <i>S. heterolepis</i> | E |
| <i>H. maculata</i> | N | <i>S. horridus</i> ³⁴ | E |
| <i>H. propinqua</i> | N | <i>S. hunsakeri</i> | E |
| <i>Petrosaurus meurnsi</i> ³⁰ | N | <i>S. insignis</i> | E |
| <i>P. thalassinus</i> | E | <i>S. intermasalis</i> ³⁵ | E |
| <i>Phrynosoma asio</i> | N | <i>S. jalapae</i> | E |
| <i>P. braconieri</i> | E | <i>S. jarrovi</i> | N |
| <i>P. cernaeense</i> | E | <i>S. licki</i> | E |
| <i>P. cornutum</i> | N | <i>S. lineatulus</i> | E |
| <i>P. coronatum</i> | N | <i>S. lundelli</i> | N |
| <i>P. ditmarsi</i> | E | <i>S. macdougalli</i> | E |
| <i>P. douglasi</i> | N | <i>S. maculosus</i> | E |
| <i>P. m'calli</i> | N | <i>S. magister</i> ³⁶ | N |
| <i>P. modestum</i> | N | <i>S. megalepidurus</i> | N |

| | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| <i>S. melanorhinus</i> | N | <i>U. nigricaudus</i> | E |
| <i>S. merriami</i> | N | <i>U. ornatus</i> | N |
| <i>S. mucronatus</i> | E | <i>Uta antiqua</i> | E |
| <i>S. nelsoni</i> | E | <i>U. concinna</i> | E |
| <i>S. occidentalis</i> | N | <i>U. mannophora</i> | E |
| <i>S. ochoterenai</i> | N | <i>U. nolascensis</i> | E |
| <i>S. olivaceus</i> | N | <i>U. palmeri</i> | E |
| <i>S. orcutti</i> | N | <i>U. squamata</i> | E |
| <i>S. ornatus</i> | E | <i>U. stansburiana</i> | N |
| <i>S. palaciosi</i> | E | Polychridae ⁴¹ | |
| <i>S. parvus</i> | E | <i>Anolis adleri</i> ⁴² | E |
| <i>S. poinsetti</i> | N | <i>A. anisolepis</i> | E |
| <i>S. pyrocephalus</i> | E | <i>A. baccatus</i> ⁴³ | E |
| <i>S. rufidorsum</i> ³⁷ | E | <i>A. barkeri</i> ⁴⁴ | E |
| <i>S. salvini</i> | E | <i>A. biporcaus</i> | N |
| <i>S. scalaris</i> | N | <i>A. breedlovei</i> | N |
| <i>S. serrifer</i> | N | <i>A. cupito</i> ⁴⁵ | N |
| <i>S. siniferus</i> | N | <i>A. compressicaudus</i> | E |
| <i>S. smaragdinus</i> | N | <i>A. crassulus</i> | N |
| <i>S. spinosus</i> | E | <i>A. cumingi</i> ⁴⁶ | E |
| <i>S. squamosus</i> | N | <i>A. cuprinus</i> | E |
| <i>S. stejnegeri</i> | E | <i>A. cymbops</i> ⁴⁷ | E |
| <i>S. subpictus</i> | E | <i>A. dollfusianus</i> | N |
| <i>S. taeniocnemis</i> | N | <i>A. duellmani</i> | E |
| <i>S. tanneri</i> ³⁸ | E | <i>A. dunnii</i> | E |
| <i>S. torquatus</i> | E | <i>A. forbesi</i> | E |
| <i>S. undulatus</i> | N | <i>A. gadovi</i> | E |
| <i>S. utiformis</i> | E | <i>A. isthmicus</i> | E |
| <i>S. variabilis</i> ³⁹ | N | <i>A. laeviventris</i> | N |
| <i>S. virgatus</i> | N | <i>A. lemurinus</i> | N |
| <i>S. zosteromus</i> | E | <i>A. liogaster</i> | E |
| <i>Uma exsul</i> | E | <i>A. macrinii</i> ⁴⁸ | E |
| <i>U. notata</i> | N | <i>A. matudai</i> | E |
| <i>U. paraphygas</i> ⁴⁰ | E | <i>A. megapholidotus</i> | E |
| <i>Urosaurus auriculatus</i> | E | <i>A. microlepidotus</i> | E |
| <i>U. bicarinatus</i> | E | <i>A. milleri</i> | E |
| <i>U. clarionensis</i> | E | <i>A. naufragus</i> | E |
| <i>U. gadovi</i> | E | <i>A. nebuloides</i> | E |
| <i>U. graciosus</i> | N | <i>A. nebulosus</i> | E |
| <i>U. irregularis</i> | E | <i>A. omiltemanus</i> | E |
| <i>U. lahtelai</i> | E | <i>A. parvicirculatus</i> | E |
| <i>U. microscuratus</i> | N | <i>A. pentaprión</i> | N |

| | | | |
|--|---|---|---|
| <i>L. chicoasensis</i> | E | <i>Ch. palarostris</i> | N |
| <i>L. dontomasi</i> | E | <i>Clelia clelia</i> ⁵⁵ | N |
| <i>L. flavimaculatum</i> | N | <i>C. scyalina</i> | N |
| <i>L. gaigeae</i> | E | <i>Coluber constrictor</i> | N |
| <i>L. lipetzi</i> ⁵² | E | <i>Coniophanes alvarezii</i> | E |
| <i>L. micropholis</i> | E | <i>C. bipunctatus</i> | N |
| <i>L. occulor</i> | E | <i>C. fissidens</i> | N |
| <i>L. pajapanensis</i> | E | <i>C. imperialis</i> | N |
| <i>L. radula</i> | E | <i>C. lateritius</i> | E |
| <i>L. sawiri</i> | E | <i>C. meridanus</i> | E |
| <i>L. smithi</i> ⁵³ | N | <i>C. piceivittis</i> | N |
| <i>L. sylvaticum</i> | E | <i>C. quinquevittatus</i> | N |
| <i>L. tarascae</i> | E | <i>Conophis lineatus</i> | N |
| <i>L. tuxtlae</i> | E | <i>C. pulcher</i> ⁵⁶ | N |
| <i>Xantusia bolsonae</i> ⁵⁴ | E | <i>C. vittatus</i> | E |
| <i>X. henschawi</i> | N | <i>*Conopsis biserialis</i> | E |
| <i>X. vigilis</i> | N | <i>C. nasus</i> | E |
| Xenosauridae | | <i>*+ Cryophis hallbergi</i> | E |
| <i>Xenosaurus grandis</i> | N | <i>Dendrophidion vinitor</i> | N |
| <i>X. newmanorum</i> | E | <i>Diadophis punctatus</i> | N |
| <i>X. plaryceps</i> | E | <i>Dipsas brevifacies</i> ⁵⁷ | N |
| SERPENTES | | <i>D. gaigeae</i> | E |
| Boidae | | <i>Dryadophis cliftoni</i> | E |
| <i>Boa constrictor</i> | N | <i>D. melanolomus</i> | N |
| <i>+ Lichanura trivirgata</i> | N | <i>+ Drymarchon corais</i> | N |
| Colubridae | | <i>Drymobius chloroticus</i> | N |
| <i>*Adelophis copei</i> | E | <i>D. margaritifera</i> | N |
| <i>A. foxi</i> | E | <i>Elaphe bairdi</i> | N |
| <i>Adelphicos latifasciatus</i> | E | <i>E. flavirufa</i> | N |
| <i>A. nigrilatus</i> | E | <i>E. guttata</i> | N |
| <i>A. quadrivirgatus</i> | N | <i>E. phaescens</i> | E |
| <i>Amastridium veliferum</i> | N | <i>Enulius flavitorques</i> | N |
| <i>+ Arizona elegans</i> | N | <i>E. oligostichus</i> | E |
| <i>Bogertophis. rosaliae</i> | N | <i>*+ Eridiphas slevini</i> | E |
| <i>B. subocularis</i> | N | <i>Ficimia olivacea</i> | E |
| <i>*Chersodromus liebmanni</i> | E | <i>F. publia</i> | N |
| <i>C. rubriventris</i> | E | <i>F. ramirezi</i> | E |
| <i>Chilomeniscus cinctus</i> | N | <i>F. ruspator</i> | E |
| <i>C. punctatissimus</i> | E | <i>F. streckeri</i> | N |
| <i>C. savagei</i> | E | <i>F. variegata</i> | E |
| <i>C. stramineus</i> | E | <i>*+ Geagras redimitus</i> | E |
| <i>Chionactis occipitalis</i> | N | <i>Geophis anocularis</i> | E |

| | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| <i>R. forbesi</i> | E | <i>Storeria dekayi</i> | N |
| <i>R. fulvivittis</i> | E | <i>S. occipitomaculata</i> | N |
| <i>R. gaigeae</i> | E | <i>S. storerioides</i> | E |
| <i>R. godmani</i> | N | * <i>Symphimus leucostomus</i> | E |
| <i>R. hannsteini</i> | N | <i>S. mayae</i> | E |
| <i>R. hempsteadae</i> | N | * + <i>Sympholis lippiens</i> | E |
| <i>R. hesperia</i> | E | * + <i>Tantalothis discolor</i> | E |
| <i>R. lachrymans</i> | N | <i>Tanilla atriceps</i> | N |
| <i>R. laureata</i> | E | <i>T. bocourti</i> | E |
| <i>R. maddougalli</i> | E | <i>T. briggsi</i> | E |
| <i>R. marcellae</i> | E | <i>T. calamarina</i> | E |
| <i>R. montana</i> | E | <i>T. canula</i> | N |
| <i>R. myersi</i> | E | <i>T. cascadae</i> | E |
| <i>R. omiltemana</i> | E | <i>T. coronadoi</i> | E |
| <i>R. posadai</i> | E | <i>T. cuniculator</i> | N |
| <i>R. quinquelineata</i> | E | <i>T. deppei</i> | E |
| <i>R. schistosa</i> | E | <i>T. flavilineata</i> | E |
| <i>R. taeniata</i> | E | <i>T. gracilis</i> | N |
| * + <i>Rhadinophanes monticola</i> | E | <i>T. hobarsmithi</i> | N |
| <i>Rhinocheilus lecontei</i> | N | <i>T. jani</i> | N |
| <i>Salvadora bairdii</i> | E | <i>T. miniata</i> | E |
| <i>S. grahamiae</i> | N | <i>T. moesta</i> | N |
| <i>S. hexalepis</i> | N | <i>T. morgani</i> | E |
| <i>S. intermedia</i> | E | <i>T. nigriceps</i> | N |
| <i>S. lemniscata</i> | E | <i>T. oaxacae</i> | E |
| <i>S. mexicana</i> | E | <i>T. planiceps</i> | N |
| <i>Scaphiodontophis annulatus</i> | N | <i>T. rubra</i> | N |
| + <i>Senticolis triaspis</i> | N | <i>T. schistosa</i> | N |
| <i>Sibon annulifera</i> | E | <i>T. shawi</i> | E |
| <i>S. dimidiata</i> | N | <i>T. slavenci</i> | E |
| <i>S. fasciata</i> | E | <i>T. striata</i> | E |
| <i>S. fischeri (incertae sedis)</i> | N | <i>T. taeniata</i> | N |
| <i>S. nebulata</i> | N | <i>T. tayrae</i> | E |
| <i>S. philippii</i> | E | <i>T. wilcoxi</i> | N |
| <i>S. sanniola</i> | N | <i>T. yaquia</i> | N |
| <i>S. sartorii</i> | N | <i>Tanillita brevissima</i> | N |
| <i>S. zweifeli</i> | E | <i>T. lintoni</i> | N |
| <i>Sonora michoacanensis</i> | E | <i>Thamnophis chrysocephalus</i> ⁶² | E |
| <i>S. semiannulata</i> | N | <i>T. cyrtopsis</i> | N |
| + <i>Spilotes pullatus</i> | N | <i>T. digueti</i> | E |
| <i>Stenorrhina degenhardti</i> | N | <i>T. elegans</i> ⁶³ | N |
| <i>S. freminvillei</i> | N | <i>T. errans</i> | E |

Apéndice 1

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|
| <i>T. exsul</i> | E | | |
| <i>T. eques</i> | N | | |
| <i>T. fulvus</i> | N | | |
| <i>T. godmani</i> | E | | |
| <i>T. hammondii</i> | N | | |
| <i>T. marcianus</i> | N | | |
| <i>T. mendax</i> | E | | |
| <i>T. proximus</i> | N | | |
| <i>T. pulchrilatus</i> | E | | |
| <i>T. scalaris</i> | E | | |
| <i>T. scaliger</i> | E | | |
| <i>T. sirtalis</i> | N | | |
| <i>T. sumichrasti</i> | E | | |
| <i>T. valida</i> | E | | |
| <i>T. sp1</i> | E | | |
| <i>T. sp2</i> | E | | |
| * <i>Toluca amphisticha</i> | E | | |
| <i>T. conica</i> | E | | |
| <i>T. lineata</i> | E | | |
| <i>T. megalodon</i> | E | | |
| <i>Tretanorhinus nigroluteus</i> | N | | |
| <i>Trimorphodon biscutatus</i> | N | | |
| <i>T. tau</i> | E | | |
| <i>Xenodon rabdocephalus</i> | N | | |
| Elapidae | | | |
| + <i>Micruroides euryxantus</i> | N | | |
| <i>Micrurus bernadi</i> ⁶⁴ | E | | |
| <i>M. bogerti</i> | E | | |
| <i>M. browni</i> | N | | |
| <i>M. diastema</i> | N | | |
| <i>M. distans</i> | E | | |
| <i>M. elegans</i> | N | | |
| <i>M. ephippifer</i> | E | | |
| <i>M. fulvius</i> | N | | |
| <i>M. laticollaris</i> | E | | |
| <i>M. latifasciatus</i> | N | | |
| <i>M. limbatus</i> | E | | |
| <i>M. nebularis</i> | E | | |
| <i>M. nigroinctus</i> | N | | |
| <i>M. proximans</i> | E | | |
| + <i>Pelamis platurus</i> | N | | |
| | | | |
| | | Leptotyphlopidae | |
| | | <i>Leptotyphlops bressoni</i> | E |
| | | <i>L. dulcis</i> | N |
| | | <i>L. goudoti</i> | N |
| | | <i>L. humilis</i> | N |
| | | <i>L. maximus</i> | E |
| | | Loxocemidae | |
| | | + <i>Loxocemus bicolor</i> | N |
| | | Tropidopheidae ⁶⁵ | |
| | | *+ <i>Exiliboa placata</i> | E |
| | | <i>Ungaliophis continentalis</i> | N |
| | | Typhlopidae | |
| | | <i>Ramphotyphlops braminus</i> ⁶⁶ | N |
| | | <i>Typhlops microstomus</i> | N |
| | | <i>T. tenuis</i> | N |
| | | Viperidae | |
| | | <i>Agkistrodon bilineatus</i> | N |
| | | <i>A. contortrix</i> | N |
| | | <i>Bothriechis aurifer</i> | N |
| | | <i>B. bicolor</i> | N |
| | | <i>B. rowleyi</i> ⁶⁷ | E |
| | | <i>B. schlegeli</i> | N |
| | | <i>Bothrops asper</i> ⁶⁸ | N |
| | | <i>Crotalus atrox</i> | N |
| | | <i>C. basiliscus</i> | E |
| | | <i>C. catalinensis</i> | E |
| | | <i>C. cerastes</i> | N |
| | | <i>C. durissus</i> | N |
| | | <i>C. enyo</i> | E |
| | | <i>C. exsul</i> | E |
| | | <i>C. inermidius</i> | E |
| | | <i>C. iannomi</i> | E |
| | | <i>C. lepidus</i> | N |
| | | <i>C. mitchelli</i> | N |
| | | <i>C. molossus</i> | N |
| | | <i>C. polystictus</i> | E |
| | | <i>C. pricei</i> | N |
| | | <i>C. pusillus</i> | E |
| | | <i>C. ruber</i> | N |
| | | <i>C. scutulatus</i> | N |
| | | <i>C. stejnegeri</i> | E |
| | | <i>C. tigris</i> | N |

| | | | |
|--|---|---|---|
| <i>C. tortuguensis</i> | E | <i>Clemmys marmorata</i> | N |
| <i>C. transversus</i> | E | <i>Pseudemys concinna</i> | N |
| <i>C. triseriatus</i> | E | <i>P. gorzugi</i> | N |
| <i>C. viridis</i> | N | <i>Terrapene carolina</i> | N |
| <i>C. willardi</i> | N | <i>T. coahuila</i> | E |
| * + <i>Ophryacus undulatus</i> | E | <i>T. nelsoni</i> | E |
| <i>Porthidium barbouri</i> | E | <i>T. ornata</i> | N |
| <i>P. dunni</i> | E | <i>Trachemys scripta</i> | N |
| <i>P. godmani</i> | N | Kinosternidae ⁷⁰ | |
| <i>P. hespere</i> | E | <i>Kinosternon acutum</i> ⁷¹ | N |
| <i>P. melanurum</i> | E | <i>K. alamosae</i> | E |
| <i>P. nasutum</i> | N | <i>K. creaseri</i> | E |
| <i>P. nummifer</i> | N | <i>K. flavescens</i> | N |
| <i>P. olmec</i> | E | <i>K. herrerae</i> | E |
| <i>P. roztilorum</i> | E | <i>K. hirtipes</i> | N |
| <i>P. yucatanicum</i> | E | <i>K. integrum</i> | E |
| <i>Sistrurus catenatus</i> | N | <i>K. leucostomum</i> | N |
| <i>S. ravus</i> | E | <i>K. oaxacae</i> | E |
| TESTUDINES | | <i>K. scorpioides</i> | N |
| Bataguridae | | <i>K. sonoriense</i> | N |
| <i>Rhinoclemmys areolata</i> ⁶⁹ | N | Staurotyphidae ⁷² | |
| <i>R. pulcherrima</i> | N | + <i>Claudius angustatus</i> | N |
| <i>R. rubida</i> | E | <i>Staurotypus salvini</i> | N |
| Cheloniidae | | <i>S. triporcatus</i> | N |
| + <i>Caretta caretta</i> | N | Testudinidae | |
| <i>Chelonia agassizi</i> | N | <i>Gopherus agassizi</i> | N |
| <i>C. mydas</i> | N | <i>G. berlandieri</i> | N |
| + <i>Eremochelys imbricata</i> | N | <i>G. flavomarginatus</i> | E |
| <i>Lepidochelys kempi</i> | N | <i>G. lepidocephalus</i> ⁷³ | E |
| <i>L. olivacea</i> | N | Trionychidae | |
| Chelydridae | | <i>Apalone ater</i> ⁷⁴ | E |
| + <i>Chelydra serpentina</i> | N | <i>A. spiniferus</i> | N |
| Dermatemydidae | | CROCODYLIA ⁷⁵ | |
| + <i>Dermatemys mawii</i> | N | Alligatoridae | |
| Dermochelyidae | | <i>Caiman crocodylus</i> | N |
| + <i>Dermochelys coriacea</i> | N | Crocodylidae | |
| Emydidae | | <i>Crocodylus acutus</i> | N |
| + <i>Chrysemys picta</i> | N | <i>C. moreletii</i> | N |

Apéndice 1

ESPECIES DE POSIBLE OCURRENCIA EN MEXICO
PERO QUE NO HAN SIDO REGISTRADAS. ⁷⁶

AMPHIBIA

ANURA

Hylidae

Hyla cinerea

Pseudachris streckeri

Leptodactylidae

Syrrophus marnocki

Pelobatidae

Scaphiopus holbrooki

CAUDATA

Sirenidae

Siren lacertina ⁷⁷

REPTILIA

SAURIA

Anguidae

Ophisaurus attenuatus

Polychridae

Anolis carolinensis ⁷⁸

Teiidae

Cnemidophorus dixonii

C. sexlineatus

SERPENTES

Colubridae

Cemophora coccinea

Elaphe obsoleta

Lampropeltis calligaster

Nerodia fasciata

Tropidoclonion lineatum

Virginia striatula

Elapidae

Laticauda colubrina ⁷⁹

CROCODYLIA

Alligatoridae

Alligator mississippiensis ⁸⁰

1. Murphy y Ottley, 1984, Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist. 53(8):207-230, hacen varios cambios taxonómicos (que afectan los géneros *Phyllodactylus*, *Sauromalus*, *Sceloporus* y *Masticophis*) sin aclarar puntos de vista; por lo que no se adoptan aquí. Además anotan de varias especies y subespecies no descritas en *Coleonyx variegatus*, *Uta*, *Lichanura trivirgata* e *Hypsiglena torquata*.

2. Esta especie está citada para Guatemala por Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:170. Aunque Villa, et. al. 1988. Middle American herpetology, a bibliographic checklist, Univ. Missouri Press, Columbia:21. no la registran para ese país. Aquí se considera como no endémica de México.

3. *Eleutherodactylus sanmartinensis*, de acuerdo a Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:320. Pudiera ser una fase de coloración de *E. rhodopsis*. Smith y Smith, 1976a, lo consideran sinónimos de *E. locki*. No se considera como especie válida en este trabajo.

4. En Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:317, se anota que de acuerdo con Duellman, 1960, Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15:18-23, esta especie se sininimiza con *E. rhodopsis*, sin embargo no existe tal información, por lo que se considera como válida en este trabajo.

5. Esta especie de acuerdo a Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:312, ha sido introducida en Veracruz, México.

6. Esta especie no se incluye en el análisis dado que el autor tiene evidencia (no publicada) de que es sinónimo de *T. angustidigitorum*.

7. En Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:422-23, se considera como género válido a *Scaphiopus*, y a *Spea* como subgénero. En este trabajo se consideran como géneros separados debido a sus diferencias morfológicas.

8. Esta especie ha sido recientemente introducida en Baja California ver Stebbins, A field guide to western reptiles and amphibians 2a. Edic. Houghton Mifflin Co., Boston:96 y mapa No.56.

9. De acuerdo a Hillis, et. al., 1983, Syst. Zool. 32(2):132-143, todavía existen algunas especies nuevas por describirse del grupo *pipiens* de este género endémicas de México.

Apéndice 1

10. Existe solamente una población aislada en San Pedro Mártir, Baja California, Ver Stebbins, A field guide to western reptiles and amphibians 2a. Edic. Houghton Mifflin Co., Boston:86 y mapa No.49.
11. Esta especie fue introducida en México desde hace mucho tiempo.
12. Smith y Smith, 1976b, elevan a nivel de especie *A. queretarensis*. Al parecer existe consenso en no reconocer esta especie entre los especialistas. He revisado personalmente el tipo y parece ser un *A. dumerili* mal etiquetado. Por lo tanto esta especie no se reconoce como válida. Ver También Frost, (ed), 1985, Amphibian species of the world, ASC., Allen Press, Lawrence, Kansas:554.
13. Se ha cuestionado la validez de este género recientemente por Brandon, 1989, Natural history of the axolotl and its relationship to other Ambystomatid salamanders. in. Armstrong y Malacinski, Developmental biology of the axolotl. Oxford Univ. Press. New York, Cap 2:17.
14. Grismer, 1982, San Diego Herp. Soc. Newsl. 4(3):3-4, registra una población de esta especie no descrita en Baja California, sin embargo no tengo noticias de que esten publicados los resultados de este estudio.
15. De acuerdo a Wake y Elias, 1983, Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (345):10, existen varias especies de este género no descritas para México.
16. De acuerdo a Hanken, 1983, Copeia 1983(4):1051-1073, y a Wake y Elias, 1983, Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (345):13, hay por lo menos 7 especies nuevas por describir de este género endémico de México.
17. En Smith y Smith, 1976b, se incluye como parte de la fauna de México a *Taricha torosa*, sin embargo al parecer no hay registros de esta especie en México, ver Nussbaum y Bodie, 1980, Cat. Amer. Amph. Rept. (273):1-4. y Stebbins, A field guide to western reptiles and amphibians 2a. Edic. Houghton Mifflin Co., Boston:42, mapa 8.
18. Esta es la única familia de herpetozoos endémica de México. Existen en la literatura sugerencias de la existencia de alguna especie del género *Bipes* en Arizona y Colorado, sin embargo hasta la fecha no hay registros confiables de esto. Ver Stebbins, A field guide to western reptiles and amphibians 2a. Edic. Houghton Mifflin Co., Boston:243. y Smith y Smith, 1977, Synopsis of the

herpetofauna of Mexico Vol. V. Guide to Mexican Amphisbaenians and Crocodylians Bibliographic Addendum II. John Johnson, North Bennington, Vt:19-20, para una discusión al respecto.

19. Ha habido gran confusión acerca de la existencia de *Abronia deppei*, al sur de la Cuenca del Balsas, se ha demostrado que las poblaciones en esa región representa un especie nueva que esta bajo estudio Flores-Villela y Sánchez-Herrera, (en prep.).

20. Este género fue introducido de las islas del Caribe, Smith y Taylor, 1950, U.S. Natl. Mus. Bull. 199:40.

21. Este género, representado por una sola especie, fue probablemente introducido de Filipinas a las costas occidentales de México, Smith y Taylor, 1950, U.S. Natl. Mus. Bull. 199:40, bajo el género *Peropus*.

22. Esta especie fue introducida de Centroamerica, Smith y Taylor, 1950, U.S. Natl. Mus. Bull. 199:40.

23. Las tres especies de este género que llegan a México, posiblemente fueron introducidas de lugares diferentes. *H. frenatus*, de Filipinas; *H. mabouia*, de algunas islas del Caribe, o talvez de Madagascar o Africa del Sur y *H. turcicus* de la costa Este de Europa o Africa, Smith y Taylor, 1950, U.S. Natl. Mus. Bull. 199:40.

24. Por error de omisión no está en el análisis.

25. Esta especie ha sido recientemente introducida en México, Harris y Kluge, 1984, Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (706):47.

26. Esta especie ha sido recientemente introducida en los Estados Unidos.

27. Scudder, et. al., 1983, Trans. Kansas Acad. Sci. 86(4):153, sugieren que la población de esta especie en la isla Cerralvo pudiera representar a una subespecie nueva, pero no hay datos suficientes para garantizra esta aseveración.

28. Smith y Smith, 1976, ponen a esta especie como subespecie de *S. ater*, sin dar argumentos, aqui no se acepta este cambio mientras no existan argumentos publicados al respecto.

29. Frost y Etheridge, 1989, Misc. Pub. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. (81):41, sinonimizan este género con *Sceloporus*, ver discusión en Etheridge y de Queiroz, 1987, A phylogeny of

Apéndice 1

Iguanidae, in Estes y Pregill (eds.), Phylogenetic relationships of the lizard families. Stanford Univ. Press:324. Aquí se considera como género aparte hasta que más evidencia se publique para sininimizarlos.

30. Smith y Smith, 1976, aceptan la validez del género *Streptosaurus*, a pesar de los argumentos de Savage, 1958, *Zoologica N.Y.* 43(2):45-47 y Etheridge, 1964, *Copeia*, 1964(4):623.

31. De acuerdo a Guillete y Smith, 1985, *Bull. Maryland Herp. Soc.* 21(1):11-12, *S. subniger* (subespecie de esta especie) podría ser considerada como una especie válida sin embargo hace falta una revisión del problema.

32. Sites, et. al., 1988, *Herpetologica* 44(3):297-307, sugieren que esta especie no es válida. Sin embargo la especie sigue siendo válida (G. Lara, datos no publicados y Sites com. per.). Por lo que en este trabajo se sigue considerando como válida para México.

33. Smith, 1987, Current nomenclature for the names and material cited in Gunther's Reptilia and Batrachia volume of the *Biologia Centrali Americana*. pp.XXIII-LI, in: *Biologia Centrali Americana*. A.C.L.G. Gunther. SSAR facsimile reprint:XXXII y XLVIII; eleva a rango de especie *microlepidotus* sin justificación suficiente. Aquí no se acepta dicho cambio.

34. Boyer, et. al., 1982, *Bull. Maryland Herp. Soc.* 18(4):189-191, sugieren que *horridus* sea considerado como subespecie de *spinus*, no se sigue esta sugerencia aquí. Los autores piensan que se necesita más evidencia para llegar a las conclusiones de Boyer et. al.

35. Esta especie posiblemente ocurre en Guatemala y no es endémica de México, ver Stuart, 1971, *Herpetologica*, 27(3):235-259. Sin embargo Villa, et. al., 1988, *Middle American Herpetology*, Univ. Missouri Press:53 y Lamar, 1990, *Herp. Rev.* 21(3):65-67, no lo registran para este país.

36. Las subespecies de esta especie han tenido recientemente varios problemas taxonómicos. Mientras durante mucho tiempo se ha considerado como especie politípica (desde Smith y Taylor 1950) recientemente se han aportado evidencias para reconocer algunas de las subespecies como especies distintas. Ver Murphy, 1983, *Occ. Pap. California Acad. Sci.* (137):32-33. Debido a falta de evidencias en este trabajo solamente se consideran como válidas a *rufidorsum* y *zosteromus*. Las otras subespecies *lineatulus* y

monserrattensis de acuerdo al autor necesitan más estudio.

37. No en el análisis por error de omisión.

38. No esta en el análisis por error de omisión.

39. Smith, 1987, Current nomenclature for the names and material cited in Gunther's Reptilia and Batrachia volume of the Biologia Centrali Americana. pp.XXIII-LI, in: Biologia Centrali Americana. A.C.L.G. Gunther. SSAR facsimile reprint:XXXII y XLVIII; cuestiona la asignación de *teapensis* como subespecie de *variabilis*.

40. No está en análisis cuantitativo por error de omisión.

41. Para elaborar la lista base de las especies del género *Anolis* que habitan en México, se siguió a Lieb, 1981, Biochemical and kariological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovi* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, Univ. California, Los Angeles. Se decidió hacer este dado lo problemático del grupo.

42. Esta especie no se consideró en el análisis del capítulo 3, debido a que Lieb, 1981, Biochemical and kariological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovi* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, Univ. California, Los Angeles. considera que puede ser sinónimo de *A. liogaster*.

43. Según Lieb, 1981, Biochemical and kariological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovi* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, Univ. California, Los Angeles:283, no se conoce la distribución de esta especie. Savage y Guyer, 1989, Amphibia-Reptilia, 10:111, citan que el status taxonómico de esta especie es incierto.

44. Savage y Guyer, 1989, Amphibia-Reptilia, 10:111, citan que el status taxonómico de esta especie es incierto.

45. Savage y Guyer, 1989, Amphibia-Reptilia, 10:111, citan que el status taxonómico de esta especie es incierto.

46. De acuerdo a Lieb, 1981, Biochemical and kariological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovi* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, Univ. California, Los Angeles:284, esta especie sólo se conoce de La Paz, posiblemente un pueblo en la vertiente alta del Río Blasas en Puebla (pero en realidad no se conoce exactamente su distribución, [nota del autor]). Savage y Guyer, 1989, Amphibia-

Apéndice I

Reptilia, 10:111, citan que el status taxonómico de esta especie es incierto.

47. De acuerdo con Lieb, 1981, Biochemical and Kariological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovii* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, Univ. California, Los Angeles:285, no se conoce la distribución de esta especie.

48. Savage y Guyer, 1989, Amphibia-Reptilia, 10:111, citan que el status taxonómico de esta especie es incierto.

49. Villa, et. al., 1988, Middle American Herpetology, Univ. Missouri Press:54, sugieren seguir otra nomenclatura diferente a la empleada aquí para las especies del género *Mabouya*, sin embargo no se han publicado los argumentos para esto.

50. No está en análisis cuantitativo por error de omisión.

51. Las especies *alvarezii*, *lipetzi* y *sawini* son posiblemente sinónimos (Bezy, com. pres.).

52. En este trabajo no se incluyó para el análisis a esta especie por no considerarla válida.

53. Por error se consideró como endémica de México, pero llega en su distribución a Guatemala ver Villa, et. al., 1988, Middle American Herpetology, Univ. Missouri Press:58.

54. Existe una nueva especie de este género por describirse, R.L. Bezy y O. Flores Villela (en prep.). No está en análisis cuantitativo por error de omisión.

55. De acuerdo a Smith y Pérez-Higareda, 1989, Bull. Chicago Herp. Soc. 24(1):8, ha habido gran confusión sobre la distribución de las especies de *Clelia* en México. Aclaran que *C. clelia* posiblemente sólo llega al país en la base de la península de Yucatán y que todos los otros registros deben de referirse a *C. scytalina*.

56. Según Villa, et. al., 1988, Middle American Herpetology, Univ. Missouri Press:63, esta especie puede ser sinónimo de *C. lineatus*.

57. *Dipsas maxilaris* se ha registrado para México, por ejemplo Smith y Smith, 1976 y Villa, et. al., 1988, Middle American Herpetology, Univ. Missouri Press:64. Sin embargo hay evidencias de que esta especie no es un elemento de la fauna de México ver Amaral, 1929, Mems. Ints. Butantan 4:29. También ver comentario

en Peters, 1960, Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan (114):49. Además esta especie no se ha vuelto a recolectar desde su descripción, en donde cuestionablemente se le registra para Tabasco. En este trabajo no se le considera como especie de la fauna del país.

58. No se conoce muy bien la distribución de esta especie aunque Downs, 1967, Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan (131):171 da algunas localidades específicas para México, ver comentario en esa misma cita.

59. Drewes y Leviton, 1978, J. Herp. 12(1):102-103, registra un ejemplar de *Lampropeltys nitida*, especie cuya validez se ha cuestionado y que supuestamente se distribuye en la región del Cabo en Baja California Sur. Aunque no hacen la propuesta de revivir dicho taxón, aclaran la posible validez del mismo.

60. Existen varios problemas para el reconocimiento de las especies de este género, e incluso sobre la estabilidad del género mismo, ver Villa, et. al., 1988, Middle American Herpetology, Univ. Missouri Press:73 y Savage y Crother, 1989, Zool. J. Linn. Soc. 95:335-362.

61. No está en análisis cuantitativo por error de omisión.

62. Para elaborar la lista de especies válidas de este género se siguió la recomendación de Guillermo Lara que tiene varios trabajos en preparación sobre el género.

63. Esta especie ha sido revisada recientemente por Fitch, 1980, Trans. Kansas Acad. Sci. 83(3):106-113 y Fitch, 1983, Cat. Amer. Amph. Rept. (320):1-4, concluyendo que es una especie válida, diferente de otras con las cuales se le había confundido y que, en México, sólo se distribuye en Baja California.

64. Recientemente se le ha considerado como subespecie de *Micrurus diastema*, ver Pérez-Higareda y Smith, 1990, Bull. Maryland Herp. Soc. 26(1):5-13. En el análisis cluster se utilizó a nivel de especie.

65. McDowell, 1987, Systematics in Seigel, Collins y Novak (eds.). Snakes ecology and evolutionary biology. MacMillan, New York:25; cambia la ortografía de la familia de Tropicodophidae o Tropicodophiidae a la forma actual.

66. Especie introducida desde el sur de Asia Smith y Taylor, 1945, U.S. Natl. Mus. Bull. 187:19.

Apéndice I

67. No está en análisis cuantitativo por error de omisión.
68. El nombre correcto de esta especie es *asper*, *atrox* es otra especie diferente a pesar de lo que menciona ver Campbell y Lamar, 1989, *Venomous reptiles of Latin America*, Comstock, Cornell Univ. Press, Ithaca:192.
69. Posiblemente hay una nueva subespecie en Tabasco, ver Pérez-Higareda y Smith, 1987, *Bull. Maryland Herp. Soc.* 23(3):113-118.
70. Smith y Smith, 1979, *Synopsis of the herpetofauna of Mexico*, Vol. VI guide to Mexican turtles, bibliographic addendum III. John Johnson, North Bennington, Vt.:63, registran a *Sternotherus odoratus* como de posible ocurrencia para México, sin embargo Reynolds y Seidel, 1982, *Cat. Amer. Amph. Rept.* (287):1-4 sigieren que es necesario un estudio más profundo para demostrar la existencia de esta especie en el país. Recientemente Seidel, et. al., 1986, *Copeia* 1986(2):285-294 e Iverson, 1988, *Contr. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus.* (75)1-12, han demostrado que *Sternotherus* debe de ser colocado como un sinónimo de *Kinisternon*.
71. Existe una especie nueva endémica de México por describirse de este género (Iverson, com. pers.).
72. Todavía existen varios autores que cuestionan las validez de *Staurotypidae* como una familia aparte de *Kinosternidae*. Aquí se sigue la clasificación propuesta por King y Burke, 1989, *Crocodylian, tuatara, and turtle species of the world, a taxonomic and geographic reference*. ASC, Washinton.
73. Se cuestiona la validez de esta especie (C.J. McCoy, com. pers.), sin embargo hasta la fecha no hay evidencias publicadas.
74. Smith y Smith, 1989, *Synopsis of the herpetofauna of Mexico*, Vol. VI guide to Mexican turtles, bibliographic addendum III. John Johnson, North Bennington, Vt.:220-223, sugieren que las poblaciones de esta especie ya no están aisladas de *T. spiniferus* que es simpátrica y que ha habido una alta hibridación por lo que sugieren el nombre *T. spiniferus ater*. Sin embargo esta información se ve contradecida por observaciones recientes que al parecer indica que todavía existe *T. ater* como una entidad genéticamente separada de *spiniferus*. Ver Contreras Arqueta, 1989, *Variación morfológica y relaciones ecológicas y zoogeográficas de la herpetofauna del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México*. Tesis Prof. Univ. Auton. de N.L. y (Vogt y Soberón com. pres.). Por lo que aquí se considera como especie válida.

75. Se incluye a los Crocodylia aunque se ha demostrado recientemente que la Clase Reptilia como tal es un grupo parafilético ver (ver Gauthier, et al, 1988a, A phylogenetic analysis of Lepidosauromorpha. in Estes y Pregill (eds.), Phylogenetic relationships of the lizard families. Stanford Univ. Press:15-98 y Gauthier, et al, 1988b, Cladistics 1988(4):105-209, para una discusión).

76. La mayoría de estos registros han sido tomados de Smith y Dixon, 1987, Bull. Maryland Herp. Soc. 23(4): 154-157, con modificaciones del autor.

77. Hay evidencias de que esta especie pueda ocurrir en Matamoros, Tamaulipas Flores-Villela y Brandon (en prep.) *Siren lacertina* in Mexico.

78. Esta especie puede ocurrir en México (C.S. Lieb, com. pers).

79. Esta especie ha sido registrada visualmente por Alvarez del Toro, 1982, Los reptiles de Chiapas, Gob. Edo. de Chiapas, Tuxtla Gutz:198, para las costas de Chiapas; dado que no se han recolectado ejemplares de esta especie en el continente Americano, por el momento no se le considera como especie integrante de esta fauna.

80. Smith y Smith, 1977, Synopsis of the herpetofauna of Mexico Vol. V. Guide to Mexican Amphisbaenians and Crocodylians Bibliographic Addendum II. John Johnson, North Bennington, Vt:64-66, sugieren que esta especie podría haber sido habitante de la fauna del país en tiempos recientes. Sin embargo no existe hasta la fecha un registro de esta especie en México.

APENDICE 2

Explicación de las regiones naturales de México, Figura 9, modificado de West, 1971b.

TIERRAS SECAS EXTRATROPICALES, REGIONES 1 y 1'.

La región 1 comprende la Mesa del Norte, que abarca el N, Centro y SE de Chihuahua; Coahuila, exceptuando el extremo SE; Durango, exceptuando la punta S del estado; O de San Luis Potosí y punta N de Jalisco. Esta región árida se caracteriza por extensas áreas de cuencas hidragráficas interiores y topografía desértica clásica, con altitudes de 1,000 a 2,000 msnm, con PMA de 200-300 mm. La vegetación la conforman matorrales espinosos de *Larrea divaricata*, varios agaves, siendo el más común *Agave lechuguilla*, muchas especies de *Yucca* y varios cactus como dominantes; *Prosopis juliflora* en algunas zonas de suelos arenosos; en ciertas áreas se encuentran bosquesillos de *Yucca* spp. y matorrales cracicaule de *Opuntia* spp.

La región 1' comprende la Península de Baja California, excepto las porciones NO y S; Sonora, excepto las porciones Centrales, E y NE; y la porción NO de Sinaloa (West, considera que la Península de Baja California conforma una subregión separada de Sonora y Sinaloa, pero nosotros consideramos una sola región para facilitar el acceso a la información proporcionada). Se caracteriza por ser zonas áridas bajas con climas BWh y BSh (nomenclatura de Koeppen) y PMA menor a 200 mm en la parte central de Baja California y Desierto de Altar en Sonora y menor a 400 mm. en el N de Sinaloa. La vegetación de estas zonas secas está compuesta por xerófitas arbóreas o semiarbóreas: *Cercidium*, en las zonas más áridas; *Prosopis* y *Pithecolobium* en aluviones profundos a lo largo de arroyos; órganos como la pitaya (varios géneros del grupo *Cereus*) y un gran número de arbustos deciduos y perennes. En la Península además se presentan palmas de los géneros *Washingtonia* y *Erythea*, y en el desierto central se encuentran dos plantas endémicas, *Idria columnaris* y *Pachycormus discolor*.

TIERRAS ALTAS TROPICALES FRIAS, REGIONES 2 Y 2'.

La región 2 comprende a Mesa Central, parte de la Sierra Madre Oriental y Sierra y Mesa del Sur, abarca desde el SE de Nayarit; la punta S de Zacatecas; N, Centro y E de Jalisco; S de Aguascalientes; Guanajuato; N de Michoacán; Queretaro, excepto el extremo N; Hidalgo, excepto el extremo NE; México, exceptuando la punta SO; Distrito Federal; Tlaxcala; Puebla, excepto los extremos N y SO; extremo O de la parte central de Veracruz; extremo N de Morelos y la Sierra del Sur en Oaxaca, Guerrero y Michoacán. La Mesa Central se caracteriza por ser de naturaleza volcánica y por su peculiar hidrografía; en el Eje Neovolcánico Transversal, el cual es el borde S de la Meseta, se localizan las más recientes formas de vulcanismo. La margen N seca de la Mesa Central se caracteriza por formas volcánicas más viejas (Terciario).

Apéndice 2

Una de las características más conspicuas de la Meseta es la gran cantidad de cuencas planas, que durante parte del Pleistoceno fueron ocupadas por grandes lagos producto de la inhibición del drenaje normal por el vulcanismo; muchos de esos lagos consecuentemente se han ido secando quedando las cuencas planas actuales. La Sierra Madre del Sur y la Mesa del Sur están formadas por macizos montañosos de rocas cristalinas antiguas. La vegetación de la zonas secas (Mezquital, Tehuacan y otras) se conforma de cactus columnares, yucas y muchos arbustos xerófitos. La vegetación de las regiones húmedas se compone por bosques templados de *Quercus*, *Pinus*, *Abies*, *Juniperus*, *Alnus* y *Pseudotsuga* principalmente. La vegetación de la Sierra y Mesa del Sur se conforma también por bosques de *Pinus* y *Quercus*, existiendo además bosques de niebla de *Liquidambar*, *Tilia*, *Fagus* y *Podocarpus* principalmente.

La región 2' comprende la Sierra Madre de Chiapas, que presenta características semejantes a las porciones húmedas de la región.

TIERRAS BAJAS TROPICALES, REGIONES 3 y 3'.

La región 3 corresponde a las tierras bajas del Golfo de México y Caribeñas. Comprende una pequeña parte de los siguientes estados: extremo S de Tamaulipas, E de San Luis Potosí, NE de Hidalgo, N de Puebla y NNE de Oaxaca; Veracruz, excepto el extremo O de la parte central; centro, N y NE de Chiapas; Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Se caracteriza por tierras bajas con altitudes de hasta 1,000-1,200 msnm, abundantes lluvias con una estación seca relativamente corta (clima Am a Af) y altas temperaturas a lo largo del año. La vegetación presente son bosques tropicales perennifolios muy densos desde el S de Veracruz, matorrales en la porción seca del N de Yucatán y selva mediana subperennifolia en dos tercios de la Península de Yucatán, estas son las comunidades vegetales más importantes de esta región.

La región 3' comprende las tierras bajas de la Costa del Pacífico, Cuenca del Balsas y Valle de Chiapas. Abarca el centro y S de Sinaloa; extremo S de Baja California, O de Nayarit, O y extremo S de Jalisco, Colima; centro y O de Michoacán, excepto la Sierra de Coalcomán; N y S de Guerrero, Centro y S de Morelos, SO de Puebla, S de Oaxaca y S de Chiapas.

Se distingue de la región 3 por tener regímenes de precipitación pluvial más bajos (1,000-2,000 mm. en general) con una larga y bien marcada estación seca con una duración de 5 a 6 meses y con bosques deciduos y semideciduos como vegetación más importante, siendo muy abundante plantas con concentraciones altas de resinas y taninos, posiblemente como una respuesta al largo período de sequía. En la Cuenca del Balsas también abundan este último tipo de plantas, pero las especies dominantes son de la familia de las

leguminosas. En el Valle de Chiapas, que es un poco más húmedo y frío que la depresión del Balsas, presenta vegetación formada por arbustos tropicales, árboles bajos, cactus y agaves.

TIERRAS ALTAS EXTRATROPICALES, REGIONES 4 y 4'.

La región 4 corresponde a la Sierra Madre Occidental. Abarca el NE de Sonora, E y SO de Chihuahua, NE de Sinaloa y E de Durango. Sobre elevaciones de 2,200 msnm los bosques de *Pinus* y *Quercus* siguen las mesas volcánicas hasta el N en la frontera con los Estados Unidos. En el tercio más norteño existe una estación invernal muy marcada con un régimen de lluvias muy bajo, mientras que en los dos tercios restantes se presenta una fluctuación térmica estacional mas baja similar al del las Tierras Altas Tropicales del sur.

La región 4' corresponde a las partes mas altas de la Sierra Madre Oriental. Abarca el extremo SE de Coahuila, S de Nuevo León, extremo SO de Tamaulipas y centro y NNE de San Luis Potosí. Presenta bosques de *Pinus* y *Quercus* y en altas elevaciones (más de 3.600 msnm) arriba de la línea de vegetación arbórea se presentan manchones de vegetación alpina.

TIERRAS SUBHUMEDAS EXTRATROPICALES, REGION 5.

Esta región comprende el Centro y E de Nuevo León; Tamaulipas, excepto las porciones NO y SO y una pequeña parte del NE de San Luis Potosí. Climáticamente forma una zona de transición entre las zonas tropicales húmedas del Golfo y Caribe con las zonas subtropicales húmedas del SE de los Estados Unidos.

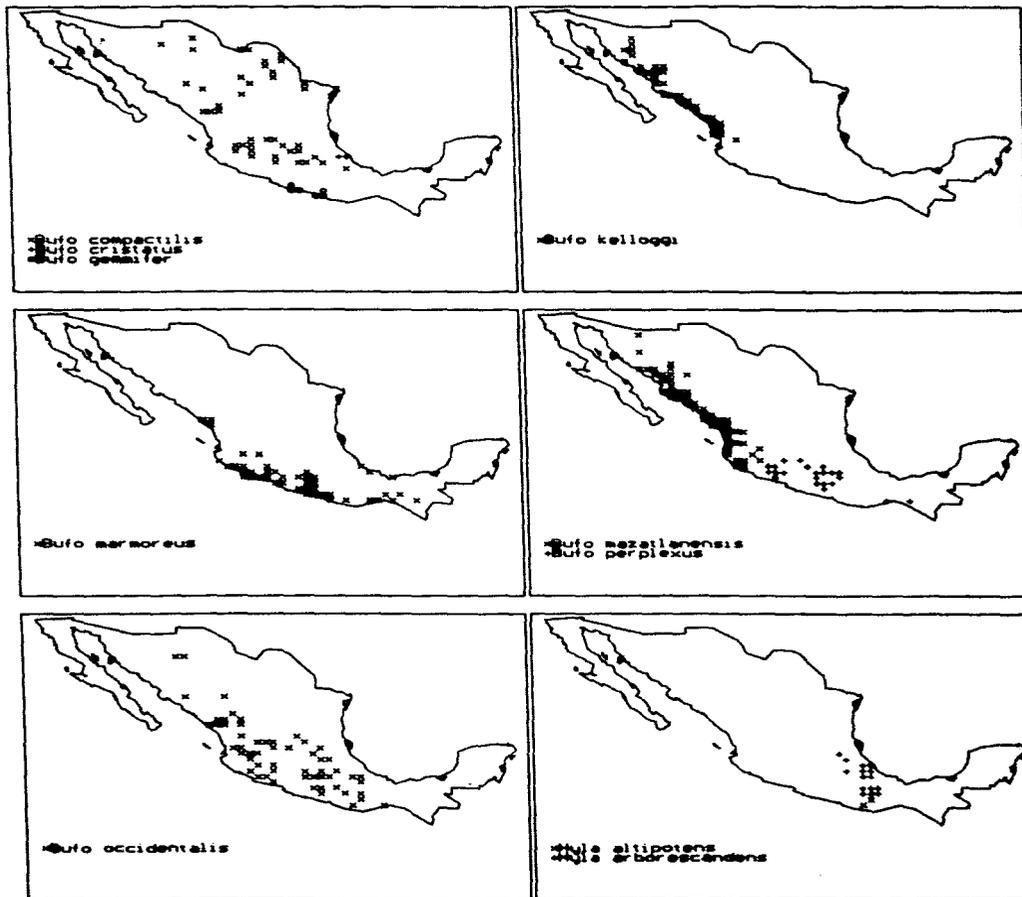
La vegetación se compone de matorrales y pequeños árboles como *Acacia* y *Cordia*, con mezclas ocasionales de *Opuntia*, *Yucca*, órganos y varias herbáceas, esta comunidad es diferente de la flora desértica de la Mesa del Norte adyacente. Existen bosques en galería de *Carya*, *Juniperus* y *Salix* a lo largo del curso de arroyos de tierras bajas. En las montañas bajas aisladas existen esporádicamente matorrales de *Quercus* y *Pinus*.

Para mayor detalle de las regiones mencionadas consultar el trabajo de West (1971b).

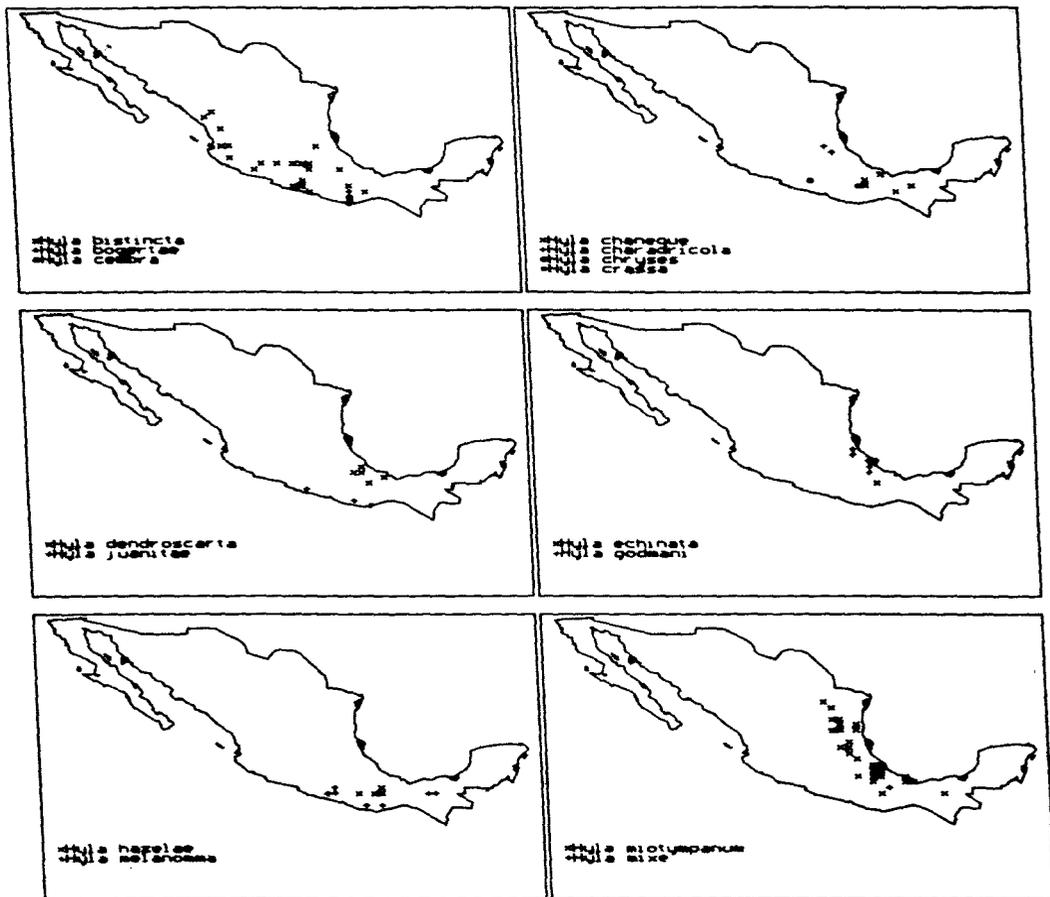
APENDICE 3

Mapas de distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles de México. No se incluyen las especies endémicas en Islas, sólo las del continente.

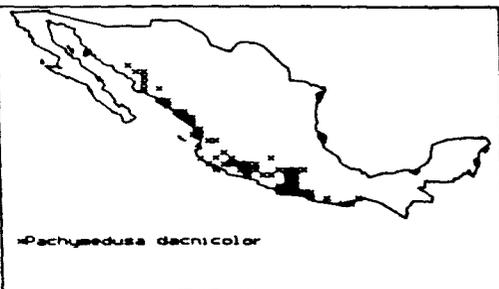
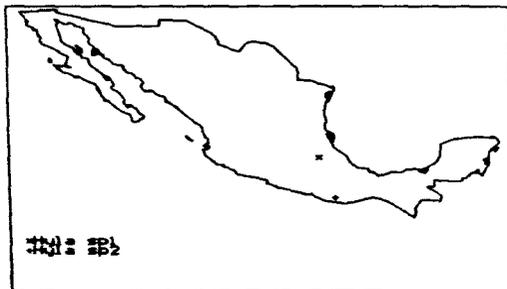
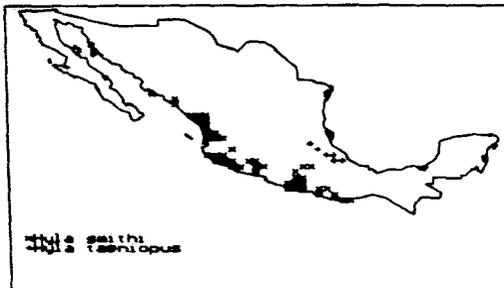
Estos mapas se generaron con el programa MAPEA, de A. Pelaez Goycochea, del Centro de Computo de la Facultad de Ciencias. Detalles del programa se encuentran en Pelaez Goycochea, 1990.

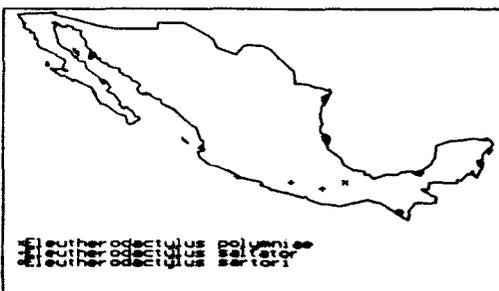
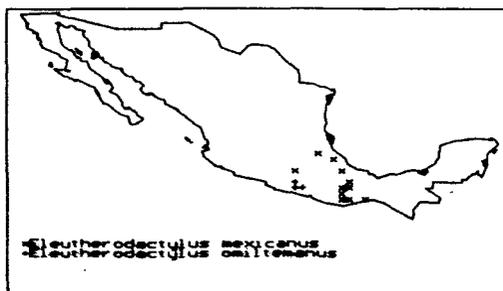
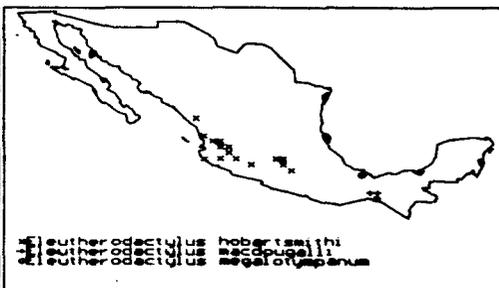
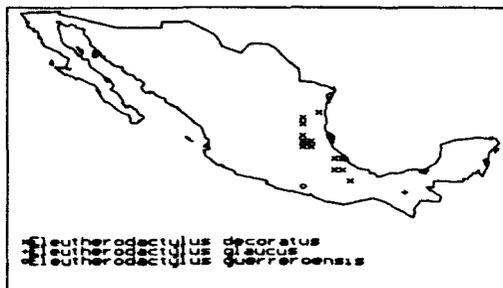
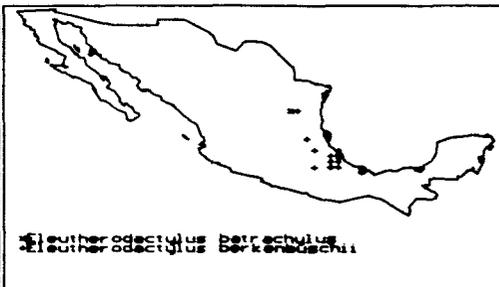


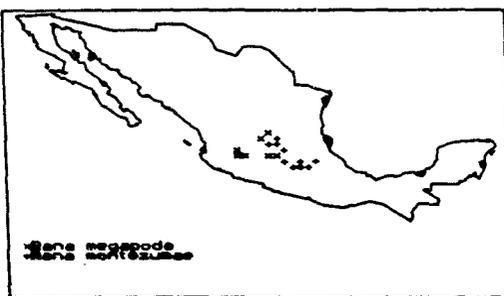
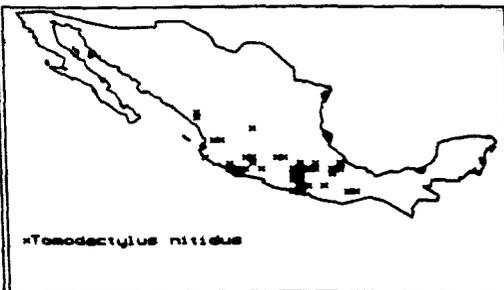
Apéndice 3



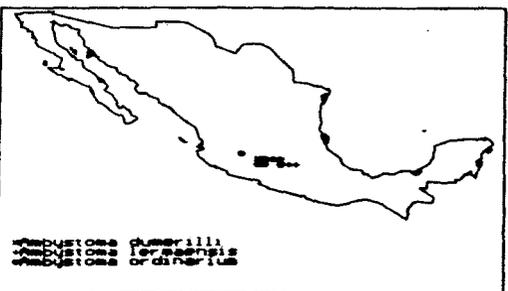
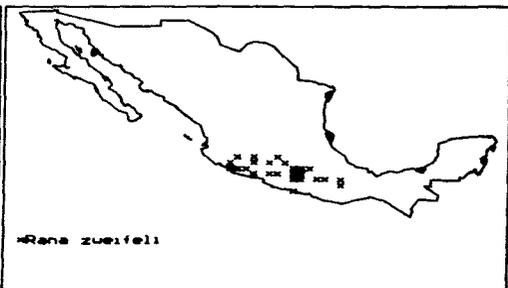
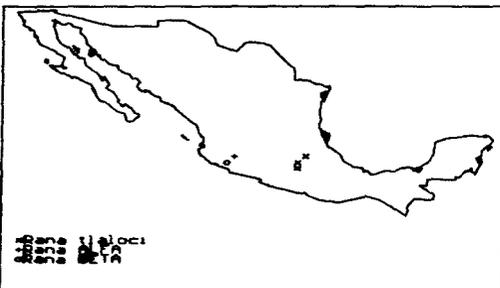
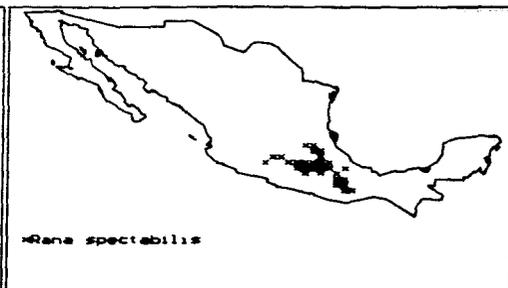
Apéndice 3

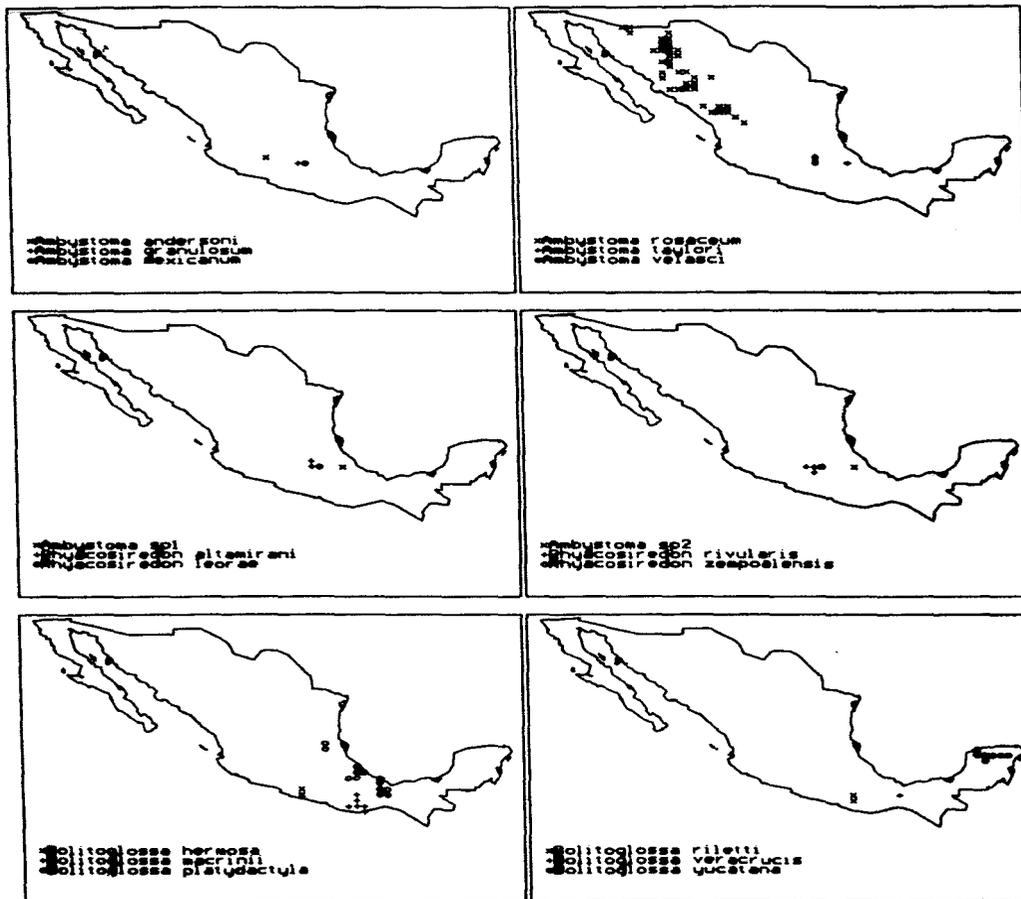




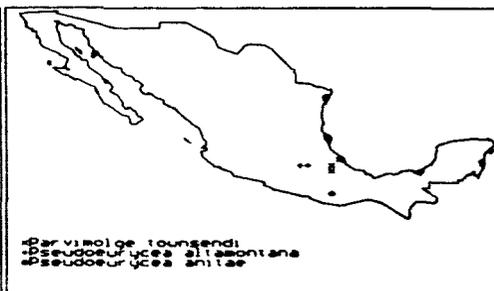
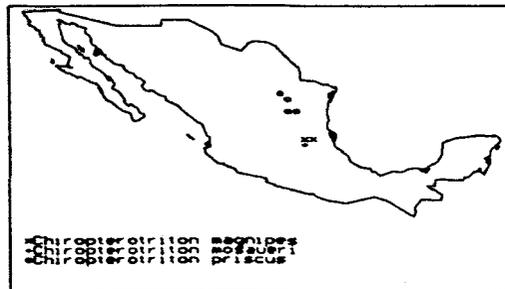
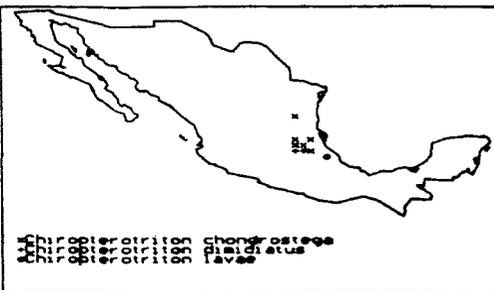
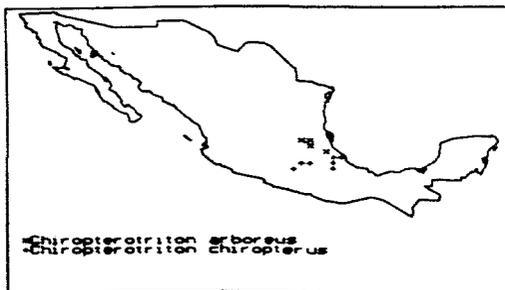


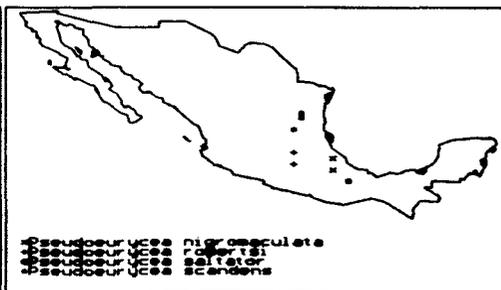
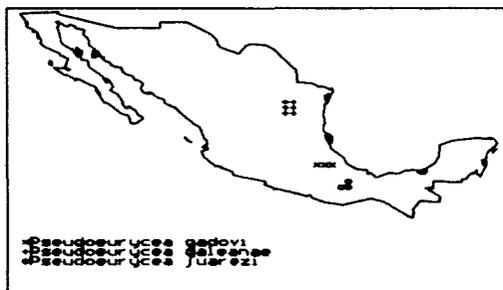
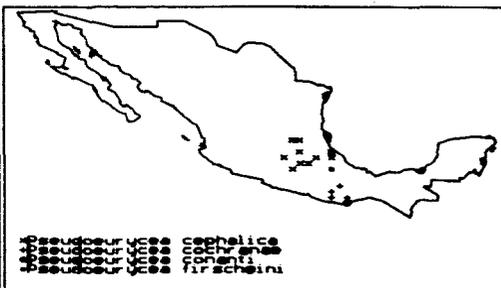
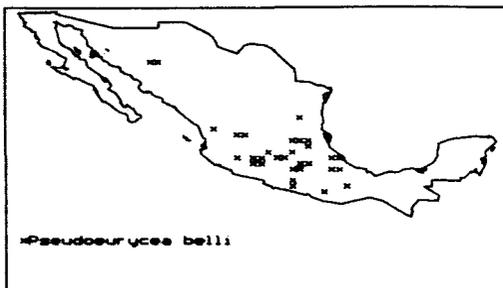
Apéndice 3



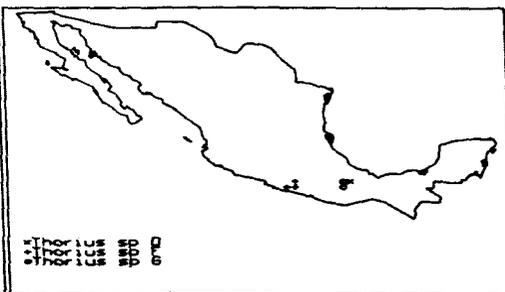
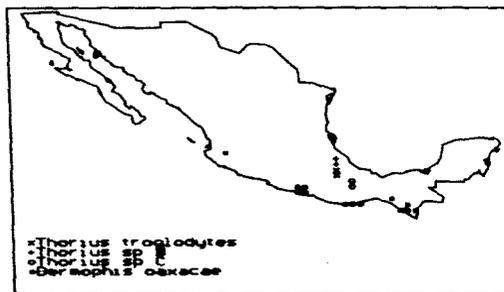
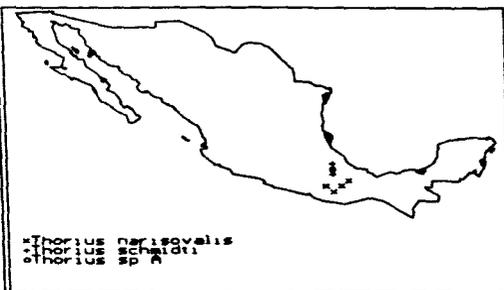
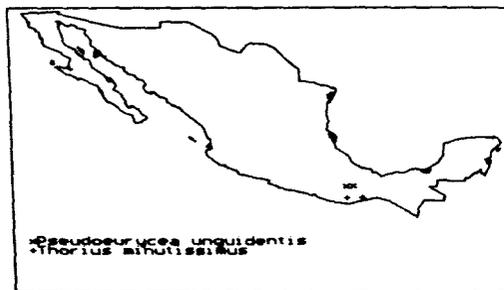
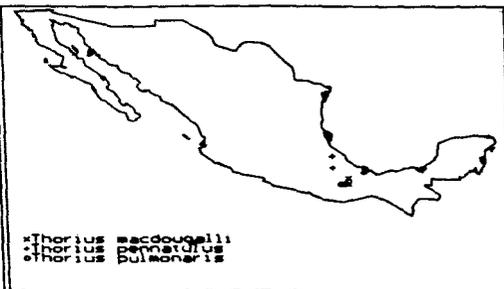


Apéndice 3

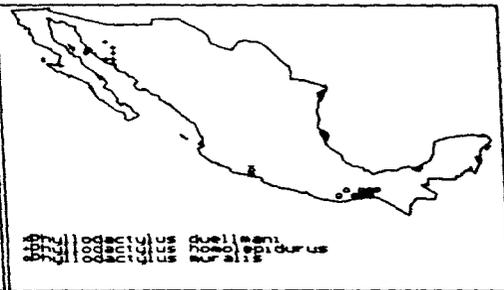
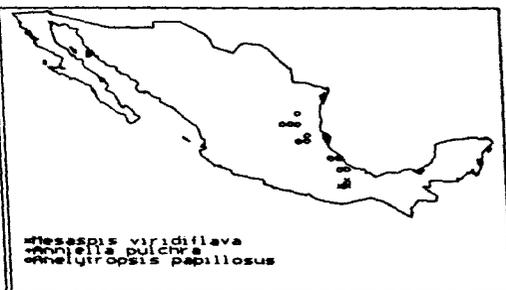
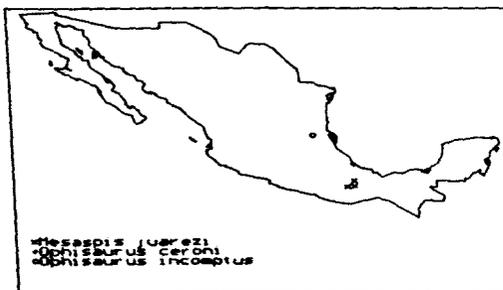
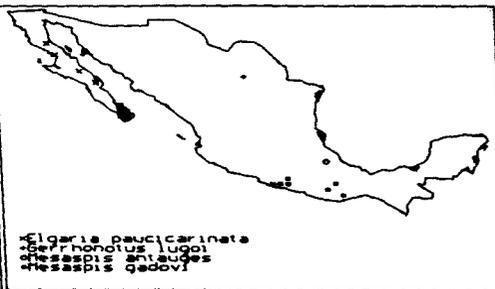
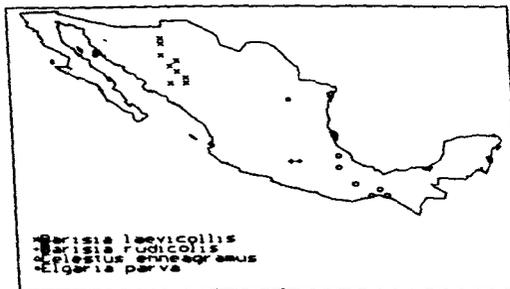


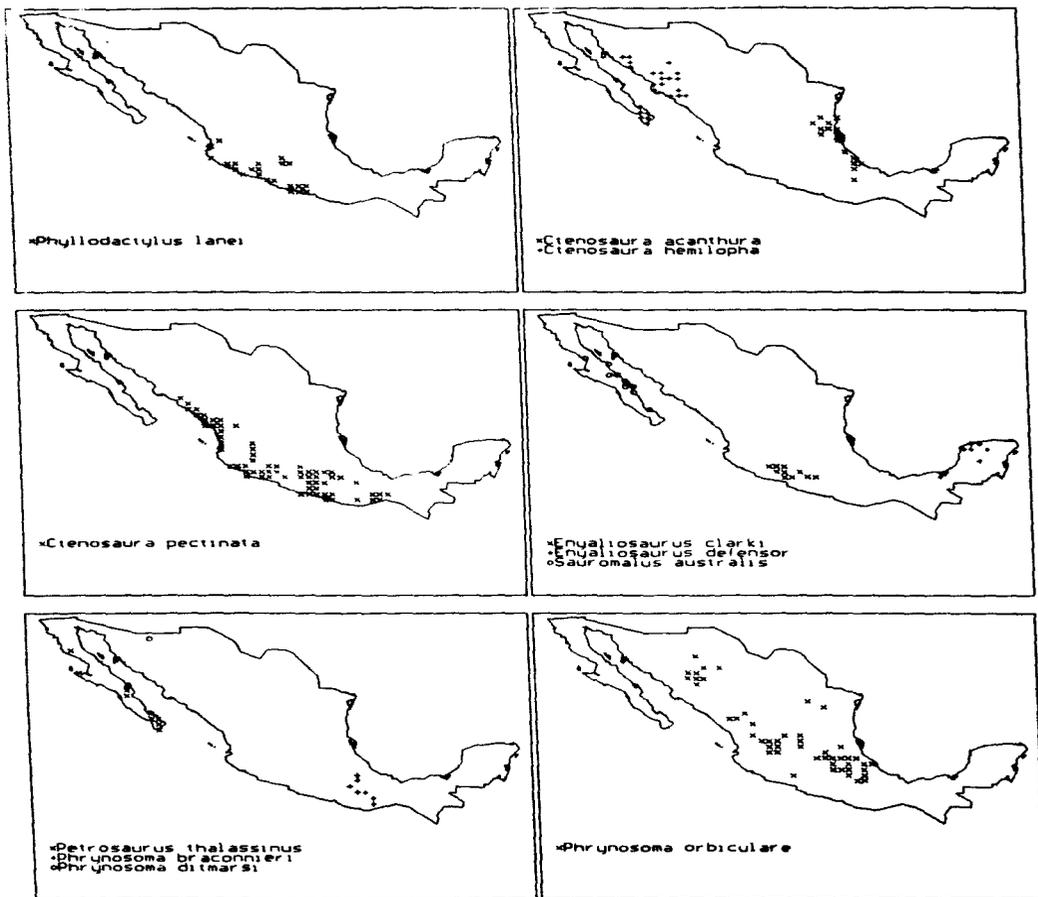


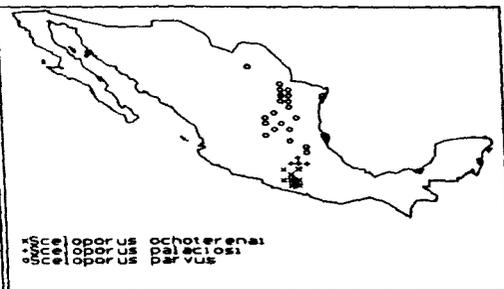
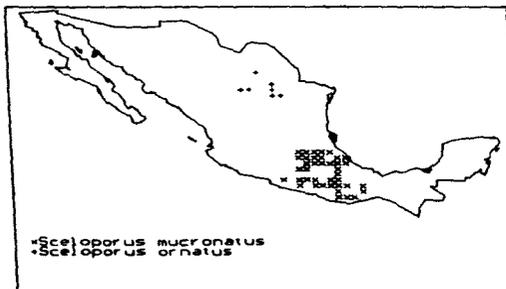
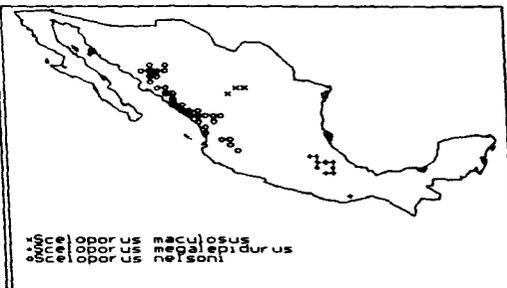
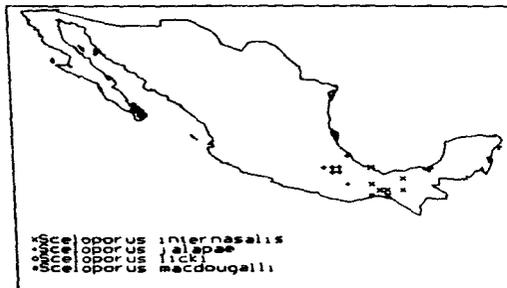
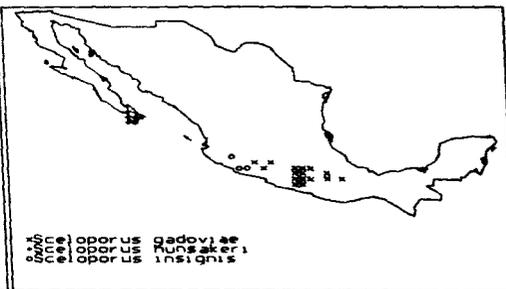
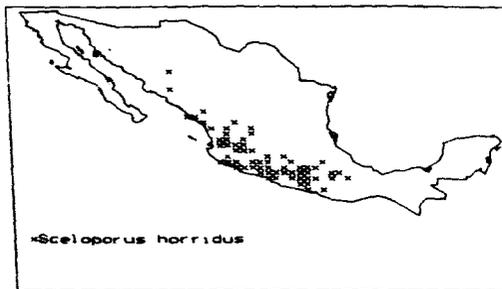
Apéndice 3



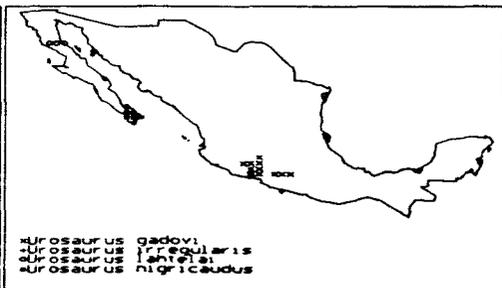
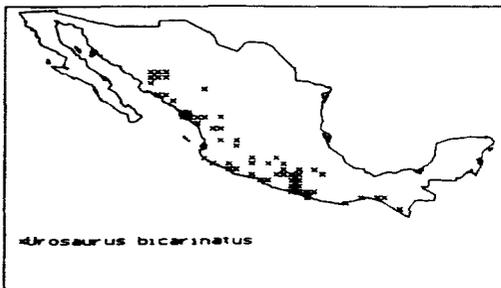
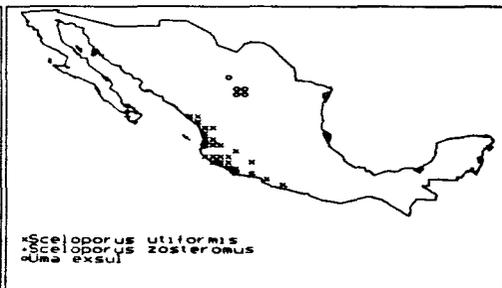
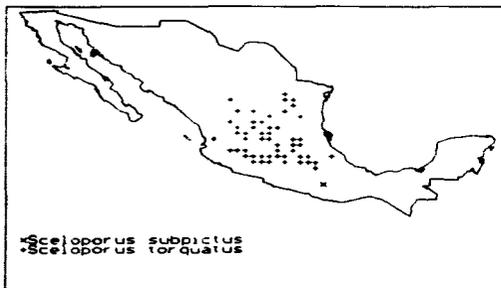
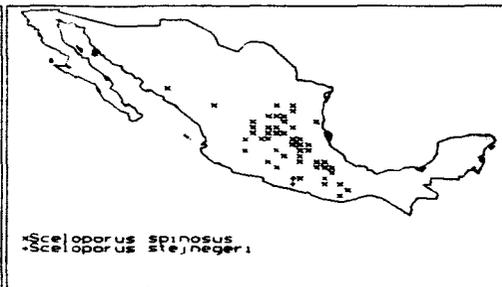
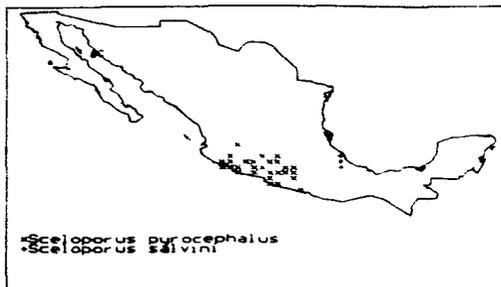
Apéndice 3

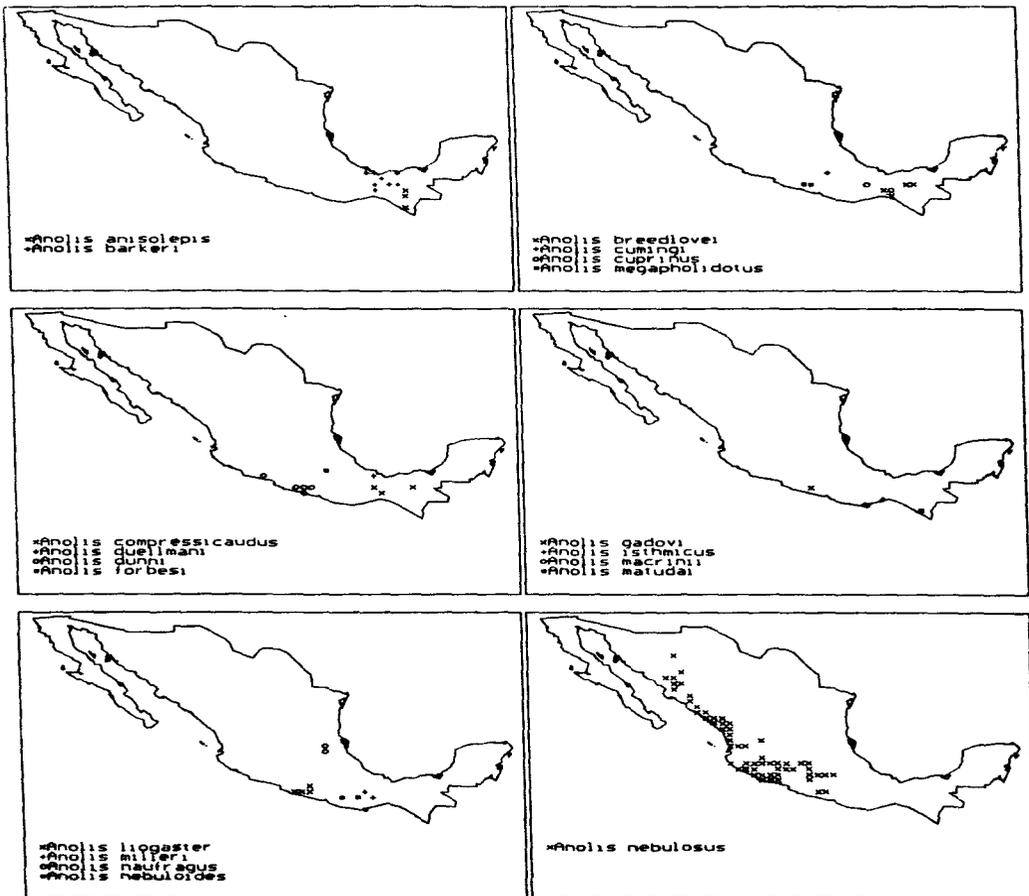




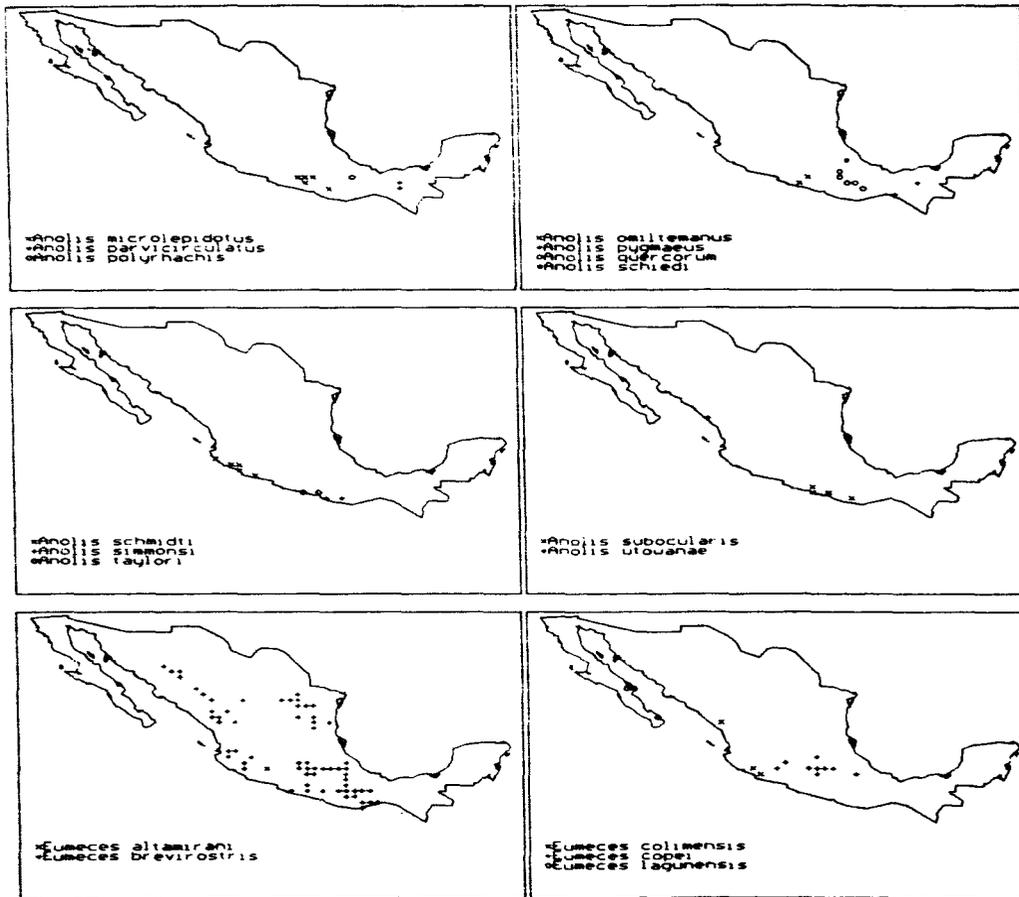


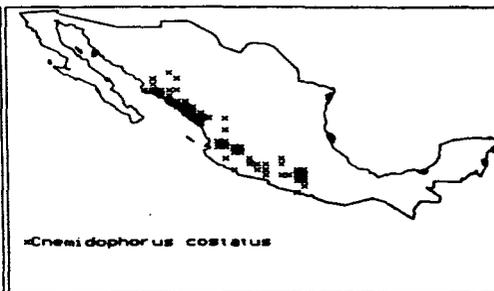
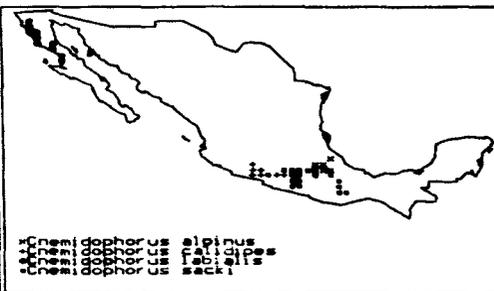
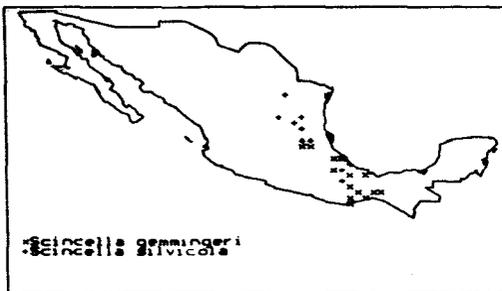
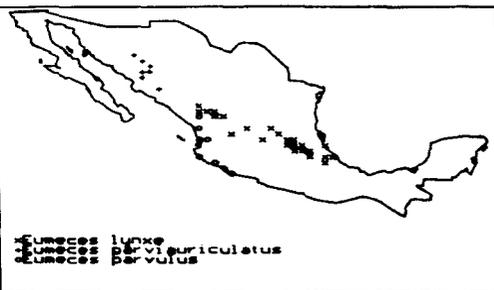
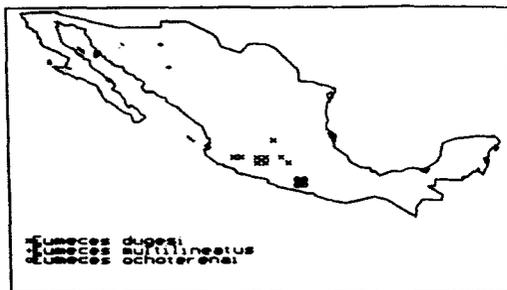
Apéndice 3



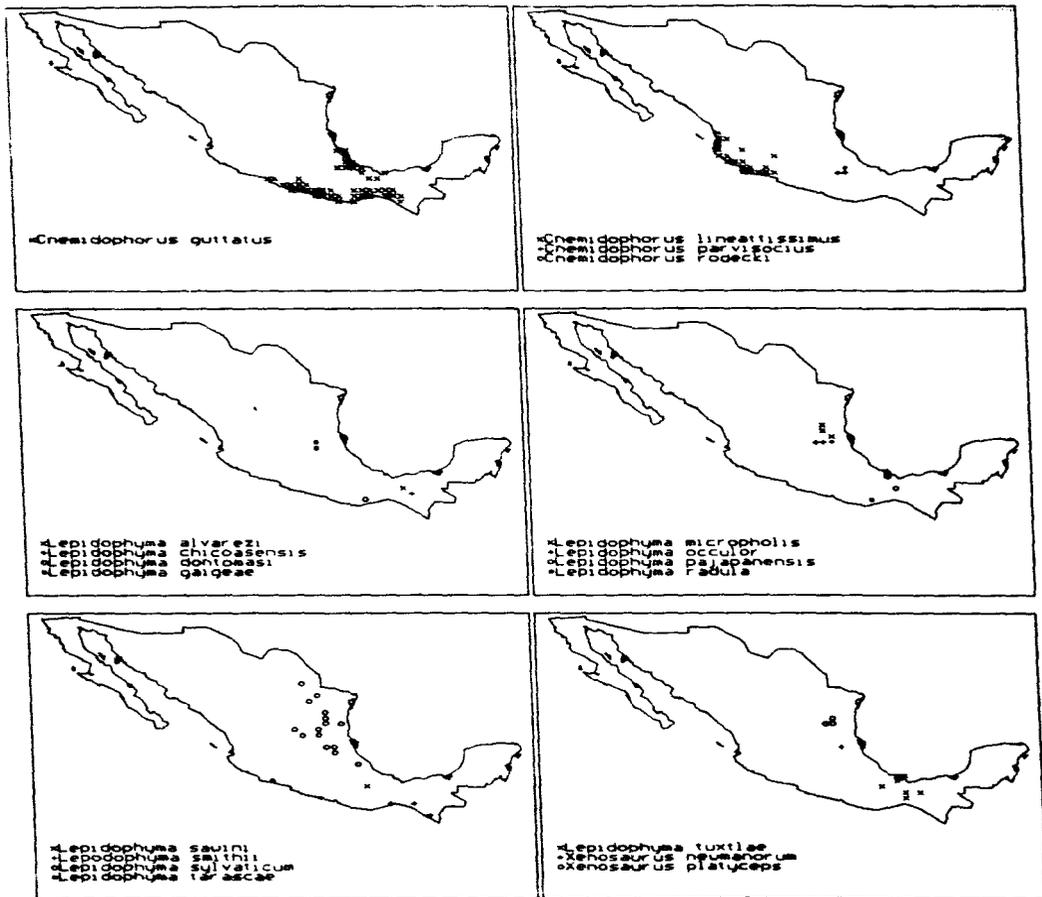


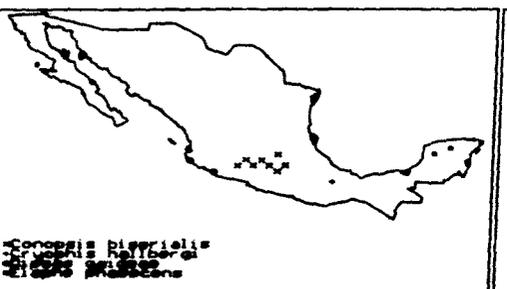
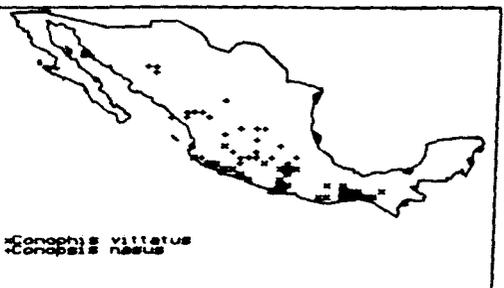
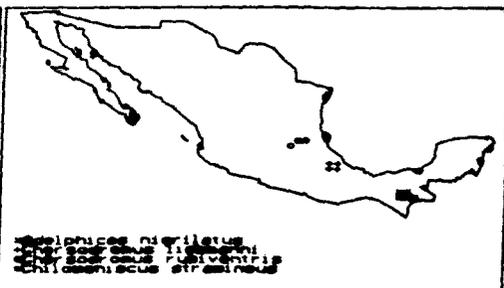
Appendix 3



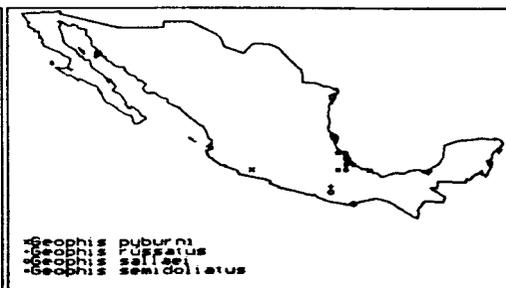
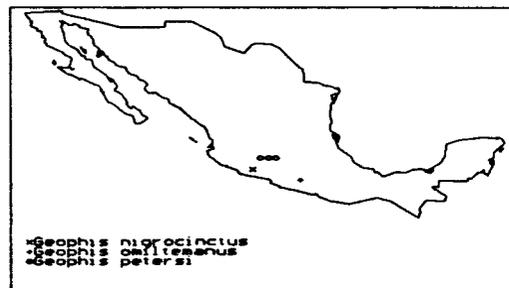
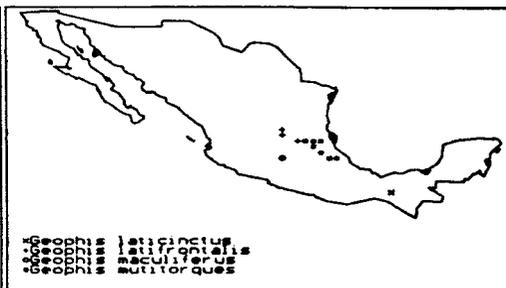
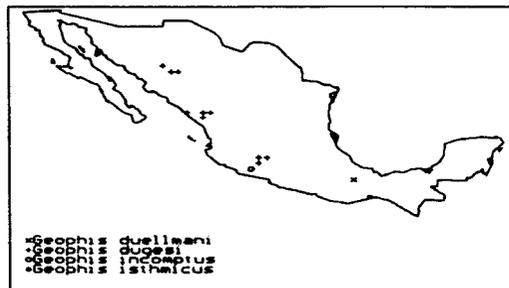
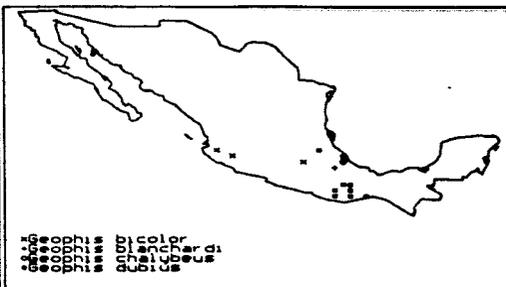


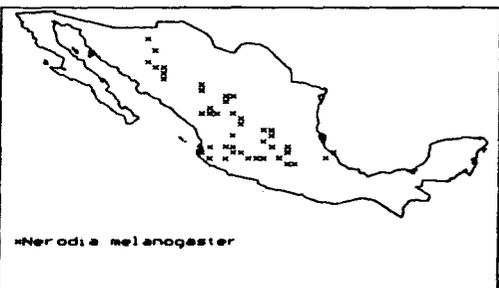
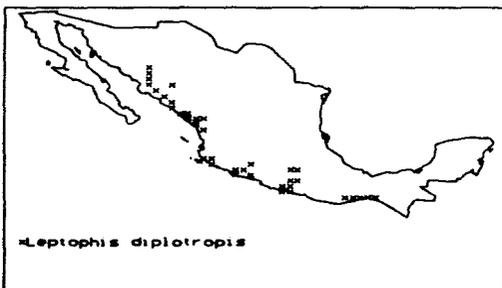
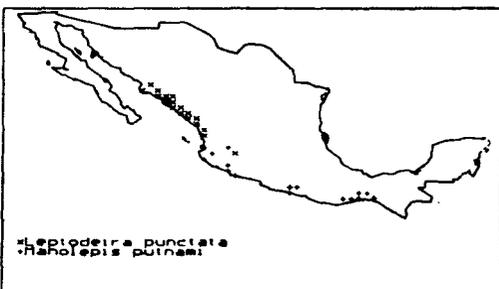
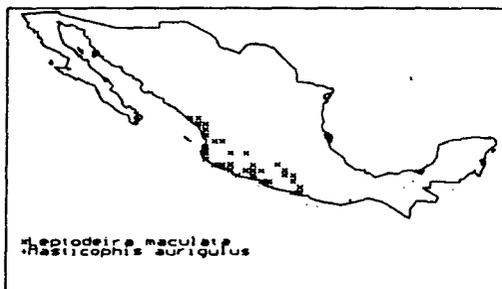
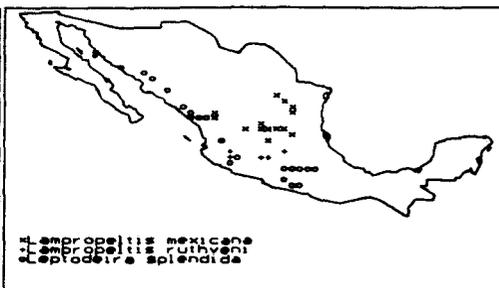
Appendice 3



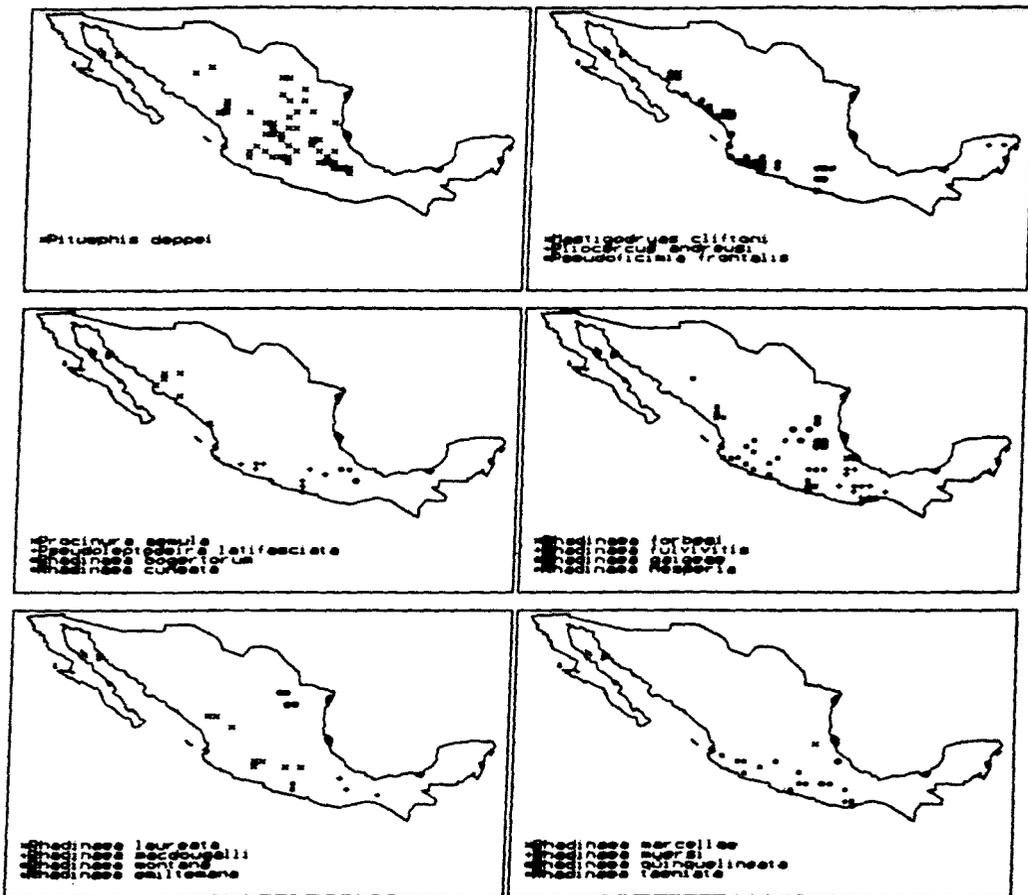


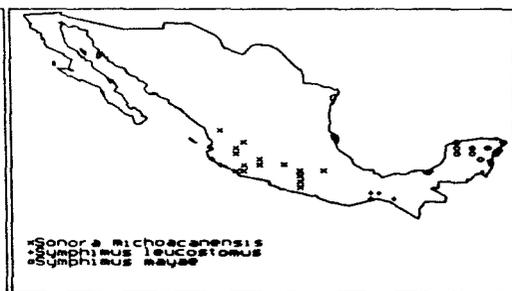
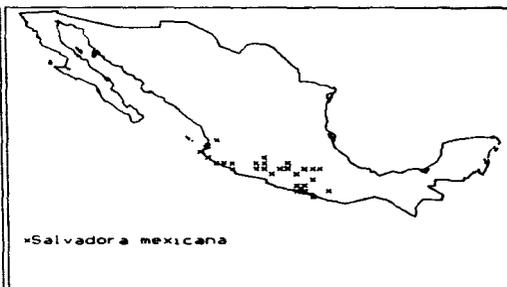
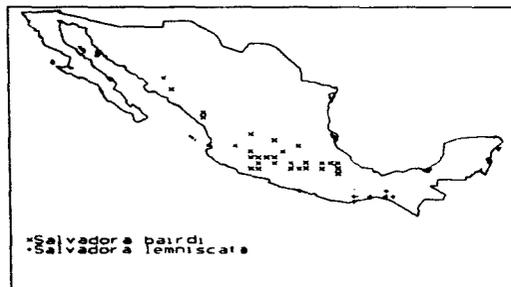
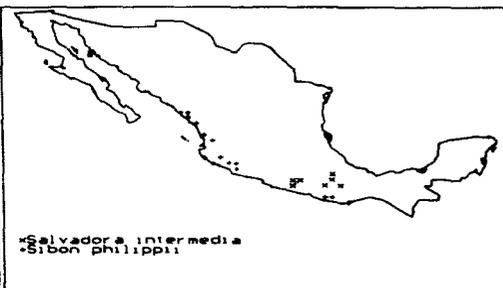
Apéndice 3



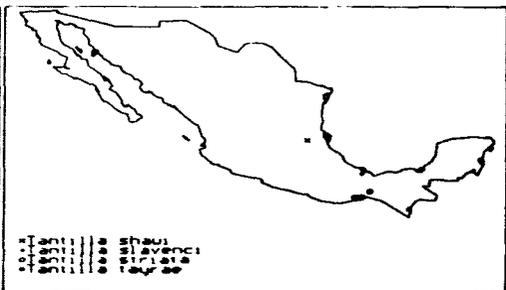
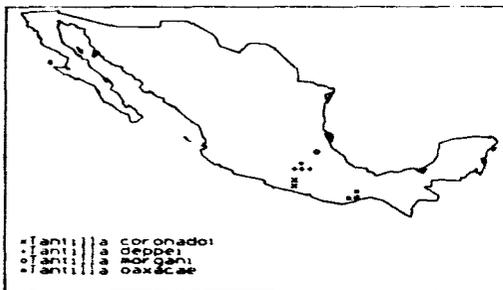
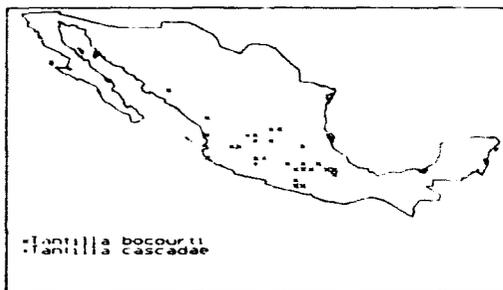
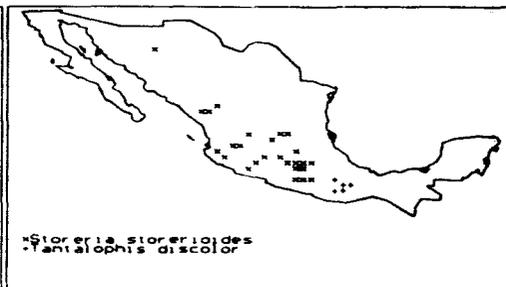


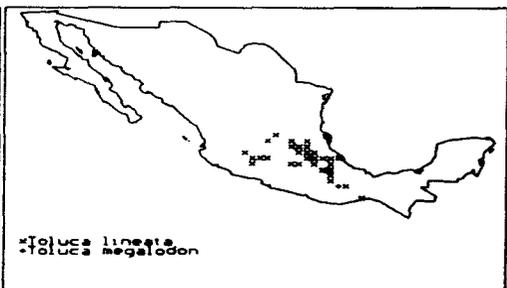
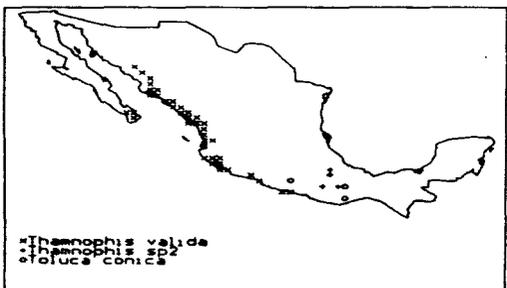
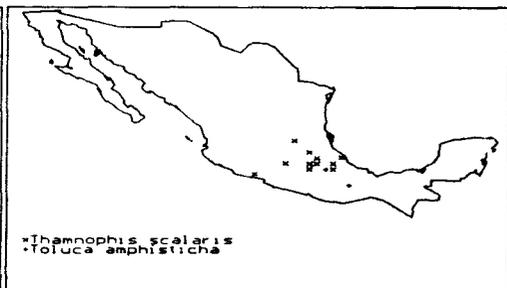
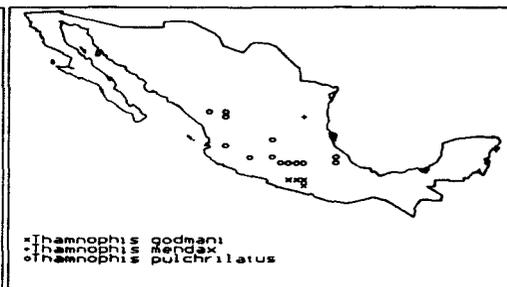
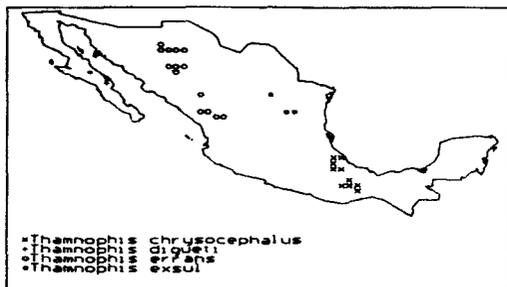
Apéndice 3

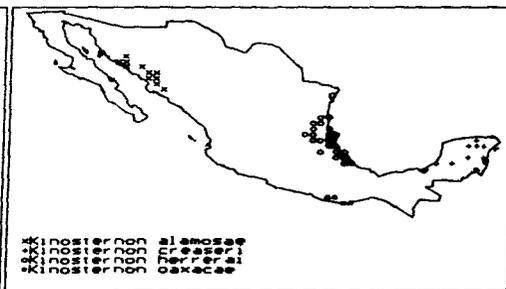
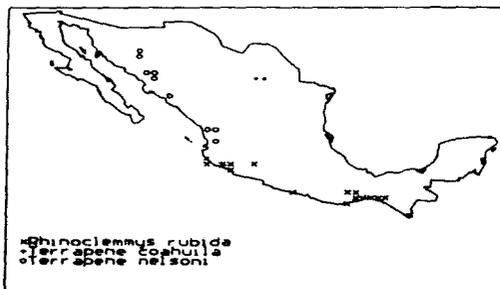
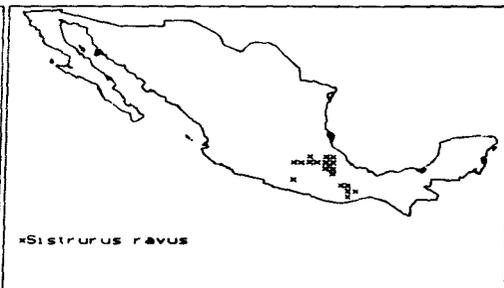
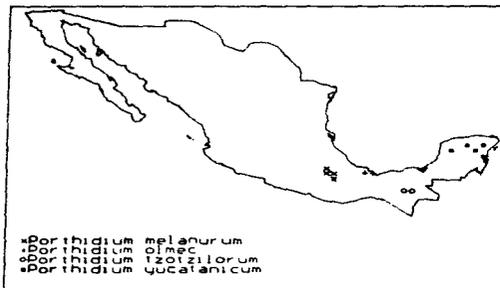
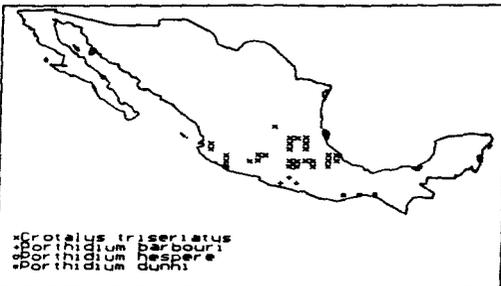
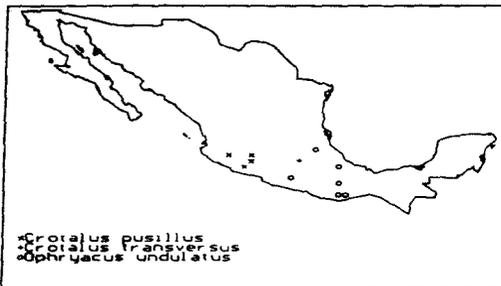




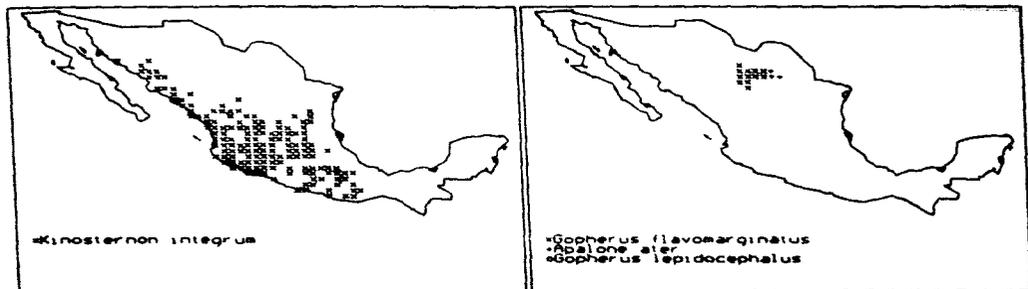
Apéndice 3







Apéndice 3



APENDICE 4

Referencias consultadas para registrar las localidades de distribución de las especies endémicas de anfibios y reptiles de México. Estos datos se utilizaron en los capítulos 1 y 2.

- Adler, K. 1965. Three new frogs of the genus *Hyla* from the Sierra Madre del Sur of Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (642): 1-19.
- Adler, K. y Dennis, D. M. 1972. New tree frogs of the genus *Hyla* from the cloud forest of western Guerrero, Mexico. *Occ. Pap. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist.* (7) 1-19.
- Altig, R. 1964. Noteworthy records of anurans from Mexico. *Herpetologica* 20(3): 210-211.
- Alvarez, T. Eliezer M. 1967. Descripción de una nueva especie de *Pseudoeurycea* de Oaxaca, México. (Amphibia: Caudata). *Acta Zool. Mex.* 9:111-9.
- Alvarez, T. y Huerta P. 1973. Notas sobre *Sceloporus macrinatus* (Reptilia: Iguanidae) en México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. IPN* 20(1-4): 177-185.
- Alvarez, T. y Martín E. 1967. Zitácuaro, Michoacán, una localidad más norteña para *Dermophis multiplicatus oaxacae* (Amphibia: Caeciliidae). *Acta Zool. Mex.* 9:211-4.
- Alvarez, T. y Polaco, O. J. 1984. Herpetofauna de la Michilia, Durango, México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol.* 28(1-4): 73-97.
- Alvarez, T. y Valentin N. 1986. Descripción de una nueva especie de *Lepidophyma* (Reptilia: Xantusiidae) de Chiapas, México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. Mex.* 32: 123-130.
- Alvarez del Toro, M. y Smith, H. M. 1956. Notulae herpetologicae chapascae I. *Herpetologica* 12(1): 3-17.
- Amaral, A. de. 1929. Estudos sobre ophidios neotrópicos. XVII. Valor systemático de varias formas de ophidios neotrópicos. *Mem. Inst. Butantan* 4: 3-68.
- Anderson, J. D. 1961. The life history and systematics of *Ambystoma rosaceum*. *Copeia* 1961(4): 371-377.
- Anderson, J. D. 1978. *Ambystoma rosaceum* Taylor Tarahumara salamander. *Cat. Am. Amph. Rept.* (206): 1-2.
- Anderson, J. D. y Lidicker, W. Z. 1963. A contribution of our knowledge of the herpetofauna of the Mexican state of Aguascalientes. *Herpetologica* 19(1): 40-51.
- Anderson, J. D. y Webb, R. G. 1978. Life history aspects of the Mexican salamander *Ambystoma rosaceum* (Amphibia, Urodela, Ambystomatidae). *J. Herp.* 12(1): 89-93.
- Anderson, J. D. y Worthington, R. D. 1971. The life history of the Mexican salamander *Ambystoma ordinatum* Taylor. *Herpetologica* 27(2): 165-176.
- Armstrong, B. L. y Murphy, J. R. 1979. The natural history of Mexican rattlesnakes. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Spec. Pub.* (5) 1-88.
- Asell Martínez, A. 1967. Notas sobre la herpetofauna del Centro de Nuevo León, México. Tesis Profesional Fac. de Ciencias Biológicas Univ. Autónoma de Nuevo León. 52 pp.
- Axtell, R. W. 1958. A northward range extension for the lizard *Aneides papillosus*, with notes on the distribution and habits of several other Mexican lizards. *Herpetologica* 14(4): 189-191.
- Axtell, R. W. 1960. A new subspecies of *Eumeces dicei* from the Sierra Madre of Northeastern Mexico. *Copeia* 1960(1): 19-26.
- Axtell, R. W. y Axtell, C. A. 1971. A new lizard (*Sceloporus jarrovi cyanostictus*) from the Sierra Madre of Coahuila, Mexico. *Copeia* 1971(1): 89-98.
- Axtell, R. W. y Montanucci, R. R. 1977. *Crotaphytus collaris* from Eastern Sonoran desert: description of a previously unrecognized geographic race. *Nat. Hist. Misc. Chicago Acad. Sci.* (201): 1-8.
- Bailey, J. W. 1928. A revision of the lizards of the genus *Crotosaura*. *Proc. U. S. Natn. Mus.* 73(2733): 1-55.
- Baker, R. H., Webb, R. G. y Dalby, P. 1967. Notes on reptiles and mammals from Southern Zacatecas. *Am. Mid. Nat.* 77(1): 223-226.

Apéndice 4

- Baker, R. H., Webb, R. G. y Stern, E. 1971. Amphibians, reptiles and mammals from North-Central Chiapas. *Am. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México* 42(1): 77-86.
- Ballinger, R. E. y Tinkle, D. W. 1968. A new species of *Uta* (Sauria: Iguanidae) from Salsipuedes Island, Gulf of California, Mexico. *Oce. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (656): 1-6.
- Ballinger, R. E. y Tinkle, D. W. 1972. Systematics and evolution of the genus *Uta* (Sauria: Iguanidae). *Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan* (145): 1-83.
- Banta, B. H. 1962. The amphibians and reptiles from the state of Aguascalientes, Mexico, in the collections of the California Academy of Sciences. *Wasman J. Biol.* 20(1): 99-105.
- Banta, B. H. y Leviton, A. E. 1963. Remarks on the colubrid genus *Chilomeniscus* (Serpentes: Colubridae). *Proc. California Acad. Scis.* 31(1): 309-327.
- Barbour, T. 1923. The reappearance of *Batrachyla longipes*. *New England Zool. Club* 8: 81-83.
- Benavides Ruiz, R. Y. 1987. Herpetofauna en el Centro-Sur del Municipio de Santiago, Nuevo León, México. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas. Univ. Autónoma de Nuevo León. 59 pp.
- Berry, J. S. Iverson, J. B. 1980. A new species of mud turtle, genus *Kinosternon*, from Oaxaca, Mexico. *J. Herp.* 14(4): 313-320.
- Berry, J. F. y Legler, J. M. 1979. A new turtle (genus *Kinosternon*) from Northwestern Mexico. *Contr. Ser. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (325): 1-12.
- Bezy, R. L. 1972. Karyotypic variation and evolution of the lizards in the family Xantusidae. *Cont. Ser. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (227): 1-29.
- Bezy, R. L. 1984. Systematics of xantusid lizards of the genus *Lepidophyma* in Northeastern Mexico. *Cont. Ser. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (349): 1-16.
- Bezy, R. L., Webb, R. G. y Alvarez, T. 1982. A new species of the genus *Lepidophyma* (Sauria: Xantusidae) from Michoacán, México. *Herpetologica* 38(3): 361-366.
- Bickham, J. W. y Carr, J. L. 1983. Taxonomy and phylogeny of the higher categories of cryptodiran turtles based on a cladistic analysis of chromosome data. *Copeia* 1983(3): 918-932.
- Blair, A. P. 1947. A new *Rana* from San Luis Potosí, Mexico. *Am. Mus. Novit.* (1353): 1-17.
- Blody, D. A., Brown, R. y Hammack, S. 1987. *Tamnorphodon tau tau*. *Herp. Rev.* 18(1): 21.
- Bogert, C. M. 1939. A study of the genus *Salvadora* the patch-nosed snakes. *Publs. Univ. Calif. Biol. Ser.* 1(10): 177-236.
- Bogert, C. M. 1939. Notes on snakes of the genus *Salvadora* with a redescription of a neglected Mexican species. *Copeia* 1939(3): 140-147.
- Bogert, C. M. 1967. New salamanders of the plethodontid genus *Pseudoeurycea* from the Sierra Madre del Sur of Mexico. *Am. Mus. Novit.* (2314): 1-27.
- Bogert, C. M. 1968. A new arboreal pit viper of the genus *Bothrops* from the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Am. Mus. Novit.* (2341): 1-14.
- Bogert, C. M. 1968. A new genus and species of dwarf boa from Southern. *Am. Mus. Novit.* (2354): 1-38.
- Bogert, C. M. y Duellman, W. E. 1963. A new genus and species of colubrid snake from the Mexican state of Oaxaca. *Am. Mus. Novit.* (2162): 1-15.
- Bogert, C. M. y Oliver, J. A. 1945. A preliminary analysis of the herpetofauna of Sonora. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 83(6): 297-426.
- Bogert, C. M. y Porter, A. P. 1967. A new species of *Abronia* (Sauria, Anguillidae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico. *Am. Mus. Novit.* (2279): 1-21.

- Booth, E S. 1959. Amphibians and reptiles collected in Mexico and Central America from 1952 to 1958. Walla Walla Coll. Publ. Dep. Biol. Sci. (24) 1-9.
- Bostic, D L. 1968. Thermal relations, distribution, and habitat of *Cnemidophorus labialis* (Sauria: Teiidae). Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 15(3): 21-30.
- Bostic, D L. 1971. Herpetofauna of the Pacific coast of North Central Baja California, Mexico, with a description of a new subspecies of *Phyllotachylus xanti*. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 16(10): 237-263.
- Boulenger G A. 1897. A revision of the lizards of the genus *Sceloporus*. Proc. Zool. Soc. London 1897(3): 474-522.
- Bour, R. y Dubois, A. 1984. *Xerotatus agassizi*, 1857, synonyme plus ancien de *Scaptocheilus* Bramble, 1982 (Reptilia, Cheloni, Testudinidae). Soc. Linn. Lyon 53(1): 30-32.
- Boyer, T H., Smith, H M. y Casin, Andreu, G. 1982. The taxonomic relationships of the Mexican lizard species *Sceloporus horridus*. Bull. Maryland Herp. Soc. 18(4): 189-191.
- Bramble, D M. 1982. *Scaptocheilus*: generic revision and evolution of gopher tortoises. Copeia 1982(4): 852-867.
- Brandon, R A. 1988. Nomenclatural and taxonomic status of *Ambystoma lacustris*. Herpetologica 44(4): 427-430.
- Brandon, R A. 1989. Natural history of the axolotl and its relationships to other ambystomatid salamanders. In J B Armstrong y G M Malacinski (eds). Developmental biology of the Axolotl. Oxford Univ. Press. New York 2: 13-21.
- Brandon, R A., Allig, R G. y Albert, E H. 1966. *Anolis barkeri* in Chiapas, México. Herpetologica 22(2): 156-157.
- Brandon, R A., Maraska, E J. y Rumph, W T. 1981. A new species of neotenic *Ambystoma* (Amphibia: Caudata) endemic to Laguna de Alchichica, Puebla México. Bull. Southern Calif. Acad. Sci. 80(3): 112-125.
- Brattstrom, B H. 1955. Notes on the herpetology of the Revillagigedo island, Mexico. Am. Mid. Nat. 54(1): 219-229.
- Brattstrom, B H. y Adis, N B. 1952. Notes on a collection of reptiles and amphibians from Oaxaca, Mexico. Herpetologica 8(3): 59-60.
- Brown, H A. 1976. The status of California and Arizona populations of the Western spade-foot toads (Genus *Scaphiopus*). Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (286) 1-15.
- Brunwell, M J. 1939. Variation in the snake, *Thamnophis inornatissima* Kennicott. Trans. Kansas Acad. Sci. 43: 423-429.
- Bunzheim, C B. 1955. A new species of the genus *Eleutherodactylus* from Guatemala. Copeia 1955(2): 118-119.
- Bunzheim, C B. y Smith, H M. 1954. A new race of *Urosaurus bicarinatus* (Reptilia: Squamata) from Chiapas, Mexico. Herpetologica 10: 181-183.
- Bunzheim, C B. y Smith, H M. 1955. Additional notes and descriptions of Plethodontid salamanders from Mexico. Herpetologica 11(1): 73-75.
- Burt, C E. 1935. Notes on a collection of lizards from western Mexico and tropical America. Trans. Micros. Soc. 54(2): 167-178.
- Burt, C E. y Myers, G S. 1942. Neotropical lizards in the collection of the Natural History Museum of Stanford University. Stanford Univ. Pub. Biol. Sci. 8(2): 273-324.
- Buskirk, J R. 1984. *Knisternon ulamose*. Herp. Rev. 15(2): 53.
- Caldwell, J. 1974. A re-evaluation of the *Hyla bistincta* species group, with descriptions of three new species (Anura: Hylidae). Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas. (28): 1-37.
- Camarillo-Rangel, J. 1983. New herpetological records from the state of México. Bull. Maryland Herp. Soc. 19(2): 39-46.
- Camarillo-Rangel, J., Aguilar-Cortés, R. y González-Ruiz, A. 1985. Distributional records of amphibians and reptiles from the state of México. Herp. Rev. 16(3): 85.

Apéndice 4

- Campbell, H.W. 1974. *Anehrtopsis*. *Anehrtopsis papillosus* Cope. Mexican blind lizard. *Cat. Am. Amph. Rept.* (156): 1-2.
- Campbell, H.W. y Chistman, S.P. 1982. The systematic status of *Phyllorhynchus acuriatus powelli* Powers and Bania. *J. Herp.* 16(2): 182-183.
- Campbell, H.W. y Simons, R.S. 1962. Notes on some reptiles and amphibians from western. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 61:41-193-203.
- Campbell, J.A. 1979. A new rattlesnake (Reptilia: Serpentes: Viperidae) from Jalisco, México. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 81: 365-369.
- Campbell, J.A. 1982. A new species of *Abronia* (Sauria: Anguillidae) from the Sierra de Juárez, Oaxaca, México. *Herpetologica* 38:3: 355-361.
- Campbell, J.A. 1982. A confusing specimen of rattlesnake from Cerro Tancitaro, Michoacán, México. *Southwest. Nat.* 27(3): 353.
- Campbell, J.A. 1985. A new species of highland pitviper of the genus *Bothrops* from Southern México. *J. Herp.* 19(1): 48-54.
- Campbell, J.A. 1988. The distribution, variation, natural history, and relationships of *Parthidium barbouri* (Viperidae). *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 26: 1-32.
- Campbell, J.A. 1989. Rediscovery of a rare Mexican lizard, *Norops milleri* (Sauria: Iguanidae). *Southwest. Nat.* 34(4): 560-561.
- Campbell, J.A. 1989. A new species of colubrid snake of the genus *Coniophanes* from the highlands of Chiapas, México. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 102(4): 1036-1044.
- Campbell, J.A. y Armstrong, B.L. 1979. Geographic variation in the Mexican pygmy rattlesnake, *Sistrurus ravus*, with the description of a new subspecies. *Herpetologica* 35(4): 304-317.
- Campbell, J.A. y Ford, L.S. 1982. Phylogenetic relationships of the colubrid snakes of the genus *Adelphicos* in the highlands of Middle America. *Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*: 100: 1-22.
- Campbell, J.A., Ford, L.S. y Karges, J.P. 1983. Resurrection of *Geophis anoculatus* Dunn with comments on its relationships and natural history. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 86(1): 38-47.
- Campbell, J.A., Hillis, D.M. y Lamar, W.W. 1989. A new lizard of the genus *Norops* (Sauria: Iguanidae) from the cloud forest of Hidalgo, México. *Herpetologica* 45:2: 232-242.
- Campbell, J.A., Lamar, W.W. y Hillis, D.M. 1989. A new species of diminutive *Eleutheris* (Leptodeactylidae) from Oaxaca, México. *Proc. Biol. Soc. Washington* 102(2): 491-499.
- Campbell, J.A. y Murphy, J.B. 1977. A new species of *Geophis* (Reptilia: Serpentes: Colubridae) from the Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. *J. Herp.* 11(4): 397-403.
- Cannatella, D.C. y De Queiroz, K. 1989. Phylogenetic systematics of the anoles: is a new taxonomy warranted? *Syst. Zool.* 38(1): 57-69.
- Casas Andreu, G. 1982. Anfibios y reptiles de la costa sureste del estado de Jalisco, con aspectos sobre su ecología y biogeografía. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias UNAM, México. 316 pp.
- Castro Franco, R. 1987. New records of reptiles from the Mexican state of Morelos. *Bull. Chicago Herp. Soc.* 22(4): 69-70.
- Chaney, A.H. y Limer, E.A. 1986. *Rhadinea montana*. *Herp. Rev.* 17(3): 67.
- Chisanson, R.B. y Lowe, C.H. 1989. Ultrastructural scale patterns in *Nerodia* and *Thamnophis*. *J. Herp.* 23(2): 103-118.
- Chrastley, P.S. 1956. Extensions of known range of certain amphibians and reptiles of Mexico. *Herpetologica* 12(2): 121-124.
- Chrastley, P.S. y Fugiler, C.M. 1955. Amphibians and reptiles collected in Mexico in the. *Herpetologica* 11(2): 121-128.

- Chaplinwy, P.S., Williams, K. y Smith, H.M. 1961. Noteworthy records of amphibians from Mexico. *Herpetologica* 17(2):85-90.
- Cole, C.J. 1970. Karyotypes and evolution of the *spinatus* group of lizards in the genus *Sceloporus*. *Am. Mus. Novit.* (2431):1-47.
- Cole, C.J. 1971. Karyotypes of the five monotypic species groups of lizards in the genus *Sceloporus*. *Am. Mus. Novit.* (2450):1-17.
- Cole, C.J. 1985. Taxonomy of partenogenetic species of hybrid origin. *Syst. Zool.* 34(3):359-363.
- Cole, C.J. y Hardy, L.M. 1981. Systematics of North American colubrid snakes related to *Tantilla planiceps* (Blainville). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 171(3):201-284.
- Commins, M.L. y Savitzky, A.H. 1973. Field Observations on a population of the sand lizard *Uma exsul*. *J. Herp.* 7(1):51-53.
- Conant, R. 1963. Semiaquatic snakes of the genus *Thamnophis* from the isolated drainage system of the rio Nazas and adjacent areas in Mexico. *Copeia* 1963(3):473-499.
- Conant, R. 1965. Miscellaneous notes and comments on toads, lizards, and snakes from Mexico. *Am. Mus. Novit.* (2205):1-38.
- Conant, R. 1969. A review of the water snake of the genus *Natrix* in Mexico. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 142(1):1-140.
- Contreras Arqueta, A. 1989. Variación morfológica y relaciones ecológicas y zoogeográficas de la herpetofauna del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. Tesis Profesional Univ. Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza. NL. 135 pp.
- Cope, E.D. 1866. Fourth contribution to the herpetology of tropical America. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 18:123-132.
- Cope, E.D. 1879. Eleventh contribution to the herpetology of tropical America. *Proc. Am. Phil. Soc.* 18:261-277.
- Cope, E.D. 1885. A contribution to the herpetology of Mexico. *Proc. Am. Phil. Soc.* 22:379-404.
- Cope, E.D. 1886. Thirteenth contribution to the herpetology of tropical America. *Proc. Am. Phil. Soc.* (23):271-287.
- Cope, E.D. 1887. Catalogue of batrachians and reptiles of Central America and Mexico. *U.S. Natl. Mus. Bull.* (32):1-98.
- Crossin, R.S., Soule, O.H., Webb, R.G. y Baker, R.H. 1973. Biotic relationships in the cañon del rio Muzaquital, Durango, Mexico. *Southwestern Nat.* 18(2):187-200.
- Croulet, C. 1963. A taste of the tropics. *Bull. Philadelphia Herp. Soc.* 11(1/2):1-5.
- Crumly, C.R. 1984. The genus name for North American gopher tortoises. *Proc. Desert Tortoise Council 1984 Symp.* pp:147-148.
- Darling, D.M. y Smith, H.M. 1954. A collection of reptiles and amphibians from Eastern Mexico. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 57(2):180-195.
- Davis, W.B. 1954. Three new anoles from Mexico. *Herpetologica* 10(1):1-10.
- Davis, W.B. y Dixon, J.R. 1955. Notes on Mexican Toads of the genus *Tomodactylus* with the description of two new species. *Herpetologica* 11(2):154-160.
- Davis, W.B. y Dixon, J.R. 1957. Notes on Mexican snakes (Ophidia). *Southwest. Nat.* 2(1):19-27.
- Davis, W.B. y Dixon, J.R. 1957. Notes on Mexican amphibians, with description of a new *Microbatrachylus*. *Herpetologica* 13(2):145-147.
- Davis, W.B. y Dixon, J.R. 1959. Snakes of the Chilpancingo Region, Mexico. *Proc. Biol. Soc. Washington* 72:79-92.

Appendix 4

- Davis, W B y Dixon, J R 1961 Reptiles (Exclusive of snakes) of the Chilpancingo. Proc. Biol. Soc. Washington 74: 37-56
- Davis, W B y Dixon, J R 1964 Amphibians of the Chilpancingo region, Mexico. Herpetologica 20(4): 225-233
- Davis, W B y Smith, H M 1953 Snakes of the Mexican state of Morelos. Herpetologica 8(4): 133-143
- Davis, W B y Smith, H M 1953 Amphibians of the Mexican State of Morelos. Herpetologica 8(4): 144-149
- Davis, W B y Smith, H M 1953 Lizards and turtles of the Mexican State of Morelos. Herpetologica 9(2): 100-108
- De Queiroz, K 1987 Phylogenetic systematics of iguamie lizards: a comparative osteological study. Univ. Calif. Publ. Zool. 118: 1-203
- Diderot, F G 1982 *Enyaliosaurus clarki* (Bailey) Balsas armed lizard. Cat. Am. Amph. Rept. (301): 1-2
- Dixon, J R 1957 Geographic variation and distribution of the genus *Tomostacrychus* in Mexico. Texas J. Sci. 9(4): 379-409.
- Dixon, J R 1963 A new species of salamander of the genus *Ambystoma*. Copeia 1963(1): 99-101
- Dixon, J R 1964 The systematics and distribution of lizards of the *Phyllodactylus* in North and Central America. Bull. Univ. New Mexico Biol. Ser. 64: 1-1139
- Dixon, J R 1966 Speciation and systematics of the gekkonid lizard genus *Phyllodactylus* of the islands of the Gulf of California. Proc. California Acad. Sci. 4 Ser. 33(13): 415-452
- Dixon, J R 1969 Taxonomic review of the Mexican skinks of the *Eumeces brevirostris* group. Cont. Ser. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (168): 1-30
- Dixon, J R y Dean, R H 1986 Status of the southern populations of the night snake (*Hypsiglena*, Colubridae) exclusive of California and Baja California. Southwest. Nat. 31(3): 307-318
- Dixon, J R y Hendricks, F S 1979 The worm snakes (Family Typhlopidae) of the Neotropics. Exclusive of the Antilles. Zool. Verh. Leiden (173): 1-39
- Dixon, J R, Ketchersid, C A y Lieb, C S 1972 The herpetofauna of Queretaro, Mexico, with remarks on taxonomic problems. Southwest. Nat. 16(3-4): 225-237
- Dixon, J R, Ketchersid, C A y Lieb, C S 1972 A new species of *Sceloporus* (undulatus group, Sauria, Iguanidae) from Mexico. Proc. Biol. Soc. Washington 84(38): 307-312
- Dixon, J R y Lieb, C S 1972 A new night snake from Mexico (Serpentes: Colubridae). Cont. Ser. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. (222): 1-7
- Dixon, J R, Sabath, M y Worthington, R 1962 Comments on snakes from Central and Western Mexico. Herpetologica 18(2): 91-100
- Dixon, J R y Webb, R G 1965 *Micruis latifollaris* Peters, from Jalisco, Mexico. Southwest. Nat. 10(1): 77
- Dixon, J R y Webb, R G 1966 A new *Synophis* from Mexico (Amphibia: Lepostactylidae). Cont. Ser. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (102): 1-5
- Dowling, H G 1952 A taxonomic study of the ratsnakes, genus *Elaphe* Fitzinger II: the subspecies of *Elaphe flavivulva* (Cope). Oec. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (540): 1-14
- Dowling, H G y Fries, I 1987 A taxonomic study of the ratsnakes VIII: A proposed new genus for *Elaphe trispis* (Cope). Herpetologica 43(2): 200-207
- Dowling, H G y Jenner, J V 1988 Snakes of Burma, checklist of reported species and bibliography. Smithsonian Herp. Int. Serv. (76): 1-19
- Dowling, H G Price, R M 1988 A proposed new genus for *Elaphe subocularis* and *Elaphe rosaliae*. The Snake 20: 52-63

- Downs, F.L. 1967. Intrageneric relationships among colubrid snakes of the genus *Geophis* Wagler. Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan (131): 1-193
- Druwka, R.C. y Leviton, A.E. 1978. Rediscovery of *Lampropeltis nitida* Van Denbourg (Reptilia, Serpentes, Colubridae) in Baja California Sur, Mexico. J. Herp. 12(1):102-103
- Duellman, W.E. 1954. The amphibians and reptiles of Jurullo volcano, Michoacán, México. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (560): 1-24
- Duellman, W.E. 1958. A monographic study of the colubrid snake genus *Leptodeira*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 114(1): 1-152
- Duellman, W.E. 1958. A preliminary analysis of the herpetofauna of Colima, México. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (589): 1-22
- Duellman, W.E. 1958. A review of the frogs of the genus *Syrhophus* in Western México. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (594): 1-15
- Duellman, W.E. 1958. Comments on the type locality and geographic distribution of *Urosaurus galwani*. Copeia 1958(1): 48-49
- Duellman, W.E. 1959. The eggs and juveniles of the plethodontid salamander *Parvynolge townsendi* Dunn. Herpetologica 15(1): 35-36
- Duellman, W.E. 1960. Variation, distribution and ecology of the Mexican teard lizard *Cnemidophorus calhupes*. Copeia 1960(2): 97-101
- Duellman, W.E. 1960. A new subspecies of lizard, *Cnemidophorus sacki*, from Michoacán México. Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist. 10(9): 587-598
- Duellman, W.E. 1960. A taxonomic study of the Middle American snake, *Pituophis deppesi*. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 10(10): 599-610
- Duellman, W.E. 1965. Amphibians and reptiles from the Yucatán Peninsula, México. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15(12): 577-614
- Duellman, W.E. 1966. Remarks on the systematic status of certain Mexican snakes of the genus *Leptodeira*. Herpetologica 22(2): 97-106
- Duellman, W.E. 1978. The fringe-limbed tree frog *Hyla valancifer* (Amphibia: Anura: Hylidae) in Guatemala. J. Herp. 12(3): 407.
- Duellman, W.E. y Dixon, J.R. 1959. A new frog of the genus *Tomodactylus* from Michoacán, México. Texas J. Sci. 11(1): 78-82.
- Duellman, W.E. y Trueb, L. 1986. Biology of amphibians. McGraw Hill, New York 670 pp.
- Duellman, W.E. y Wellman, J. 1960. A systematic study of the lizards of the *deppesi* group (genus *Cnemidophorus*) in México and Guatemala. Misc. Pubs. Mus. Zool. Univ. Michigan (111): 1-80
- Duellman, W.E. y Zweifel, R.G. 1962. A synopsis of the lizards of the sexlineatus group (genus *Cnemidophorus*). Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 123(3): 155-210
- Dugés, A.A. 1877. Una nueva especie de saurio. Naturaleza 4: 29-34
- Dundee, H.A., White, D.A. y Rico-Gray, V. 1986. Observations on the distribution and biology of some Yucatan Peninsula amphibians and reptiles. Bull. Maryland Herp. Soc. 22(2): 37-50.
- Dunn, E.R. 1936. The amphibians and reptiles of the Mexican expedition of 1934. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 88: 471-477.
- Dyrkaez, S. 1972. An investigation into the *Cnemidophorus* of México. Bull. Chicago Herp. Soc. 7(1/2): 10-39

- Echternacht, A. C. 1971. Middle American lizards of the genus *Ameiva* (Teiidae) with emphasis on geographic variation. Misc. Publs. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas (55): 1-86.
- Echternacht, A. C. 1973. The color pattern of *Sonora michoacanensis* (Dugés) (Serpentes, Colubridae) and its bearing on the origin of the species. *Breviora* (410): 1-18.
- Elias, P. 1984. Salamanders of the Northwestern highlands of Guatemala. *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (348): 1-20.
- Elias, P. y Wake, D. B. 1983. *Nyctanolis pernix*, a new genus and species of plethodontid salamander from Northwestern Guatemala and Chiapas, Mexico. In Rhodin, A. G. y K. Miyata (eds) *Advances in herpetology and evolutionary biology. essays in honor of Ernest E. Williams*. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Massachusetts: 1-12.
- Ernst, C. H. 1990. *Pseudemys gortuzii* Ward Rio Grande cooter. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (461): 1-2.
- Erwin, D. B. 1973. *Dermophis oaxacae* (Oaxacan caecilian). *Hiss News J.* 1(3): 98.
- Estes, R. y De Queiroz, K. 1988. Phylogenetic relationships within Squamata. In Estes, R. y G. Pregill (eds.) *Phylogenetic relationships of lizard families*. Stanford Univ. Press, Stanford, California pp. 119-281.
- Ethridge, R. E. 1964. The skeletal morphology and systematic relationships of sceloporine lizards. *Copeia* 1964(4): 610-631.
- Ethridge, R. E. 1982. Checklist of the Iguaninae and Malagasy Iguanid lizards. In Burghardt, G. M. y A. S. Rand (eds). *Iguanas of the world*. Chap. 1. Noyes Pub. New Jersey pp. 7-37.
- Ethridge, R. y De Queiroz, K. 1988. A phylogeny of iguanidae. In Estes, R. y G. Pregill (eds.) *Phylogenetic relationships of the lizard families*. Stanford Univ. Press, Stanford California pp. 283-367.
- Ferrari-Perez, F. 1886. Catalogue of animals collected by the Geographical and Exploring Commission of the Republic of Mexico. *Proc. U.S. Natn. Mus.* (9): 125-199.
- Firschein, I. L. 1950. A new toad from Mexico with a redefinition of the *cristatus* group. *Copeia* 1950(2): 81-87.
- Firschein, I. L. 1950. Resurrection of *Bufo occidentalis* Cameron and remarks on the status of the toad *Bufo sinuatus* Schmidt. *Copeia* 1950(3): 220-224.
- Fitch, H. S. 1978. Two new anoles (Reptilia: Iguanidae) from Oaxaca with comments on other Mexican species. *Cont. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus.* (201): 1-15.
- Fitch, H. S. 1980. Remarks concerning certain Western garter snakes of the *Thamnophis elegans* complex. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 83(3): 106-113.
- Fitch, H. S. 1983. *Thamnophis elegans* (Baird and Girard) western terrestrial garter snake. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (320): 1-4.
- Fitch, H. S. 1984. *Thamnophis conchii* (Kennicott) western aquatic garter snake. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (351): 1-3.
- Fitch, H. S. y Henderson, R. W. 1973. A new anole (Reptilia: Iguanidae) from Southern Veracruz, México. *J. Herp.* 7(2): 125-128.
- Flores-Villcla, O. y Hernández-García, E. 1989. New state records from Northern Guerrero, México. *Herp. Rev.* 20(1): 15-16.
- Flores Villcla, O. y Muñoz Alonso, A. 1990. *Norops omitemanus*, (Daviat) *Cat. Am. Amph. Rept.* (490): 1-2.
- Fordick, M. K. 1968. Distributional records from a collection of reptiles from Western and Central Mexico. *Herpeton* 3(1): 1-3.
- Fouquette, M. J. y Delahoussaye, A. J. 1977. Sperm morphology in the *Hyla rubra* group (Amphibia: Anura, Hylidae), and its bearing on generic status. *J. Herp.* 11(4): 387-396.
- Fouquette, M. J., Rossman, D. A. y Clay, W. M. 1963. Noteworthy records of Mexican amphibians and reptiles in the Florida State Museum and Texas Natural History Collection. *Herpetologica* 19(3): 185-201.

- Fritts, T.H., Shell, H.L. y Martin, R.L. 1982. *Anarbylus swiaki* Murphy, an addition to the herpetofauna in the United States with comments on relationships with *Colonyx*. J. Herp. 16(1):39-52
- Frost, D.R. 1979. *Sonora michoacanus mutabilis*. Herp. Rev. 10(2):60
- Frost, D.R. 1983. Relationships of the Baja California ground snakes, genus *Sonora*. Trans. Kansas Acad. Sci. 86(1):31-37
- Frost, D.R. y Aird, S. 1978. *Micrurus latifollaris*. Herp. Rev. 9(2):62
- Frost, D.R. y Etheridge, R. 1989. A phylogenetic analysis and taxonomy of iguanian lizards (Reptilia: Squamata). Misc. Pubs. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. 8(1):1-65
- Frost, D.R. y Van Devender, T.R. 1979. The relationship of the groundsnakes *Sonora semannulata* and *S. episcopa* (Serpentes: Colubridae). Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ. (52):1-9
- Frost, J.S. 1982. Functional genetic similarity between geographically separated populations of Mexican leopard frogs (*Rana pipiens* complex). Syst. Zool. 31(1):57-67
- Frost, J.S. y Bagnara, J.T. 1976. A new species of leopard frog (*Rana pipiens* complex) from Northwestern Mexico. Copeia 1976(2):332-338
- Fugler, C.M. y Dixon, J.R. 1958. Noteworthy snakes from Puebla and Veracruz, Mexico. Herpetologica 14(4):185-188
- Fugler, C.M. y Dixon, J.R. 1961. Notes on the herpetofauna of El Dorado area of Sinaloa, Mexico. Pubs. Michigan St. Mus., Biol. Ser. 2(1):1-21
- Fugler, C.M. y Webb, R.G. 1957. Some noteworthy reptiles and amphibians from the states of Oaxaca and Veracruz. Herpetologica 13(2):103-108
- Gadow, H. 1930. Jorullo. The history of the volcano of Jorullo and the reclamation of the devastated district by animals and plants. Cambridge 100 pp
- Gatney, E.S. y Meylan, P.A. 1988. A phylogeny of turtles. In Benton, M.J. (ed) The phylogeny and classification of the Tetrapods, Vol. 1, Amphibians, Reptiles, Birds. The Systematics Association Specialia Vol. (35A):157-219
- Gans, C. 1978. The characteristics and affinities of the Amphisbaenia. Trans. Zool. Soc. London 34:347-416.
- Garska, W.R. 1982. Systematics of the mexicana species group of the colubrid genus *Lampropeltis*, with an hypothesis of mimicry. Breviora 146(1):1-35
- Gehlbach, F.R. y Collette, B.B. 1957. A contribution to the herpetofauna of the highlands of Oaxaca and Puebla, Mexico. Herpetologica 13:227-231
- Gloyd, H.K. 1940. The rattlesnakes, genera *Sistrurus* and *Crotalus*, a study in zoogeography and evolution. Spec. Pub. Chicago Acad. Sci. (4):1-266
- Good, D.A. 1988. Phylogenetic relationships among gerrhonotine lizards (Sauria: Anguillidae): an analysis of external morphology. Univ. California Pub. Zool. 121:1-139
- Good, D.A. 1989. Allozyme variation and phylogenetic relationships among the species of *Mesaspis* (Squamata: Anguillidae). Herpetologica 45(2):227-232
- Good, D.A. y Schwenk, K. 1985. A new species of *Ahonia* (Lacertilia: Anguillidae) from Oaxaca, Mexico. Copeia 1985(1):135-141
- Gosse, A.L.S., P.H. 1850. Descriptions of a new genus and six new species of saurian reptiles. Ann. Mag. N. Hist. Ser. 2 6:344-348
- Grant, C. y Smith, H.M. 1959. Herptiles from San Luis Potosi, Mexico. Herpetologica 15(1):54-56
- Grant, C. y Smith, H.M. 1960. Herpetozoa from Jalisco. Herpetologica 16(1):39-43
- Greene, H.W. 1972. Mexican reptiles in the Senckenberg Museum. Carnegie Mus. Pittsburgh, Pennsylvania 15 pp

Aplodice 4

- Greer, A E 1965 Distribution notes for *Leptodeira punctata*, *Tropidodipsas philippi* and *Tropidodipsas malacodryas* in Northwestern Mexico *Herpetologica* 21(3) 237
- Greer, A E 1974 The generic relationships of five scincid lizards genus *Leiolopisma* and its relatives. *Aust. J. Zool. Suppl. Ser.* 31: 1-67
- Greer, A E 1985 The relationships of the lizard genera *Aneides* and *Dibamus*. *J. Herp.* 19(1): 116-156
- Gregory, P T, Gregory, L A y MacCartney, M J 1983 Color-pattern variation in *Thamnophis melanogaster*. *Copeia* 1983(2): 530-534
- Grunot, C, Barbault, R y Maury, M E 1978 Contribution a la connaissance de l'herpetofaune du Bois de Mapimi, (desert de Chihuahua, Mexique). *C. R. Soc. Biogeogr.* (476): 67-84
- Grismer, L L 1982 A new population of slender salamander (*Batrachoseps*) from Northern Baja California, Mexico. *San Diego Herp. Soc. News Lt.* 4(3): 3-4
- Grismer, L L 1983 A reevaluation of North American gekkonid genus *Anarhylus* Murphy and its cladistic relationships to *Coleonyx* Gray. *Herpetologica* 39(4): 394-399
- Grismer, L L 1988 Phylogeny, taxonomy, classification, and biogeography of Eublepharid Geckos. In Estes, R y G Pregill (eds.) *Phylogenetic relationships of the Lizard families*. Stanford Univ. Press, Stanford, California pp. 369-469
- Guillette, L J y Smith, H M 1982 A review of the Mexican lizard *Barisia unbricata*, and the description of a new subspecies. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 85(1): 13-33
- Guillette, L J y Smith, H M 1985 Cryptic species in the Mexican lizard complex, *Sceloporus ardens*. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 21(1): 1-15
- Gunther, A C L G 1987 *Biologia Centrali-Americana. Reptilia and Batrachia*. Facsimile Edition by SSAR y CHN. 326 pp
- Guyer, C y Savage, J M 1986 Cladistic relationships among anoles (Sauria: Iguanidae). *Syst. Zool.* 35(4): 509-531
- Hahn, D E 1979 *Leptotyphlops dulcis* (Baird & Girard): Texas blind snake. *Cat. Am. Amph. Rept.* (231): 1-2
- Hahn, D E 1980 Liste der rezenten amphibien und reptilian Anomalepididae, Leptotyphlopidae, Typhlopidae. *Das Tierreich* (101): 1-93
- Hahn, D E 1980 *Leptotyphlops maximus* Loveridge. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (244): 1
- Hall, C W 1951 Notes on a small herpetological collection from Guerrero. *Kansas Univ. Sci. Bull.* 34(4): 201-212
- Hall, W P y Smith, H M 1979 Lizards of the *Sceloporus orcutti* complex of the Cape region of Baja California. *Breviora* (452): 1-26
- Hanken, J 1983 Genetic variation in a dwarfed lineage: the Mexican salamander genus *Thrinax* (Amphibia: Plethodontidae): taxonomic, ecological and evolutionary implications. *Copeia* 1983(4): 1051-1073
- Hardy, L M 1972 A systematic revision of the genus *Pseudoficinia* (Serpentes: Colubridae). *J. Herp.* 6(1): 53-69
- Hardy, L M 1975 A systematic revision of the colubrid snake genus *Ficinia*. *J. Herp.* 9(2): 133-168
- Harris, D M y Kluge, A G 1984 *The Sphaerodactylus* (Sauria: Gekkonidae) of Middle America. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (706): 1-59
- Harris, H S 1970 *A Sonora michoacanensis michoacanensis* (Dugés): from Colima, Mexico. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 6(1): 6-7
- Harris, H S y Simmons, R S 1978 A preliminary account of the rattlesnakes with the descriptions of four new subspecies. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 14(3): 105-211
- Hartweg, N y Oliver, J A 1937 A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. I. The scelopors of the Pacific slope. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (356): 1-9

- Hartweg, N. y Oliver, J. A. 1938. A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. III. Three new snakes from the Pacific slopes. *Oec. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (390): 1-8.
- Hartweg, N. y Oliver, J. A. 1940. A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. IV. Misc. *Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan* (47): 1-31.
- Hedges, S. B. 1986. An electrophoretic analysis of helarctic hybrid frog evolution. *Syst. Zool.* 35(1): 1-21.
- Hendricks, F. S. y Dixon, J. R. 1986. Systematics and biogeography of *Cnemidophorus marmoratus* (Sauria: Teiidae). *Texas J. Sci.* 38(4):327-402.
- Hensley, M. M. 1966. A new subspecies of the Mexican snake *Synophis lippiens* Cope. *Herpetologica* 22(1):48-55.
- Hillis, D. M. 1981. Premating isolating mechanisms among three species of the *Rana pipiens* complex in Texas and Southern Oklahoma. *Copeia* 1981(2):312-319.
- Hillis, D. M. 1985. Evolutionary genetics and systematics of New World frogs of the genus *Rana*: an analysis of ribosomal DNA, allozymes, and morphology. PhD thesis Univ. Kansas.
- Hillis, D. M. y Frost, J. S. 1985. Three new species of leopard frogs (*Rana pipiens* complex) from the Mexican Plateau. *Oec. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* (117): 1-14.
- Hillis, D. M.; Frost, D. R. y Frost, J. S. 1983. Allocation and distribution of *Rana trilobata*. *J. Herp.* 17(1):73-75.
- Hillis, D. M.; Frost, J. S. y Webb, R. G. 1984. A new species of frog of the *Rana tarahumarae* group from Southwestern Mexico. *Copeia* 1984(2):398-403.
- Hoard, R. S. 1939. New Lower California reptiles records. *J. Ent. Zool.* 31(1):4-5.
- Holman, J. A. 1964. New and interesting amphibians and reptiles from Guerrero and Oaxaca, Mexico. *Herpetologica* 20(1):48-54.
- Holman, J. A. 1971. *Ophisaurus ceroni* Holman, Ceron's glass lizard. *Cat. Am. Amph. Rept.* (112): 1.
- Holman, J. A. 1971. *Ophisaurus incomptus* McConkey, Plain-necked glass lizard. *Cat. Am. Amph. Rept.* (114): 1.
- Horowitz, S. B. 1955. An arrangement of the subspecies of the horned toad, *Phrynosoma orbiculare* (Iguanidae). *Am. Mid. Nat.* 54(1):204-218.
- Hoyt, D. L. 1965. A new frog of the genus *Tomodactylus* from Oaxaca, Mexico. *J. Ohio Herp. Soc.* 5(1):19-22.
- Hulse, A. C. 1977. *Bufo kelloggi*, Little Mexican Toad. *Cat. Am. Amph. Rep.* (200):1-2.
- Hunt, L. H. 1983. A nomenclatural rearrangement of the genus *Anniella* (Sauria: Anniellidae). *Copeia* 1983(1):79-89.
- Iverson, J. B. 1981. Biosystematics of the *Kinosternon hirtipes* species group (Testudines: Kinosternidae). *Tulane Stud. Zool. Bot.* 23(1): 1-74.
- Iverson, J. B. 1988. Neural bone patterns and phylogeny of the turtles of the subfamily Kinosterninae. *Cont. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus.* (75): 1-12.
- Jennings, M. R. 1983. *Masticophis lateralis* (Hallowell) striped racer. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (343):1-2.
- Jennings, M. R. 1985. Correction of the type locality of *Phrynosoma coronatum schmidti*. *Herp. Rev.* 16(4):107.
- Johnson, J. D. 1973. *Symphimus leucostomus*. *Hiss News-J.* 1(3):99.
- Johnson, J. D. 1978. First record of *Manolepis pumami* (Serpentes: Colubridae) from Chiapas, Mexico. *Southwest. Nat.* 23(3):538.
- Johnson, J. D. 1977. The taxonomy and distribution of the neotropical whipanake *Masticophis mentovarius* (Reptilia, Serpentes, Colubridae). *J. Herp.* 11(3):287-309.

Apéndice 4

- Johnson, J.D. 1979. Taxonomic status and distribution of *Geophis taeniatus* (Colubridae) in Southern Mexico. *Southwest Nat.* 24(4):698-701.
- Johnson, J.D.; Bly, C.A. y Webb, R.G. 1976. Biogeographical and taxonomic notes on some herpetozoa from the Northern highlands of Chiapas. *Trans Kansas Acad. Sci.* 79(3-4):131-139.
- Johnson, J.D. y Knight, J.L. 1978. *Symphisus leucostomus*. *Herp. Rev.* 9(2):62.
- Johnson, R.M.; Limer, E.A. y Chaney, A.H. 1978. *Pseudoerycea scandens*. *Herp. Rev.* 9(1):21.
- Johnson, R.M.; Limer, E.A. y Chaney, A.H. 1982. *Chiropterotriton prisca*. *Herp. Rev.* 13(2):51.
- Johnson, R.M., Limer, E., Chaney, A.H. 1982. *Sceloporus couchi*. *Herp. Rev.* 13(2):52.
- Johnson, R.M.; Limer, E.A. y Chaney, A.H. 1982. *Pseudoerycea galeana*. *Herp. Rev.* 13(2):51.
- Julia Zentuche, J. y Treviño S., C. 1980. Una nueva subespecie de *Crotalus lepidus* encontrada en Nuevo León. *Mem. II Congr. Nat. Zool.* 1:286-293.
- Julia Zentuche, J. y Varela, J. M. 1978. Una *Botrops* de México nueva para la ciencia. *Mem. Primer Congr. Nat. Zool.* pp 209-210.
- Kargus, J.P. y Wright, J.W. 1987. A new species of *Barisia* (Sauria: Anguillidae) from Oaxaca, Mexico. *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (381):1-11.
- Kellogg, R. 1932. Mexican tailless amphibians in the United States. *National Museum Bull. U.S. Natn. Mus.* (160):1-224.
- Kennedy, J.P. 1965. Observations on the distribution and ecology of Barker's anole, *Anolis barkeri* Schmidt (Iguanidae). *Zoologica* 50(1):41-44.
- King, F.W. y Burke, R.L. (eds) 1989. Crocodilian, tuatara, and turtle species of the world a taxonomic and geographic reference. ASC, Washington D.C. 216 pp.
- King, F.W. y Thompson, F.G. 1968. A review of the American lizards of the genus *Xenosaurus* Peters. *Bull. Florida St. Mus. Biol. Sci.* 12(2):93-123.
- Klauber, L.M. 1940. The worm snakes of the genus *Leptotyphlops* in the United States and Northern Mexico. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 9(18):87-162.
- Klauber, L.M. 1972. Rattlesnakes: their habits, life histories and influence on mankind. *Zool. Soc. San Diego & Univ. California Press, Berkeley* 1:740.
- Kluge, A.G. 1987. Cladistic relationships in the gekkonoidae in the (Squamata, Sauria). *Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan* (173):1-54.
- Knigh, R.A. y Scudday, J.F. 1985. A new *Gerrhonotus* (Lacertilia: Anguillidae) from the Sierra Madre Oriental, Nuevo León, Mexico. *Southwest Nat.* 30(1):89-94.
- Kofron, C.P. 1982. A review of the Mexican snail-eating snakes, *Dipsas brevifacies* and *Dipsas guigueri*. *J. Herp.* 16(3):270-286.
- Kofron, C.P. 1985. Review of Central American colubrid snakes, *Sibon fischeri* and *S. carri*. *Copeia* 1985(1):164-174.
- Kofron, C.P. 1987. Systematics of neotropical gastropod-eating snakes: the *fasciata* group of the genus *Sibon*. *J. Herp.* 21(3):210-225.
- Kofron, C.P. 1988. Systematics of neotropical gastropod-eating snakes: the *sartorii* group of the genus *Sibon*. *Amphibia-Reptilia* 9(1988):145-168.
- Kofron, C.P. 1990. Systematics of Neotropical gastropod-eating snakes: the *dumidata* group of the genus *Sibon*, with comments on the *nebulata* group. *Amphibia-Reptilia* 11:207-223.
- Kraus, F. y Nussbaum, R.A. 1989. The status of the Mexican salamander, *Ambystoma schmidti*. *J. Herp.* 23(1):78-79.

- Krebs, S.L. y Brandon, R.A. 1984. A new species of salamander (Family Ambystomatidae) from Michoacán, Mexico. *Herpetologica* 40(3):238-245.
- Lamar, W.W. 1990. Middle American Herpetology: a bibliographic checklist (Book Review). *Herp. Rev.* 21(2):65-67
- Langebartel, D.A. y Shannon, F.A. 1956. A new frog (*Syrhophus*) from the sinaloan lowlands. *Herpetologica* 12(3):161-165.
- Langebartel, D.A. y Smith, H.M. 1954. Summary of the Norm's Collection of reptiles and amphibians from Sonora, Mexico. *Herpetologica* 10(2):125-136.
- Lara-Góngora, G. 1983. Two new species of the lizard genus *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Iguanidae) from the Ajusco and Ocuilan sierras, México. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 19(1):1-14.
- Lara-Góngora, G. 1986. New distributional records for some mexican reptiles and amphibians. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 22(2):62-67.
- Lara-Góngora, G. y Flores-Vilcica, O. 1980. Primer catálogo de una colección herpetológica depositada en la Facultad de Ciencias. *Mem. II Congr. Nat. Zool. Monterey, NL II:366-374.*
- Lawson, R. 1987. Molecular studies of Thamnophiine snakes: 1. the phylogeny of the genus *Nerodia*. *J. Herp.* 21(2):140-157.
- Lawson, R. 1988. Carta a Snake Syst. *Newsl.* 16:2.
- Lee, J.C. 1980. Variation and systematics of the *Anolis sericeus* complex (Sauria: Iguanidae). *Copeia* 1980(2):310-319.
- Legler, J.M. y Webb, R.G. 1960. Noteworthy records of skinks (genus *Eumeces*) from Northwestern Mexico. *Southwest. Nat.* 5(1):16-20.
- Leviton, A.E. y Banta, B.H. 1964. Midwinter reconnaissance of the herpetofauna of the Cape region of Baja California, Mexico. *Proc. California Acad. Sci.* 30(7):127-156.
- Leviton, A.E. y Tanner, W.W. 1960. The generic allocation of *Hypsiglena stevini* Tanner (Serpentes: Colubridae). *Occ. Pap. California Acad. Sci.* 27:1-7.
- Lewis, T.H. y Johnson, M.L. 1956. Notes on a herpetological collection from Sinaloa. *Herpetologica* 12(4):277-280.
- Lewis, T.H. y Johnson, M.L. 1955. Observations on the herpetofauna of the Mexican State of Nayarit. *Herpetologica* 11(3):177-181.
- Lieb, C.S. 1981. Biochemical and karyological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gularis* and *A. nebulosus* species groups (Reptilia: Iguanidae). PhD Dissertation, University of California, Los Angeles. 308 pp.
- Lieb, C.S. 1985. Systematics and distribution of the skinks allied to *Eumeces tetragrammus* (Sauria: Scincidae). *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* 35(7):1-19.
- Liner, E.A. 1966. Notes on four small herpetological collections from Mexico. III. Lizards. *Southwestern Nat.* 11(3):406-408.
- Liner, E.A. y Dundee, H.A. 1969. Notes on reptiles and amphibians from Southern Guerrero and Oaxaca, Mexico. *Southwestern Nat.* 14(1):129-134.
- Liner, E.A., Johnson, R.M. y Chaney, A.H. 1976. Amphibian and reptile records and range extensions. *Herp. Rev.* 7(4):177.
- Liner, E.A. y Olson, R.E. 1973. Adults of the lizard *Sceloporus torquatus binocularis* Dunn. *Herpetologica* 29(1):53-55.
- Loomis, R.B. y Bennett, S.G. 1974. A handlist of the herpetofauna of Baja California. *Pub. Privada* pp:1-10.
- Lowc, C.H., Jones, C.J. y Wright, J.W. 1968. A new plethodontid salamander from Sonora, Mexico. *Contr. Sci. Los Angeles Co. Mus.* (140):1-11.

- Lowe, C. H., Robinson, M. D. y Roth, V. D. 1971. A population of *Phrynosoma dimarsii* from Sonora, Mexico. *J. Arizona Acad. Sci.* 6:275-277.
- Lynch, J. D. 1965. Two new species of *Eleutherodactylus* from Mexico (Amphibia: Leptodactylidae). *Herpetologica* 20(4):246-252.
- Lynch, J. D. 1965. A review of the rugulosus group of *Eleutherodactylus* in Northern Central America. *Herpetologica* 21(2):103-113.
- Lynch, J. D. 1965. A new species of *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae: Anura) from Southern Chiapas, Mexico. *Nat. Hist. Misc. Chicago Acad. Sci.* (181):1-6.
- Lynch, J. D. 1965. A review of the Eleutherodactylid frog genus *Microbatrachylus* (Leptodactylidae). *Chicago Acad. Sci. Nat. Hist. Misc.* (182):1-12.
- Lynch, J. D. 1966. A new species of *Eleutherodactylus* from Chiapas, Mexico (Amphibia: Leptodactylidae). *Trans. Kansas Acad. Sci.* 69(1):76-78.
- Lynch, J. D. 1967. Synonymy, distribution and variation in *Eleutherodactylus decoratus* of Mexico (Amphibia: Leptodactylidae). *Trans. Illinois Acad. Sci.* 60(3):299-304.
- Lynch, J. D. 1967. Two new *Eleutherodactylus* from Western Mexico (Amphibia, Leptodactylidae). *Proc. Biol. Soc. Washington* 80:211-218.
- Lynch, J. D. 1967. Two new species of *Eleutherodactylus* from Guatemala and Mexico (Amphibia: Leptodactylidae). *Trans. Kansas Acad. Sci.* 70(2):177-183.
- Lynch, J. D. 1970. Taxonomic notes on some Mexican frogs (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae). *Herpetologica* 26(2):172-180.
- Lynch, J. D. 1970. A taxonomic revision of the leptodactylid frog genus *Syrrophus* Cope. *Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist.* 20(1):1-45.
- Lynch, J. D. 1976. A third Mexican species of *Hylactophryne* (Amphibia: Leptodactylidae). *Herpetologica* 32(3):346-347.
- Lynch, J. D. 1976. Erratum. *Herpetologica* 32(4):444.
- Lynch, J. D. y Fritts, T. H. 1965. A new species of *Eleutherodactylus* from Eastern Mexico. *Trans. Illinois Acad. Sci.* 58(1):46-49.
- Lynch, J. D. y Smith, H. M. 1965. New or unusual amphibians and reptiles from Oaxaca, Mexico. I. *Herpetologica* 21(3):168-177.
- Lynch, J. D. y Smith, H. M. 1966. New or unusual amphibians and reptiles from Oaxaca, Mexico. II. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 69(1):58-75.
- Lynch, J. F. y Wake, D. B. 1989. Two new species of *Pseudoeurycea* (Amphibia: Caudata) from Oaxaca, Mexico. *Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist.* (411):11-22.
- Lynch, J. F., Wake, D. B. y Yang, S. Y. 1983. Genic and morphological differentiation in Mexican *Copeia*. *1983(4):884-894*.
- Lynch, J. F., Yang, S. Y. y Papenfuss, T. J. 1977. Studies of neotropical salamanders of the genus *Pseudoeurycea*. I: systematic status of *Pseudoeurycea unguidentis*. *Herpetologica* 33(1):46-52.
- Martin, P. S. 1955. Herpetological records from the Gómez Farías region of Southwestern Tamaulipas, Mexico. *Copeia* 1955(3):173-180.
- Martín del Campo, R. 1936. Contribuciones al conocimiento de la fauna de Actopan. Hgo. IV. Vertebrados observados en época de las secas. *An. Inst. Biol. Univ. Mex.* 7(2/3):271-286.
- Martín del Campo, R. 1937. Contribución al conocimiento de los batracios y reptiles del Valle del Mezquital. Hgo. An. *Inst. Biol. Univ. Mex.* 8(1/2):259-266.

- Martín del Campo, R. 1940 Una observación del desarrollo de *Tomodactylus nitidus*. An. Inst. Biol. Univ. Mex. 11(2):745-746.
- Martín del Campo, R. 1942 Algunos anfibios, reptiles y aves de la región de Huajuapán de León, Oax. An. Inst. Biol. 13(1):351-355
- Martín del Campo, R. 1953 Contribución al conocimiento de la herpetología de Nuevo León. Universidad (11) 115-152.
- Martínez-Coronel, M. y Velázquez, P. A. 1984 Anfibios y reptiles de la Estación Experimental de Fauna Silvestre de San Cayetano, Estado de México. México An. Enc. Nat. Cien. Biol. 28(1-4) 39-54
- Maslin, T. P. y Secoy, D. M. 1986. A checklist of the lizard genus *Cnemidophorus* (Teiidae). Cont. Zool. Univ. Colorado Mus. (1):1-60.
- Maslin, T. P. y Walker, J. M. 1965 *Cnemidophorus alpinus*, a new species of teiid lizard from Puebla, Mexico. Univ. Colorado Stud. Ser. Biol. (19) 1-8
- Maslin, T. P. y Walker, J. M. 1973. Variation, distribution and behavior of the lizard, *Cnemidophorus parvisocinus* Zweifel (Lacertilia: Teiidae). Herpetologica 29(2):128-143
- McCoid, M. J. y Fris, T. H. 1980 Observations of feral populations of *Xenopus laevis* (Pipidae) in Southern California. Bull. Southern Calif. Acad. Sci. 79(2) 82-86
- McCoid, M. J., Sites, J. W. y Dixon, J. R. 1980 An additional specimen of *Chersodromus rubriventris*. Southwest. Nat. 25(3):429
- McCoy, C. J. 1964. Notes on snakes from Northern Mexico. Southwest. Nat. 9(1) 46-48.
- McCoy, J. C. 1969 Snakes of the genus *Coniophanes* (Colubridae) from the Yucatan peninsula, Mexico. Copeia 1969(4):847-849
- McCoy, C. J. 1970. A new alligator lizard (*Gerrhonotus*) from the Cuatro Ciénegas basin, Coahuila, Mexico. Southwest. Nat. 15(1):37-44
- McCoy, C. J. y Maslin, T. P. 1962. A review of the teiid lizard *Cnemidophorus cozumelae* and the recognition of a new race, *Cnemidophorus cozumelae rodecki*. Copeia 1962(3):620-627
- McCoy, C. J. y Van Horn, D. H. 1962. Herpetozoa from Oaxaca and Chiapas. Herpetologica 18(3):180-186
- McCrane, J. R. y Wilson, L. D. 1984. New herpetological records for the Mexican state of Aguascalientes. Herp. Rev. 15(1):22
- McDiarmid, R. W. 1963. A collection of reptiles and amphibians from the highland assemblage of western México. Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (68) 1-15
- McDiarmid, R. W. y Bezy, R. L. 1971. The colubrid snake *Eunus oligostichus* in Western Mexico. Copeia 1971(2):350-351.
- McDiarmid, R. W., Copp, J. F. y Breedlove, D. E. 1976. Notes on the herpetofauna of Western Mexico: new records from Sinaloa and the Tres Marias islands. Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (275) 1-17
- McDiarmid, R. W. y Scott, N. J. 1970. Geographic variation and systematic status of Mexican lyre snakes of the *Tremorhodon ian* group (Colubridae). Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (179):1-43
- McDowell, S. B. 1975. A catalogue of the snakes of New Guinea and Solomons, with special reference to those in the Bernice P. Bishop Museum Part II. Anolisidae. J. Herp. 9(1):1-79
- McDowell, S. B. 1987. Systematics. In Seigel, R. A., J. T. Collins y S. S. Novak (eds.) Snakes ecology and evolutionary biology. MacMillan, New York pp 3-50.
- Mertens, R. 1930. Bemerkungen ber die von Herrn Dr. K. Lañrenz in Mexiko gesammelten amphibiolen und reptilien. Abh. Ber. Mus. Nat. u. Heimatk. Magdeburg 6(2) 153-161.

Apéndice 4

- Meyer, J. R. 1968. Distribution and variation of the Mexican lizard, *Anolis barkeri* Schmidt (Iguanidae), with redescription of the species. *Copeia* 1968(1): 89-95
- Meylan, P. A. 1987. The phylogenetic relationships of soft-shelled turtles (Family Trionychidae). *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 186(1): 1-101
- Mittleman, M. B. 1942. A summary of the iguanid genus *Urosaurus*. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 91(2): 103-181
- Montanucci, R. R. 1979. Notes on systematics of horned lizards allied to *Phrynosoma orbiculare* (Lacertilia: Iguanidae). *Herpetologica* 35(2): 116-124
- Montanucci, R. R., Axtell, R. W. y Dessauer, H. C. 1975. Evolutionary divergence among collared lizards (*Crotaphytus*), with comments on the status of *Gambelia*. *Herpetologica* 31(3): 336-347
- Muñoz Alonso, A. y Flores Villela, O. *Norops bogaster*. (Boulenger). *Cat. Am. Amph. Rept.* (489): 1-2.
- Murphy, R. W. y Ottley, J. R. 1980. A genetic evaluation of the leafnose snake, *Phyllorhynchus arenicolus*. *J. Herp.* 14(3): 263-268
- Murphy, R. W. y Ottley, J. R. 1984. Distribution of amphibians and reptiles on island in the Gulf of California. *Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist.* 53(8): 207-230
- Murphy, R. W. y Papenfuss, T. J. 1980. Biochemical variation of *Phyllodactylus unctus* and *P. paucituberculatus*. *Bioch. Syst. Ecol.* 8: 97-100
- Murphy, R. W. y Smith, H. M. 1985. Conservation of the name *Anniella pulchra* for the California legless lizard. *Herp. Rev.* 16(3): 68
- Murray, K. F. 1955. Herpetological collections from Baja California. *Herpetologica* 11(1): 33-48
- Myers, C. W. y Campbell, J. A. 1981. A new genus and species of colubrid snake from the Sierra Madre del Sur of Guerrero, Mexico. *Am. Mus. Novit.* (2708): 1-20
- Nelson, C. S. 1973. Systematics of the Middle American upland populations of *Hypopachus* (Anura: Microhylidae). *Herpetologica* 29(1): 6-17
- Nickerson, M. A. y Heringh, H. L. 1966. Three noteworthy colubrids from Southern Sonora, Mexico. *Gr. Basin Nat.* 26(3-4): 136-140
- Nussbaum, R. A. y Brodie, E. D. 1981. *Taricha torosa* (Rathke) California newt. *Cat. Amer. Amph. Rept.* (273): 1-4.
- Nussbaum, R. A. y Wilkinson, M. 1989. On the classification and phylogeny of caecilians (Amphibia: Gymnophiona), a critical review. *Herp. Monogr.* (3): 1-42
- Oliver, J. A. 1937. Notes on a collection of amphibians and reptiles from the state of Colima, Mexico. *Oce. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan.* (360): 1-28
- Oliver, J. A. 1948. The relationships and zoogeography of the genus *Thelerophis* Oliver. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 92(4): 157-280
- Olson, R. E. 1986. A new subspecies of *Sceloporus torquatus* from the Sierra Madre Oriental, Mexico. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 22(4): 167-170
- Ottley, J. R. 1978. A new subspecies of the snake *Lichanura trivirgata* from Cedros Island, Mexico. *Gr. Basin Nat.* 38(4): 411-416
- Ottley, J. R. y Murphy, R. W. 1983. *Gerrhonotus paucicarinatus*. *Herp. Rev.* 14(1): 27
- Ottley, J. R.; Murphy, R. W. y Smith, G. V. 1980. The taxonomic status of the rozy boa *Lichanura roseofusca* (Serpentes: Boidae). *Gr. Basin Nat.* 40(1): 59-62
- Ottley, J. R. y Tanner, W. W. 1978. New range and a new subspecies for the snake *Erudiphas slevini*. *Gr. Basin Nat.* 38(4): 406-410

- Outley, J.R. y Velazquez-Solis, V.M. 1989. An extant, indigenous trotoise population in Baja California Sur, Mexico, with the description of a new species of *Xerobates* (Testudines: Testudinidae). *Gr. Basin Nat.* 49(4):496-502.
- Papenfuss, T.J. 1982. The ecology and systematics of the Amphibacnian genus *Bipes*. *Occ. Pap. Calif. Acad. Sci.* 136(1):1-42.
- Papenfuss, T.J. y Wake, D.B. 1987. Two new species of plethodontid salamanders (genus *Acta Zool. Mex.* NS (21):1-16.
- Papenfuss, T.J., Wake, D.B. y Adler, K. 1983. Salamanders of the genus *Bolitoglossa* from the Sierra Madre del Sur of Southern Mexico. *J. Herp.* 17(4):295-307.
- Pérez-Higareda, G. 1981. *Hyla chaneque*. *Herp. Rev.* 12(2):64.
- Pérez-Higareda, G. 1985. A new subspecies of the genus *Tantilla* from Southern Veracruz, México (Serpentes: Colubridae). *Bull. Maryland Herp. Soc.* 21(1):38-40.
- Pérez-Higareda, G. y Smith, H.M. 1986. The status of the Los Tuxtlas (México) false coral snakes (*Phacercus*). *Bull. Maryland Herp. Soc.* 22(3):125-130.
- Pérez-Higareda, G. y Smith, H.M. 1987. Comments on geographic variation in *Rhinoclemmys areolata* (Testudines). *Bull. Maryland Herp. Soc.* 23(3):113-118.
- Pérez-Higareda, G. y Smith, H.M. 1988. Notes on two species of *Geophis* (Serpentes) of Southern México. *Southwest. Nat.* 33(3):388-390.
- Pérez-Higareda, G. y Smith, H.M. 1990. The endemic coral snakes of the Los Tuxtlas region, southern Veracruz, México. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 26(1):5-13.
- Pérez-Higareda, G., Smith, H.M. y Juliá-Zentuche, J. 1985. A new jumping viper, *Porthidium olmei*, from Southern Veracruz, México (Serpentes: Viperidae). *Bull. Maryland Herp. Soc.* 21(3):97-106.
- Pérez-Higareda, G., Smith, H.M. y Smith, R.B. 1985. A new species of *Tantilla* from Veracruz, México. *J. Herp.* 19(2):290-292.
- Pérez-Higareda, G. y Vogt, R.C. 1985. A new subspecies of arboreal lizard, genus *Laemancus*, from the mountainous region of Los Tuxtlas, Veracruz, México (Lacertilia: Iguanidae). *Bull. Maryland Herp. Soc.* 21(4):139-144.
- Peters, J.A. 1950. A new snake of the genus *Coniophanes* from Veracruz, México. *Copeia* 1950(4):279-280.
- Peters, J.A. 1954. The amphibians and reptiles of the coast and coastal sierra of Michoacán, México. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (554):1-37.
- Peters, J.A. 1960. Notes on the faunistics of the Southwestern and coastal Michoacán with lists of reptilia and amphibia collected in 1950 and 1951. In Brand, Coaleman and Motines del Oro, an ex-districto of Michoacán, México. *Univ. of Texas, Inst. Latin American Stud.* Austin 318-333.
- Peters, J.A. 1960. The snakes of the subfamily Dipsadinae. *Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Michigan* (114):1-224.
- Peterson, W.H. y Smith, H.M. 1983. *Syrhophus pallidus*. *Herp. Rev.* 14(1):27.
- Pianka, E.R. y Smith, H.M. 1959. Distributional records for certain Mexican and Guatemalan reptiles. *Herpetologica* 15(3):119-120.
- Platz, J.E. y Frost, J.S. 1984. *Rana vavapaensis*, a new species of leopard frog (*Rana pipiens* complex). *Copeia* 1984(4):940-948.
- Platz, J.E. y Meehan, J.S. 1979. *Rana chiricahuensis*, a new species of leopard frog (*Rana pipiens* complex) from Arizona. *Copeia* 1979(3):383-390.
- Porter, K.R. 1963. Distribution and taxonomic status of seven species of Mexican *Bufo*. *Herpetologica* 19(4):229-247.
- Porter, K.R. 1967. *Bufo cycladen* (Bufonidae): a case of nomen dubium. *Southwest. Nat.* 12(2):200-201.

Apéndice 4

- Prosh, W. 1988. Cladistic relationships within the scincomorpha in. Estes, R. y G. Pregill, Phylogenetic relationships of the lizard families. Stanford Univ. Press, Stanford, California pp:471-492.
- Pritchard, P.C.H. 1983. Conserving sea turtles. By N. Mrosovsky (Review). Copeia 1983(4):1108-1111
- Quinn, H.R. 1983. Two new subspecies of *Lampropeltis triangulum* from Mexico. Trans. Kansas Acad. Sci. 86(4):113-135.
- Rabb, G.B. 1956. A new plethodontid salamander from Nuevo Leon, Mexico. Fieldiana Zool. 39(3):11-20.
- Rabb, G.B. 1958. On certain mexican salamanders of the plethodontid genus *Chiropterotriton*. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (507):1-37.
- Rabb, G.B. 1965. A new salamander of the genus *Chiropterotriton* (Caudata: Plethodontidae) from Mexico. Breviora (235):1-8.
- Radcliffe, C.W. y Maslin, T.P. 1975. A new subspecies of the red rattlesnake, *Crotalus ruber*, from San Lorenzo Sur island, Baja California Norte, Mexico. Copeia 1975(3):490-493.
- Ramirez-Bautista, A.; Flores-Villela, O. y Casas-Andreu, G. 1982. New herpetological state records for México. Bull. Maryland Herp. Soc. 18(3):167-169.
- Rau, C.S. y Loomis, R.B. 1977. A new species of *Urosaurus* (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae) from Baja California, Mexico. J. Herp. 11(1):25-29.
- Reddell, J.R. 1981. A review of the cavernicole Fauna of Mexico, Guatemala, and Belize. Texas Mem. Mus. Bull. (27): 1-357.
- Reese, R.W. 1971. Notes on a small collection from Northeastern Mexico. J. Herp. 5(1/2):67-69.
- Reeve, W.L. 1952. Taxonomy and distribution of the horned lizards genus *Phrynosoma*. Kansas Univ. Sci. Bull. 34(14):817-960.
- Regal, P.J. 1966. A new plethodontid salamander from Oaxaca, Mexico. Am. Mus. Novit. (2266):1-8
- Reynolds, S.L. y Seidel, M.E. 1982. *Sternotherus odoratus* (Latreille) Sunspot. Cat. Am. Amph. Rept. (287):1-4.
- Richmond, N.D. 1965. Distribution of *Gerphonotus paucicarinatus* Fitch. Copeia 1965(3):375.
- Rieppel, O. 1978. Tooth replacement in anguinomorph lizards. Zoomorphologie 91:77-90.
- Rieppel, O. 1988. The classification of the Squamata. In Benton, M.J. (ed). The phylogeny and classification of Tetrapods. Vol. 1 Amphibians, Reptiles, Birds. The Systematics Association Special Vol (35A):261-293.
- Robinson, D.C. 1962. Notes on the lizard *Anolis barkeri* Schmidt. Copeia 1962(3):640-642
- Robinson, M.D. 1979. Systematics of skinks of the genus *Eumeces brevisirris* species group in Western Mexico. Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. (319):1-13
- Rodgers, T.I. y Fitch, H. S. 1947. Variation in the skinks (Reptilia: Lacertilia) of the *skiltonianus* group. Univ. California Pub. Zool. 48(4):169-220.
- Ross, C. A. y Ross, F.D. 1967. Identity of *Crocodylus mexicanus* Bocourt, 1866 (Reptilia: Crocodylidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 100(4):713-716.
- Rossman, D.A. 1965. Identity and relationships of the Mexican garter snake *Thamnophis sumichrasti* (Cope). Copeia 1965(2):242-244.
- Rossman, D.A. 1966. Evidence of conspecificity of the Mexican garter snakes *Thamnophis phenax* (Cope) and *Thamnophis sumichrasti* Copeia 1966(4):303-305.
- Rossman, D.A. 1969. A new natrixine snake of the genus *Thamnophis* from northern Mexico. Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ. (39) 1-4.
- Rossman, D.A. 1985. *Adelophis copei*. Herp. Rev. 16(3):84.

- Rossman, D.A. y Blaney, R.M. 1968. A new natricine snake of the genus *Adelophis* from Western Mexico. Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ. (35): 1-12.
- Rossman, D.A. y Eberle, W.G. 1977. Partition of the genus *Natrix*, with preliminary observations on evolutionary trends in natricine snakes. Herpetologica 33(1): 34-43.
- Rossman, D.A.; Limer, E.A., Trevio, C.H. y Chaney, A.H. 1989. Redescription of the garter snake *Thamnophis exul* Rossman, 1969 (Serpentes: Colubridae). Proc. Biol. Soc. Wash. 102(2): 507-514.
- Rossman, D.A. y Schaefer, G.C. 1974. Generic status of *Ophedrys mayae*, a coluber snake endemic to the Yucatan Peninsula. Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ. (45): 1-12.
- Rossman, D.A. y Stewart, G.R. 1987. Taxonomic reevaluation of *Thamnophis couchii* (Serpentes: Colubridae). Occ. Pap. Mus. Zool. Louisiana St. Univ. (63): 1-25.
- Rossman, D.A. y Wallach, V. 1987. *Adelophis* Dugés Mountain Meadow Snake, *Adelophis copei*: Dugés Cope's Mountain Meadow Snake, *Adelophis foxi*: Rossman and Blaney Fox's Mountain. Cat. Am. Amph. Rep. (408): 1-2.
- Roze, J.A. 1967. A check list of the new world venomous coral snakes (Elapidae), with description of new forms. Am. Mus. Novit. (2287): 1-60.
- Roze, J.A. 1982. New world coral snakes (Elapidae): a taxonomic and biological summary. Mem. Inst. Butantan (1983) 46: 305-338.
- Roze, J.A. 1989. New species and subspecies of coral snakes, genus *Micrurus* (Elapidae), with notes on type specimens of several species. Am. Mus. Novit. (2932): 1-15.
- Ruthven, A.G. 1912. On some amphibians and reptiles from the state of Vera Cruz, Mexico. Rep. Michigan Acad. Sci. 14: 230-231.
- Saldaña de la Riva, L. y Pérez Ramos, E. 1987. Herpetofauna del estado de Guerrero, México. Tesis Prof. Fac. de Ciencias UNAM, México 389 pp.
- Sánchez-Herrera, O. 1980. Diagnósis preliminar de la herpetofauna de Tlaxcala, México. Tesis Profesional Fac. de Ciencias UNAM, México 155 pp.
- Sánchez-Herrera, O. 1980. Herpetofauna del pedregal de San Angel, D.F., México. Bull. Maryland Herp. Soc. 16(1): 9-18.
- Sánchez-Herrera, O. 1987. Noteworthy records of amphibians and reptiles from the state of Tlaxcala, México. Herp. Rev. 18(2): 41.
- Sánchez-Herrera, O. 1989. Revision de Villa, J., L.D. Wilson and J.D. Johnson 1988. Middle American Herpetology. A Bibliographic checklist. Bol. Soc. Herpetol. Mex. 1(1): 13-17.
- Sánchez-Herrera, O. y Lopez-Forment, C.W. 1980. The lizard *Abronia deppii* (Sauria: Anguillidae) in the state of México, with the restriction of its type locality. Bull. Maryland Herp. Soc. 16(3): 83-87.
- Sánchez-Herrera, O. y Lopez-Forment, C.W. 1988. Anfíbios y reptiles de la región de Acapulco, Guerrero, México. An. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool. (1897) 58(2): 735-750.
- Sanders, O. 1973. A new leopard frog (*Rana berlandieri brownorum*) from Southern Mexico. J. Herp. 7(2): 87-92.
- Sanders, O. y Smith, H.M. 1951. Geographic variation in toads of the *debilis* group of *Bufo*. Field Lab. 19(4): 141-160.
- Sattler, P.W. 1980. Genetic relationships among selected species of North American *Scaphiopus*. Copeia 1980(4): 605-610.
- Savage, J.M. 1954. Notulae Herpetologicae 1-7. Trans. Kansas Acad. Sci. 57(3): 326-327.
- Savage, J.M. 1954. A revision of the toads of the *Bufo debilis* complex. Texas J. Sci. 6(1): 83-112.
- Savage, J.M. 1958. The iguanid lizard genera *Urosaurus* and *Uta*, with remarks on related groups. Zoologica 43(2): 41-54.
- Savage, J.M. 1975. Systematics and distribution of the Mexican and Central American stream frogs related to *Eleutherodactylus rugulosus*. Copeia 1975(2): 254-306.

Apéndice 4

- Savage, J.M. 1984. A new species of montane rain frog, genus *Eleutherodactylus* (*Leptodactylus*), (sic) from Mexico. *Amphibia-Reptilia* 5:253-260.
- Savage, J.M. 1987. Systematics and distribution of the Mexican and Central American rainfrogs of the *Eleutherodactylus goldneri* group (Amphibia: Fieldiana Zool. NS. (33):1-57.
- Savage, J.M. y Crother, B.I. 1989. The status of *Phiocercus* and *Urotheca* (Serpentes: Colubridae), with a review of included species of ooral snake mimics. *Zool. J. Linn. Soc.* 95:335-362.
- Savage, J.M. y DeWeese, J.E. 1979. A new species of Leptodactylid frog, genus *Eleutherodactylus*, from the cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Bull. Southern Calif. Acad. Sci.* 78(2):107-115.
- Savage, J.M. y Guyer, C. 1989. Infrageneric classification and species composition of the anole genera, *Anolis*, *Ctenotus*, *Dactyloa*, *Norops* and *Semiurops* (Sauria: Iguanidae). *Amphibia-Reptilia* 10:105-116.
- Savage, J.M. y Wake, M.H. 1972. Geographic variation and systematics of the Middle American Coccilians, genera *Dermophis* and *Gymnophis*. *Copeia* 1972(4):680-695.
- Savitzki, A.H. y Smith, H.M. 1971. A new snake from Mexico of the *taeniata* group of *Tanilla*. *J. Herp.* 5(3-4):167-171.
- Schäpli, B. 1987. The phylogenetic significance of morphological characters in the holarctic racers of the genus *Coluber* Linnaeus, 1758 (Reptilia: Serpentes). *Amphibia-Reptilia* 8:401-418.
- Schmidt, K.P. 1922. The amphibians and reptiles of Lower California and the neighboring islands. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 46(11):607-707.
- Schmidt, K.P. 1939. A new lizard from Mexico with a note on the genus *Norops*. *Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist.* 24(2):7-10.
- Schmidt, K.P. 1958. Some rare or little-known Mexican ooral snakes. *Field. Zool. Chicago Nat. Hist. Mus.* 39(19):201-212.
- Schmidt, K.P. y Andrews, E.W. 1936. Notes on the snakes from Yucatan. *Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist.* 20(18):167-187.
- Schmidt, K.P. y Bogert, C.M. 1947. A new fringe-footed sand lizard from Coahuila, Mexico. *Am. Mus. Novit.* (1339):1-9.
- Schmidt, K.P. y Owens, D.W. 1944. Amphibians and reptiles of Northern Coahuila, Mexico. *Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist.* 29(6):97-115.
- Schmidt, K.P. y Shannon, F.A. 1947. Notes on amphibians and reptiles of Michoacán, Mexico. *Fieldiana Zool.* 31(9):63-85.
- Schwenk, K. 1988. Comparative morphology of the lepidosaur tongue and its relevance to Squamate phylogeny. in Estes, R. y G.Pregill (eds). *Phylogenetic relationships of the lizard families*. Stanford Univ. Press, Stanford, California pp:567-598.
- Scott, N.J. y McDiarmid, R.W. 1984. *Trimorphodon* tax Cope Mexican lyre snake. *Cat. Am. Amph. Rept.* (354):1-2.
- Scudder, K.M., Powers, A.L. y Smith, H.M. 1983. Comparisons of desert iguanas (*Dipsosaurus*) from Cerralvo island and adjacent Baja California, Mexico. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 86(4):149-153.
- Seidel, M.E., Iverson, J.B. y Adkins, M.D. 1986. Biochemical comparisons and phylogenetic relationships in the family Kinosternidae (Testudines). *Copeia* 1986(2):285-294.
- Seidel, M.E. y Smith, H.M. 1986. *Chrysemys*, *Pseudemys*, *Trachemys* (Testudines: Emydidae): do Agassiz have it right? *Herpetologica* 42(2):242-248.
- Shaffer, H.B. 1983. Bioystematics of *Amblystoma rosaceum* and *A. nigrinum* in Northwestern Mexico. *Copeia* 1983(1):67-78.
- Shannon, F.A. 1951. Notes on a herpetological collection from Oaxaca and other localities in Mexico. *Proc. U.S. Natl. Mus.* 101(3284):465-484.

- Shannon, F.A. y Humphrey, F.L. 1963. Remarks on *Lepiosteira* and *Pseudoleptosteira* from the West coast of Mexico. *Herpetologica* 19(4):262-269.
- Shannon, F.A. y Werler, J.E. 1955. Notes on amphibians of the Los Tuxtlas range of Veracruz, Mexico. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 58(3):360-386.
- Shannon, F.A. y Werler, J.E. 1955. Report on a small collection of amphibians from Veracruz, with a description of a new species of *Pseudoeurycea*. *Herpetologica* 11(2):81-85.
- Shaw, C.E. 1945. The chuckwallas, genus *Sauromalus*. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 10(15):269-306.
- Siebert, R.L. 1979. *Eridiphas slevini*. *Herp. Rev.* 10(2):60.
- Sites, J.W. y Dixon, J.R. 1981. A new subspecies of the iguanid lizard, *Sceloporus grammicus*, from North-eastern Mexico, with comments on its evolutionary implication and the *J. Herp.* 15(1):59-69.
- Sites, J.W. y Dixon, J.R. 1982. Geographic variation in *Sceloporus variabilis*, and its relationship to *S. teapensis* (Sauria: Iguanidae). *Copeia* 1982(1):14-27.
- Sites, J.W., Camarillo, J.L., Gonzalez, A. y Mendoza, F. 1988. Allozyme variation and genetic divergence within and between three cytotypes of the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria: Iguanidae) in Central Mexico. *Herpetologica* 44(3):297-307.
- Smith, H.M. 1934. Notes on some lizards of the genus *Phrynosoma* from Mexico. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 37:287-297.
- Smith, H.M. 1935. Miscellaneous notes on Mexican lizards. *Kansas Univ. Sci. Bull.* 22(6):119-155.
- Smith, H.M. 1935. Descriptions of new species of lizards from Mexico. *Kansas Univ. Sci. Bull.* 22(7):157-183.
- Smith, H.M. 1936. The lizards of the *torquatus* group of the genus *Sceloporus* Wiegmann, 1828. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 37(14):539-693.
- Smith, H.M. 1936. Description of a new *Sceloporus* from Southern Mexico. *Herpetologica* 1(1):6-8.
- Smith, H.M. 1938. Remarks on the status of the subspecies of *Sceloporus undulatus*, with descriptions of new species and subspecies of the *undulatus* group. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (387):1-17.
- Smith, H.M. 1938. Notes on the snakes of the genus *Salvadora*. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 39(11):229-237.
- Smith, H.M. 1938. Notes on reptiles and amphibians from Yucatan and Campeche, Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (388):1-22.
- Smith, H.M. 1939. An annotated list of the Mexican amphibians and reptiles in the Carnegie Museum. *Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist.* 27(21):311-320.
- Smith, H.M. 1939. Notes on Mexican reptiles and amphibians. *Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist.* 24:15-35.
- Smith, H.M. 1939. Mexican herpetological novelties. *Proc. Biol. Soc. Washington* 52:187-196.
- Smith, H.M. 1939. The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. *Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist.* 26:1-397.
- Smith, H.M. 1942. The synonymy of the garter snakes (*Thamnophis*), with notes on Mexican and Central American species. *Zoologica New York* 27(3/4):97-123.
- Smith, H.M. 1942. Mexican herpetological miscellany. *Proc. U.S. Natn. Mus.* 92(3153):349-395.
- Smith, H.M. 1942. A resume of Mexican snakes of the genus *Tantilla*. *Zoologica New York* 27(7):33-42.
- Smith, H.M. 1943. Summary of the collections of snakes and crocodylians made in Mexico under the Walter Rathbone Bacon Traveling Scholarship. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 93:393-504.
- Smith, H.M. 1943. Comentario herpetológico. *An. Inst. Biol. Univ. Mex.* 14(1):341-344.

Apéndice 4

- Smith, H M 1947 Subspecies of the sonoran toad (*Bufo compactus* Wiegmann) Herpetologica 4(1):7-13.
- Smith, H M 1947 Notes on Mexican amphibians and reptiles J Washington Acad. Sci. 37(11) 408-412
- Smith, H M 1949 Miscellaneous notes on Mexican Lizards J Washington Acad. Sci. 39(1):34-43
- Smith, H M 1951 A new species of *Leiolopisma* (Reptilia: Sauria) from Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 34(3) 195-200
- Smith, H M 1956 A new anole (Reptilia: Squamata) from Chiapas, Mexico. Herpetologica 12(1) 1-2
- Smith, H M 1959 New and noteworthy reptiles from Oaxaca, Mexico. Trans. Kansas Acad. Sci. 62(4):265-272
- Smith, H M. 1964 A new *Anolis* from Oaxaca, Mexico. Herpetologica 20(1):31-33
- Smith, H M. 1968 Another new lizard from Mexico of the *schiedti* group of *Anolis*. Southwestern Nat. 13(3) 368-370.
- Smith, H M 1968 Two new lizards, one new, of the genus *Anolis* from Mexico. J. Herp. 2(3-4) 143-146
- Smith, H M 1971 Additions to the knowledge of the herpetofauna of Oaxaca, Mexico. Gt. Basin Nat. 31(3) 138-139
- Smith, H M 1972 A new satellite of the *Anolis gadovii* species swarm (Reptilia: Sauria) in Mexico. J. Herp. 6(3-4) 179-181
- Smith, H M 1972 The sonoran subspecies of the lizard *Ctenosaura nemilopha*. Gt. Basin Nat. 32(2): 104-111
- Smith, H M 1973 A tentative rearrangement of the lizards of the genus *Lepidophyma*. J. Herp. 7(2) 109-123
- Smith, H M 1984 Notes on the enigmatic *Barisia umbricola* of the British Museum, and on its collection of reptiles from Amula, Guerrero, Mexico. Bull. Maryland Herp. Soc. 20(4):152-158
- Smith, H M 1986 The generic allocation of two species of mexican anguid lizards. Bull. Maryland Herp. Soc. 22(1):21-22
- Smith, H M y Alvarez del Toro, M 1962 Notulae herpetologicae Chiapasae III. Herpetologica 18(2) 101-107
- Smith, H M y Alvarez del Toro, M 1963 Notulae herpetologicae Chiapasae IV. Herpetologica 19(2) 100-105
- Smith, H M y Alvarez del Toro, M 1977 A new troglodytic lizard (Reptilia, Lacertilia, Xantusiidae) from Mexico. J. Herp. 11(1) 37-40
- Smith, H M., Arndt, R G y Sherbrooke, W R 1967 A new snake of the genus *Enallus* from Mexico. Chicago Acad. Nat. Sci. Nat. Hist. Misc. (186) 1-4
- Smith, H M y Braestrup, F W 1963 The identity of *Chersodromus nigricans* Reinhardt (Reptilia: Serpentes) and the travels in Mexico of F. W. Liebmann. Herpetologica 18(4) 233-240
- Smith, H M y Bumzahem, C B 1953 A new lizard of the genus *Sceloporus* from the Isthmus of Tehuantepec. Herpetologica 9(4) 185-188
- Smith, H M y Bumzahem, C B 1955 The identity of the Trans-Isthmic Mexican populations of the malachite tree lizard (*Sceloporus malachiticus* Cope). Herpetologica 11(2) 118-120
- Smith, H M y Burger, W L 1955 Range extensions of certain amphibians and reptiles of Southern Mexico. Herpetologica 11(1) 75-77.
- Smith, H M., Burley, F W y Fritts T.H. 1968 A new anolepid *Anolis* (Reptilia: Lacertilia) from Mexico. J. Herp. 2(3-4) 147-151
- Smith, H M y Chrapliwy, P S 1958 New and noteworthy Mexican herpetiles from the Lidicker Collection. Herpetologica 13(4):267-271
- Smith, H M y Dixon, J R 1987 The amphibians and reptiles of Texas: a guide to records needed for Mexico. Bull. Maryland Herp. Soc. 23(4):154-157

- Smith, H.M.; Fitzgerald, K.; Pérez-Higareda, G. y Chiszar, D. 1986. A taxonomic rearrangement of the snakes of the genus *Scaphiodontophis*. Bull. Maryland Herp. Soc. 22(4):159-166.
- Smith, H.M. y Grant, C. 1958. Noteworthy herpetiles from Jalisco, Mexico. Herpetologica 14(1):18-23
- Smith, H.M. y Hall, W.P. 1974. Contributions to the concepts of reproductive cycles and the systematics of the *scalaris* group of the lizard genus *Sceloporus*. Gt. Basin Nat. 34(2):97-104.
- Smith, H.M. y Holland, R.L. 1969. Two new snakes of the genus *Geophis* from Mexico. Trans. Kansas Acad. Sci. 72(1):47-53
- Smith, H.M. y Kerster, H.W. 1955. New and noteworthy Mexican lizards of the genus *Anolis*. Herpetologica 11(3):193-201
- Smith, H.M. y Langebartel, D.A. 1949. Notes on a collection of reptiles and amphibians from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca. J. Wash. Acad. Sci. 39(12):409-416
- Smith, H.M.; Langebartel, D.A. y Williams, K.L. 1964. Herpetological type-specimens in the University of Illinois Biol. Monogr. (32):1-80
- Smith, H.M. y Larson, K.R. 1975. A new species of the *formosus* group of the lizard genus *Sceloporus*. Copeia 1975(1):47-50
- Smith, H.M. y Laufe, L.E. 1945. Notes on a herpetological collection from Oaxaca. Herpetologica 3(1):1-13
- Smith, H.M. y Laufe, L.E. 1945. Mexican amphibians and reptiles in the Texas Cooperative Wildlife Collection. Trans. Kansas Acad. Sci. 48(3):325-354.
- Smith, H.M. y Lynch, J.D. 1967. A new cryptic lizard (Iguaniidae: *Sceloporus*) with comments on other reptiles from Oaxaca, Mexico. Herpetologica 23(1):18-29.
- Smith, H.M. Lynch, J.D. y Allig, R. 1965. New and noteworthy herpetozoa from Southern Mexico. Chicago Acad. Sci. Nat. Hist. Misc. (180):1-4.
- Smith, H.M. y Mittleman, M.B. 1943. Notes on the Mansfield Museum's Mexican reptiles collected by Wilkinson. Trans. Kansas Acad. Sci. 46:243-249
- Smith, H.M. y Moll, E.O. 1969. A taxonomic rearrangement of the pitvipers of the *Batrachus nigroviridis* complex of Southern Mexico. J. Herp. 3(3-4):151-155.
- Smith, H.M. Nixon, C.W. y Smith, P.W. 1950. Mexican and Central American garter snakes (*Thamnophis*) in the British Museum. Linn. Soc. J. Zool. 41(282):571-584
- Smith, H.M. y Paulson, D.R. 1968. A new lizard of the *schedi* group of *Anolis* from Mexico. Southwestern Nat. 13(3):365-368
- Smith, H.M. y Pérez-Higareda, G. 1965. A range extension of the lance-headed rattlesnake, *Crotalus polystrictus*. J. Ohio Herp. Soc. 5(2):56.
- Smith, H.M. y Pérez-Higareda, G. 1989. The distribution of the snake *Clelia scytalina* in Mexico. Bull. Chicago Herp. Soc. 24(1):8
- Smith, H.M. y Savitzky, A.H. 1974. Another cryptic associate of the lizard *Sceloporus*. J. Herp. 8(4):297-303
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1977. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. V. Guide to Mexican Amphibians and Crocodylians, Bibliographic Addendum II. John Johnson North Bennington Vermont 187 pp.
- Smith, H.M. y Smith, R.B. 1981. Another epiphytic alligator lizard (*Abronia*) from Mexico. Bull. Maryland Herp. Soc. 17(2):51-60.
- Smith, H.M. y Spicer, R.A. 1945. A new anole from Mexico. Copeia 1945(3):165-168
- Smith, H.M. y Tanner, W.W. 1944. Description of a new snake from Mexico. Copeia 1944(3):131-136

Apéndice 4

- Smith, H M y Taylor, E H 1950 Type localities of Mexican reptiles and amphibians. Kansas Univ. Sci. Bull. 33(8):313-380.
- Smith, H M y Van Gelder, R G 1955 New and noteworthy amphibians and reptiles from Sinaloa and Puebla, Mexico. Herpetologica 11(2):145-149
- Smith, H M y Williams, K L 1963 New and noteworthy amphibians and reptiles from Southern Mexico. Herpetologica 19(1):22-27.
- Smith, H M y Williams, K L 1966 A new snake (*Geophis*) from Mexico. J. Ohio Herp. Soc. 5(3) 90-92.
- Smith, P W y Burger, W L 1950 Herpetological results of the University of Illinois field expedition, spring 1949. Trans. Kansas Acad. Sci. 53(2) 165-175
- Smith, P W, Smith, H M y Werler, J E 1952 Notes on a collection of amphibians and reptiles from Eastern Mexico. Texas J. Sci. 4(2) 251-260
- Snyder, D H. 1972. *Hyla juanitae* a new treefrog from Southern Mexico, and its relationship to *H. pinorum*. J. Herp. 6(1):5-15
- Soule, M E 1961 *Eridophis slevini* (Tanner) on Cerravo island, Gulf of California, Mexico. Herpetologica 17(1):61
- Soule, M E y Sloan, A J 1966 Biogeography and distribution of the reptiles and amphibians on islands in the Gulf of California, Mexico. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 14(11):137-156
- Spitler, D E 1988 The geographic variability of the species *Lichenura trivirgata* and a description of a new subspecies. In De Lisle, H F., P R Brown, S Kaufman y B M McGurty (eds) Proc. Conf. Calif. Herp. Southwestern Herp. pp 113-130
- Stebbins, R C 1958 A new alligator lizard from the Panamint Mountains, Inyo County, California. Am. Mus. Novit. (1883):1-27
- Stueckl, W H 1943 The Mexican snakes of the genera *Sonora* and *Chionactis* with notes on the status of other colubrid genera. Proc. Biol. Soc. Washington 56:109-128.
- Stuart, L C 1940 Notes on the "*Lampropholis*" group of Middle American *Lygosoma* (Sauridae) with descriptions of new forms. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (421) 1-16
- Stuart, L C 1942 Comments on the *undulata* group of *Ameiva* (Sauria). Proc. Biol. Soc. Washington 55:143-150
- Stuart, L C 1971 Comments on the malachite *Sceloporus* (Reptilia: Sauria: Iguanidae) of Southern Mexico and Guatemala. Herpetologica 27(3) 229-259
- Tanner, W W 1957 Notes on a collection of amphibians and reptiles from Southern Mexico, with a description of a new *Hyla*. Gt. Basin Nat. 17(1-2):52-56
- Tanner, W W 1957 A new skink of the *multivirgatus* group from Chihuahua. Gt. Basin Nat. 17(3-4):111-117
- Tanner, W W 1959 A new *Thamnophis* from western Chihuahua with notes on four other species. Herpetologica 15(4):165-172
- Tanner, W W 1981 A new *Hypsiglena* from Tiburon island, Sonora, Mexico. Gt. Basin Nat. 41(1):139-142
- Tanner, W W 1988 Status of *Thamnophis sirtalis* in Chihuahua, Mexico (Reptilia: Colubridae). Gt. Basin Nat. 48(4):499-507
- Tanner, W W 1989 Status of *Spea stagnalis* Cope (1875), *Spea intermontanus* Cope (1889), and a systematic review of *Spea hammondi* Baird (1839) (Amphibia: Anura). Gt. Basin Nat. 49(4):503-510
- Tanner, W W y Robinson, W G 1960. Herpetological notes for Northwestern Jalisco, Mexico. Herpetologica 16(1):59-62
- Taylor, E H: 1933. A new species of lizard from Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 21(5):257-267

- Taylor, E.H. 1935. A taxonomic study of the cosmopolitan scincoid lizards of the genus *Eumeces* with an account of the distribution and relationships of its species. Kansas Univ. Sci. Bull. 23:1-643.
- Taylor, E.H. 1936. Notes and comments on certain American and Mexican snakes of the genus *Tantilla*, with descriptions of new species. Trans. Kansas Acad. Sci. 39:335-348.
- Taylor, E.H. 1936. Notes on the herpetological fauna of the Mexican state of Sonora. Kansas Univ. Sci. Bull. 24(19):475-500.
- Taylor, E.H. 1936. Notes on the herpetological fauna of the Mexican state of Sinaloa. Kansas Univ. Sci. Bull. 37(14):505-530.
- Taylor, E.H. 1937. Two new lizards of the genus *Leiolopisma* from Mexico, with comments on another Mexican species. Copeia 1937(1):5-11.
- Taylor, E.H. 1938. Concerning Mexican Salamanders. Univ. Kansas Sci. Bull. 25(14):259-313.
- Taylor, E.H. 1938. Notes on the Mexican snakes of the genus *Leptodeira*, with a proposal of a new snake genus, *Pseudoleptodeira*. Univ. Kansas Sci. Bull. 39(11):315-355.
- Taylor, E.H. 1939. New species of Mexican anura. Kansas Univ. Sci. Bull. 26(11):385-405.
- Taylor, E.H. 1939. New salamanders from Mexico with a discussion of certain known forms. Kansas Univ. Sci. Bull. 26(12):407-439.
- Taylor, E.H. 1939. Herpetological miscellany No. 1. Kansas Univ. Sci. Bull. 26(15):489-571.
- Taylor, E.H. 1940. A new eleutherodactylid frog from Mexico. New England Zool. Club. 18:13-16.
- Taylor, E.H. 1940. New species of Mexican anura. Kansas Univ. Sci. Bull. 26(11):385-405.
- Taylor, E.H. 1940. Some Mexican serpents. Kansas Univ. Sci. Bull. 26(14):445-487.
- Taylor, E.H. 1940. Two new snakes of the genus *Thamnophis* from Mexico. Herpetologica 1(7):183-189.
- Taylor, E.H. 1941. New plethodontid salamanders from Mexico. Herpetologica 2(3):57-65.
- Taylor, E.H. 1941. Herpetological miscellany No. II. Univ. Kansas Sci. Bull. 27(7):105-138.
- Taylor, E.H. 1941. New amphibians from the Hobart M. Smith Mexican collections. Kansas Univ. Sci. Bull. 27(8):141-167.
- Taylor, E.H. 1941. Two new species of Mexican plethodontid salamanders. Proc. Biol. Soc. Washington. 54:81-86.
- Taylor, E.H. 1941. Some Mexican frogs. Proc. Biol. Soc. Washington. 54:87-94.
- Taylor, E.H. 1942. Mexican snakes of the genera *Adelophis* and *Storeria*. Herpetologica 2(4):75-79.
- Taylor, E.H. 1942. New caudata and salientia from Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 28(14):295-323.
- Taylor, E.H. 1942. New tailless amphibians from Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 28(5):67-89.
- Taylor, E.H. 1943. Herpetological novelties from Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 29(8):343-360.
- Taylor, E.H. 1949. A preliminary account of the herpetology of the state of San Luis Potosí, Mexico. Kansas Univ. Sci. Bull. 33(2):169-215.
- Taylor, E.H. 1952. Third contribution of the herpetology of the Mexican State of San Luis Potosí. Kansas Univ. Sci. Bull. 34(13):793-815.
- Taylor, E.H. 1952. The frogs and toads of Costa Rica. Univ. Kansas Sci. Bull. 35(5):577-942.
- Taylor, E.H. 1953. Fourth contribution to the herpetology of San Luis Potosí. Kansas Univ. Sci. Bull. 35(13):1587-1614.

Apéndice 4

- Taylor, E. H. y Knobloch, I. W. 1940 Report on an herpetological collection from the Sierra Madre Mountains of Chihuahua. Proc. Biol. Soc. Washington 53:125-130
- Taylor, E. H. y Smith, H. M. 1938 Miscellaneous notes on Mexican snakes. Univ. Kansas Sci. Bull. 39(11):239-258
- Taylor, E. H. y Smith, H. M. 1942. The snake genera *Conopsis* and *Toluca*. Univ. Kansas Sci. Bull. 28(15):325-363.
- Taylor, E. H. Smith, H. M. 1945 Summary of the collection of amphibians made in Mexico under the Walter Rathbone Bacon Traveling Scholarship. Proc. U. S. Natn. Mus. 95(3185):521-613.
- Thomas, R. A. y Dixon, J. R. 1976 A re-evaluation of the *Sceloporus scalaris* group (Sauria: Iguanidae). Southwestern Nat. 20(4):523-536
- Thomson, F. G. 1957 A new Mexican gartersnake (genus *Thamnophis*) with notes on related forms. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (584):1-10
- Tihen, J. A. 1949. A review of the lizard genus *Basilis*. Kansas Univ. Sci. Bull. 33(3):217-256
- Tihen, J. A. 1949 The genera of gerrhonotine lizards. Am. Mid. Nat. 41(3):580-601
- Tihen, J. A. 1954 Gerrhonotine lizards recently added to the American Museum Collection, with further revisions. Am. Mus. Novit. (1667):1-26.
- Treviño-Saldaña, C. 1978 Estudio herpetofaunístico distribucional del sur de Nuevo León, México. Tesis Fac. de Ciencias Biológicas Univ. de Nuevo León 63 pp.
- Treviño-Saldaña, C. H. 1988 A new montane lizard (*Sceloporus jarrovi cyaneus*) from Nuevo León, Mexico. Rev. Biol. Trop. 36(2b):407-411
- Underwood, G. 1976 A systematic analysis of boid snakes. In Bellairs and Cox (eds.). Morphology and Biology of Reptiles. Linn Soc. Symposium Ser. 3 Academic Press, London pp.151-175
- Van Denburgh, J. 1895. A review of the herpetology of Lower California. Part I. Reptiles. Proc. California Acad. Sci. 2(5):77-163.
- Van Denburgh, J. 1898. Reptiles from Sonora, Sinaloa, and Jalisco, Mexico. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 49:460-464.
- Van Denburgh, J. 1922 The reptiles of Western North America. Part I. Lizards. Occ. Pap. California Acad. Sci. (10):1-611
- Van Denburgh, J. y Stevin, J. R. 1921 A list of the amphibians and reptiles of the peninsula of Lower California, with notes on the species in the collection of the Academy. Proc. Calif. Acad. Sci. 11(4):49-72
- Van Devender, T. R., Holm, P. A. y Lowe, C. H. 1989 *Pseudoeurycea belli sierraoccidentalis*. Herp. Rev. 20(2):48-49
- Van Devender, T. R. y Lowe, C. H. 1977. Amphibians and reptiles of Yopomeca, Chihuahua, Mexico. J. Herp. 11(1):41-50.
- Van Devender, T. R., Lowe, C. H. y Holm, P. A. 1989 *Pseudoeurycea belli sierraoccidentalis*. Herp. Rev. 20(3):75
- Velasco Torres, J. J. 1970 Contribución al conocimiento de la herpetofauna del Norte de Nuevo León. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas Univ. Autónoma de Nuevo León. 69 pp.
- Wake, D. B. y Elias, P. 1983. New genera and new species of Central American salamanders, with a review of the tropical genera (Amphibia, Caudata, Plethodontidae). Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (345):1-19
- Wake, D. B. y Johnson, J. D. 1989 A new genus and species of Plethodontid salamander. Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (411):1-10
- Wake, M. H. 1986 A perspective on the systematics and morphology of the Gymnophiona (Amphibia). Mem. Soc. Zool. Pr. (43):21-38
- Walker, C. F. 1955. A new gartersnake (*Thamnophis*) from Tamaulipas. Copeia 1955(2):110-113.

- Walker, C.F. 1955. A new salamander of the genus *Pseudoeurycea* from Tamaulipas. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (367):1-8.
- Walker, J.M. 1970. Morphological variation and clutch size in a population of *Cnemidophorus lineatissimus* Cope in Michoacán, Mexico. Herpetologica 26(3):359-365.
- Walker, J.M. 1980. *Cnemidophorus alpinus*: observations on distribution and variation. J. Herp. 14(4):353-359.
- Walker, J.M. 1981. A new subspecies of *Cnemidophorus tigris* from South Coronado Island, Mexico. J. Herp. 15(2):193-197.
- Walker, J.M. 1981. On the status of the lizard, *Cnemidophorus tigris dickersonae* Van Denburgh and Stevin. J. Herp. 15(2):199-206.
- Walker, J.M. 1981. Systematics of *Cnemidophorus gularis*. I. Reallocation of populations currently allocated to *Cnemidophorus gularis* and *Cnemidophorus*. Copeia 1981(4):826-849.
- Walker, J.M. 1981. Systematics of *Cnemidophorus gularis*. II. Specific and subspecific identity of the Zacatecas whiptail (*Cnemidophorus gularis semmianulatus*). Copeia 1981(4):850-868.
- Walker, J.M. 1986. The taxonomy of parthenogenetic species of hybrid origin: cloned hybrid populations of *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). Syst. Zool. 35(3):427-440.
- Walker, J.M. 1988. The status on the isla Pond *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae) in the Gulf of California. J. Herp. 22(3):365-367.
- Walker, J.M.; Trauth, S.E.; Cordes, E. y Britton, J.M. 1986. *Cnemidophorus laredoensis*. Herp. Rev. 17(1):26-27.
- Ward, J.P. 1984. Relationships of Chrysemid turtles of North America (Testudines: Emydidae). Spec. Pub. Mus. Texas Tech. Univ. (21):1-50.
- Waxsorman, A.O. 1970. Chromosomal studies of the pelobatidae (Salientia) and some instances of ploidy. Southwatr. Nat. 15(2):239-248.
- Webb, R.G. 1960. Notes on some amphibians and reptiles from Northern Mexico. Trans. Kansas Acad. Sci. 43(4):289-298.
- Webb, R.G. 1962. A new species of frog (genus *Tomodactylus*) from Western Mexico. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15(3):175-181.
- Webb, R.G. 1967. Variation and distribution of the iguanid lizard *Sceloporus bulleri*, and the description of a related new species. Copeia 1967(1):202-213.
- Webb, R.G. 1968. The Mexican skink *Eumeces lynx* (Squamata, Scincidae). Publ. Michigan St. Mus., Biol. Ser. 4(1):1-28.
- Webb, R.G. 1969. Variation, status, and relationship of the iguanid lizard *Sceloporus shannonum*. Herpetologica 25(4):300-307.
- Webb, R.G. 1976. A review of the garter snake *Thamnophis elegans* in Mexico. Cont. Sci. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. (284):1-13.
- Webb, R.G. 1977. Comments on snakes of the genus *Geophis* (Colubridae) from the Mexican states of Durango and Sinaloa. Southwatr. Nat. 21(4):548-551.
- Webb, R.G. 1978. A systematic review of the Mexican frog *Rana sierramadrensis* Taylor. Cont. Sci. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. (300):1-13.
- Webb, R.G. 1978. A review of the Mexican garter snake *Thamnophis cyrtopsis postremus* Smith with comments on *Thamnophis vicinus* Smith. Cont. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus. (19):1-13.
- Webb, R.G. 1980. *Thamnophis cyrtopsis* (Kennicott) black-necked garter snake. Cat. Amer. Amph. Rept. (245):1-4.
- Webb, R.G. 1982. Taxonomic status of some Neotropical garter snakes (genus *Thamnophis*). Bull. Southern California Acad. Sci. 81(1):26-40.

Aptaxidae 4

- Webb, R.G. 1982. *Ninia smaragdina*. Herp. Rev. 13(1):24.
- Webb, R.G. 1982. Distributional records for mexican reptiles. Herp. Rev. 13(4):132.
- Webb, R.G. 1988. Type and type locality of *Sceloporus potunzei* Baird and Girard (Sauria: Iguanidae). Texas J. Sci. 40(4):407-415.
- Webb, R.G. 1988. Frogs of the *Rana tarahumara* group in Eastern Mexico. Occ. Pap. Mus. Texas Tech Univ. (121):1-15.
- Webb, R.G. y Baker, R.H. 1969. Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. An. Inst. Biol. Univ. Nat. Auton. Mexico Ser. Zool 40(1):139-151.
- Webb, R.G. y Baker, R.H. 1984. Terrestrial vertebrates of the cerro Mohinora region, Chihuahua. Southwest. Nat. 29(2):243-246.
- Webb, R.G. y Fugler, C.M. 1957. Selected comments on amphibians and reptiles from the Mexican State of Puebla. Herpetologica 13(1):33-36.
- Webb, R.G. y Hensley, M. 1959. Notes on reptiles from the Mexican state of Durango. Publs. Michigan St. Mus., Biol. Ser. 1(6):251-258.
- Wellman, J. 1959. Notes on the variation in and distribution of the Mexican ocolubrid snake *Coniophanes lateralis*. Herpetologica 15(3):127-128.
- Wellman, J. 1963. A revision of snakes of the genus *Conopsis* (family colubridae from Middle America. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15(6):251-295.
- Werler, J.E. y Smith, H.M. 1952. Notes on a collection of reptiles and amphibians from Mexico, 1951-1952. Texas J. Sci. 4(4):551-573.
- Williams, E.E. 1989. A critique of Guyer and Savage (1986): cladistic relationships among anoles (Sauria: Iguanidae): are the data available to reclassify the anoles. In Woods, C.A. (ed). Biogeography of the West. Sanhill Crane Press, Gainesville, Florida pp 433-478.
- Williams, K.L. 1978. Systematics and natural history of the American milk snake, *Lampropeltis triangulum*. Pub. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus. (2):1-258.
- Williams, K.L., Chrapliwy, P.S. y Smith, H.M. 1959. A new fringe-footed lizard (*Uma*) from Mexico. Trans. Kansas Acad. Sci. 62(2):166-172.
- Williams, K.L., Smith, H.M. y Chrapliwy, P.S. 1960. Turtles and lizards from Northern Mexico. Trans. Illinois Acad. Sci. 53(1/2):36-45.
- Williams, K.L. y Wilson, L.D. 1966. Noteworthy mexican reptiles in the Louisiana State University Museum of Zoology. Proc. Louisiana Acad. Sci. 28:127-130.
- Wilson, L.D. 1982. A review of the ocolubrid snakes of the genus *Tantilla* of Central America. Contr. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus. (52):1-77.
- Wilson, L.D. 1982. *Tantilla*. Cat. Amer. Amph. Rept. (307):1-4.
- Wilson, L.D. 1983. A new species of *Tantilla* of the *taeniata* group from Chiapas, Mexico. J. Herp. 17(1):54-59.
- Wilson, L.D. 1987. *Geagras* Cope. *Geagras redimius* Cope. Cat. Am. Amph. Rept. (430):1-2.
- Wilson, L.D. y McCranie, J.R. 1982. A new cloud forest *Anolis* (Sauria: Iguanidae) of the *schiedei* group from Honduras. Trans. Kansas Acad. Sci. 85(3):133-141.
- Wilson, L.D. y McCranie, J.R. 1979. Notes on the herpetofauna of two mountain ranges in Mexico (Sierra Fria, Aguascalientes and Sierra Morones, Zacatecas). J. Herp. 13(3):271-278.
- Wilson, L.D., McCranie, J.R. y Parris, L. 1977. Taxonomic notes on *Tantilla* (Serpentes: Colubridae) from tropical America. Bull. Southern Calif. Acad. Sci. 76(1):49-56.

- Wilson, L.D. y Mens, C.E. 1969. Systematics of the *melanocephala* group of the colubrid snake genus *Tamilla*. San Diego Soc. Nat. Hist. Mem. (11):1-58.
- Wilson, L.D. y Meyer, J.R. 1971. A revision of the *taeniata* group of the colubrid snake genus *Tamilla*. Herpetologica 27(1):11-40.
- Wilson, L.D. y Meyer, J.R. 1981. Systematics of the *calamariae* group of the colubrid snake genus *Tamilla*. Cont. Biol. Geol. Milwaukee Pub. Mus. (42):1-25.
- Woodall, H.T. 1941. A new mexican salamander of the genus *Oedipus*. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan (444):1-4.
- Wright, J.W. 1967. A new uniparental whiptail lizard (genus *Cnemidophorus*) from Sonora, Mexico. J. Arizona Acad. Sci. 4(3):185-193.
- Yanev, K.P. 1980. Biogeography and distribution of three parapatric salamander species in coastal and borderland California. In Power, D.M. (ed). The California islands: Proceedings of a multidisciplinary symposium pp:531-550.
- Zweifel, R.G. 1954. A new frog of the genus *Rana* from Western Mexico with a key to the Mexican species of the genus. Bull. So. Calif. Acad. Sci. 53(3):131-141.
- Zweifel, R.G. 1954. Notes on the distribution of some reptiles in Western Mexico. Herpetologica 10(3):145-149.
- Zweifel, R.G. 1955. Ecology, distribution, and systematics of frogs of the *Rana boylei* group. Univ. Calif. Pub. Zool. 54(4):207-292.
- Zweifel, R.G. 1956. A survey of the frogs of the *augusti* group genus *Eleutherodactylus*. Am. Mus. Novit. (1813):1-35.
- Zweifel, R.G. 1957. A new frog of the genus *Rana* from Michoacán, Mexico. Copeia 1957(2):78-83.
- Zweifel, R.G. 1959. Variation in and distribution of lizards of Western Mexico related to *Cnemidophorus sacki*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 117(2):57-116.
- Zweifel, R.G. 1959. The provenience of reptiles and amphibians collected in Western Mexico by J.J. Major. Am. Mus. Novit. (1949):1-9.
- Zweifel, R.G. 1959. Additions to the herpetofauna of Nayarit, Mexico. Am. Mus. Novit. (1953):1-13.
- Zweifel, R.G. 1961. Relationships of two whiptail lizards (genus *Cnemidophorus*) in Western Mexico. Copeia 1961(1):98-103.
- Zweifel, R.G. y Norris, K.S. 1955. Contribution to the herpetology of Sonora, Mexico. Am. Mid. Nat. 54(1):230-249.