



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA DE
OAXACA, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

LUIS ENRIQUE SOSA CABALLERO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ERICK ALEJANDRO GARCÍA TREJO



MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Sosa
Caballero
Luis Enrique
58 10 37 60
Universidad Nacional Autónoma de
México
Facultad de Ciencias
Biología
307200413

2. Datos del tutor

Dr.
Erick Alejandro
García
Trejo

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Óscar Alberto
Flores
Villela

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Fausto Roberto
Méndez
De la Cruz

5. Datos del sinodal 3

Dr.
César Antonio
Ríos
Muñoz

6. Datos sinodal 4

Dr.
José Luis
Gutiérrez
Salinas

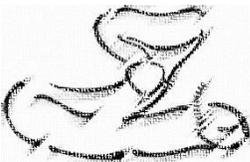
7. Datos del trabajo escrito

Patrones de distribución y estado
de conservación de la herpetofauna
de Oaxaca, México
79 p
2015



*“El amor por todas las criaturas vivientes
es el más noble atributo del hombre.”*

C. Darwin



Esta investigación se llevó a cabo en la Unidad de Informática para la Biodiversidad, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM, bajo tutela del Dr. Erick Alejandro García Trejo.

Parte de esta investigación también fue realizada en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, UNAM, a cargo del Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza.

Así como, este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero de la beca PAPIIT a través del proyecto que lleva por nombre *Patrones geográficos de la diversidad de aves de las zonas montañosas de Mesoamérica* (IN 217212) otorgada por la DGAPA-UNAM y dirigido por el Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza.

Agradecimientos

A cada uno de mis sinodales, ya que con sus comentarios hicieron de este trabajo algo mejor, por su experiencia plasmada en cada observación y por aceptar ser parte del jurado. Al Dr. Oscar Alberto Flores Villela, Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz, Dr. César Antonio Ríos Muñoz y al Dr. José Luis Salinas Gutiérrez por sus grandes aportaciones para poder concluir de la mejor manera este proyecto.

Especialmente quiero agradecer a mi tutor Dr. Erick Alejandro García Trejo por darme la oportunidad de trabajar con él, justo cuando más perdido me sentía. Gracias por la paciencia, por una nueva oportunidad para cumplir objetivos, por el conocimiento que me dejas, por las horas de tu tiempo en la oficina, pero sobre todo por ser una gran persona conmigo. Hoy puedo decir: no te defraudé.

También con un especial agradecimiento al Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza y al Biol. Alejandro Gordillo Martínez por brindarme apoyo y darme la oportunidad de iniciarme en un ámbito profesional en el museo. Gracias a la M. en C. Claudia Renata Gutiérrez Arellano que hizo posible la elaboración de este trabajo, a través del curso sobre modelos de nicho ecológico, que forma una parte muy importante dentro del análisis y resultados del proyecto, así como toda la ayuda extra para mejorar el trabajo.

Por su apoyo, comprensión y todo su cariño, a mis papás gracias. Que desde siempre me han enseñado a ser una mejor persona, que todo el esfuerzo de muchos años queda plasmado aquí y es gracias a ustedes; por toda su experiencia y darme el conocimiento para enfrentar la vida. A mis hermanos, Caro y José, por ser un ejemplo de perseverancia y éxito, por ser mi ejemplo de vida a través de los años. Gracias a Megan, uno de los motivos que me mantuvo en el camino y que me mantendrá aún. Gracias a ellos, que aunque a veces no entendían mi lenguaje de biólogo, siempre me apoyaron y me motivaron para continuar en esta larga y diferente aventura, gracias por creer. Con mención especial a mis abuelos, que me han enseñado como el trabajo, el esfuerzo y la dedicación te hacen sobresalir en un ambiente difícil.

A todas aquellas personas que han estado en el transcurso de mi formación académica, sobre todo aquellos profesores que en campo, laboratorio y en el aula me dejaron todo el conocimiento necesario para enfrentar la profesión, pero sobre todo a los que me han ofrecido todo su apoyo y amistad durante este tiempo.

A todos los amig@s que siempre me han acompañado desde la prepa y pude confirmar que se han convertido en compañeros de vida; además de l@s amig@s de la facultad que tuve la fortuna de conocer y con los que en poco tiempo pude compartir horas de clases a pesar de los horarios, aventuras en campo buscando bichos, además de todas las reuniones fuera de la facultad, y que con el pasar de los días me demostraron que aún existen personas en quien puedes confiar y formar un lazo importante de amistad. A cada uno de ellos que siempre han estado conmigo y me brindaron siempre una palabra sincera, por cada consejo en los momentos difíciles, académicos y personales. Gracias por su paciencia, tiempo y por formar parte de este gran recorrido, pero sobre todo gracias por su tan valiosa amistad.

Termina un ciclo, enriquecido por todas y cada una de las personas que con conocimientos, amistad y todo su cariño, formaron parte del camino, que aunque largo, concluye de la mejor manera. Sincera y afectuosamente, gracias a todos.

¡Orgullosamente Facultad de Ciencias!

¡Orgullosamente UNAM!

ÍNDICE

	Pág
1. Resumen	1
2. Introducción	2
2.1 Diversidad de anfibios y reptiles en México.....	2
2.2 Pérdida de diversidad y estrategias de conservación.....	3
3. Antecedentes	7
3.1 Anfibios y reptiles en México.....	7
3.2 Herpetofauna de Oaxaca: diversidad y conservación.....	10
4. Objetivos	13
4.1 Objetivo general.....	13
4.2 Objetivos particulares.....	13
5. Métodos	14
5.1 Área de estudio.....	14
5.2 Fuentes de información y bases de datos.....	15
5.3 Análisis de diversidad y caracterización.....	15
5.4 Patrones de distribución y endemismo.....	16
5.5 Modelos de Distribución de Especies (MDE).....	16
5.6 Riqueza de especies y Áreas Naturales Protegidas (ANP's).....	17
6. Resultados	18
6.1 Diversidad y caracterización de anfibios y reptiles.....	19
6.1.1 NOM-059 SEMARNAT 2010.....	20
6.1.2 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).....	22
6.1.3 Convención Internacional para el Tráfico de Especies en Peligro (CITES).....	24
6.1.4 Estatus de endemismo.....	25
6.2 Distribución y Provincias Biogeográficas.....	29
6.3 Distribución potencial y riqueza de especies.....	34
6.4 Riqueza de especies y Áreas Naturales Protegidas (ANP's).....	36
7. Discusión	39
7.1 Diversidad herpetofaunística y categorías de riesgo.....	39
7.2 Patrones de distribución en provincias biogeográficas.....	43
7.3 Distribución potencial y riqueza de especies.....	46
7.4 Conservación y Áreas Naturales Protegidas.....	48
8. Conclusión	54
9. Literatura citada	55
10. Anexo 1	66

Índice de Figuras

Figuras	Pág
Figura 1. Mapa de Provincias Biogeográficas de Oaxaca.....	10
Figura 2. Climas presentes en el estado de Oaxaca de acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por García (1997).....	14
Figura 3. Mapa de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas federales y estatales.....	18
Figura 4. Porcentaje de herpetofauna presente en Oaxaca del total en México, porcentaje total de anfibios y reptiles de Oaxaca.....	19
Figura 5. Porcentaje de especies de anfibios y porcentaje de especies de reptiles presentes en Oaxaca del total en México.....	19
Figura 6. Número total de especies de herpetofauna en Oaxaca por categoría IUCN.....	22
Figura 7. Número de especies de anfibios y número de especies de reptiles por categoría IUCN.....	23
Figura 8. Número de especies de anfibios y reptiles en Oaxaca por categoría CITES.....	24
Figura 9. Número de especies de anfibios y reptiles endémicos a México y Endémicos a Oaxaca.....	25
Figura 10. Porcentaje de anfibios y reptiles endémicos a Oaxaca del total de especies presentes en el estado.....	25
Figura 11. Número de especies de anfibios y reptiles endémicas a Oaxaca y categoría NOM-059.....	27
Figura 12. Mapa de Provincias Biogeográficas de Oaxaca y distribución por registros de especies de anfibios dentro del estado.....	30
Figura 13. Número de especies de anfibios por provincia biogeográfica del estado de Oaxaca...	31
Figura 14. Mapa de Provincias Biogeográficas de Oaxaca y distribución por registros de especies de reptiles dentro del estado.....	32
Figura 15. Número de especies de reptiles por provincia biogeográfica del estado de Oaxaca....	33
Figura 16. Distribución potencial de especies de anfibios y reptiles del estado de Oaxaca, y suma de ambos grupos.....	35
Figura 17. Riqueza de especies de anfibios de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales decretadas para el estado.....	37
Figura 18. Riqueza de especies de reptiles de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales decretadas para el estado.....	38

Índice de Cuadros

Cuadro	Pág
Cuadro 1. Riqueza y porcentajes, de familias y géneros de anfibios y reptiles en México y Oaxaca...	20
Cuadro 2. Número de especies de anfibios y reptiles por clase, orden y familia, por categoría NOM 059.....	21
Cuadro 3. Número de especies de anfibios y reptiles, clase y orden por categoría IUCN.....	24
Cuadro 4. Especies de anfibios y reptiles de acuerdo a clase, orden, familia y género por categoría CITES.....	25
Cuadro 5. Número de especies endémicas a Oaxaca por clase, orden y familia.....	26
Cuadro 6. Número de especies endémicas a Oaxaca por familia de anfibios y reptiles, y Categoría NOM-059 SEMARNAT 2010.....	28
Cuadro 7. Número de especies endémicas de anfibios de Oaxaca por familia y categoría IUCN.....	29
Cuadro 8. Número de especies de anfibios y reptiles endémicas a México presentes en Oaxaca y número de especies de Oaxaca en cada provincia biogeográfica del estado.....	34
Cuadro 9. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales decretadas para el estado de Oaxaca, así como la categoría asignada y superficie total en hectáreas.....	36

1. RESUMEN

La riqueza de especies en el estado de Oaxaca se considera la mayor dentro del país, es el primer estado en diversidad y una de las zonas de mayor interés biológico. La tasa actual de pérdida de biodiversidad desafía a los investigadores para desarrollar modelos predictivos de distribución de especies que resumen entre otras cosas, importancia ecológica, procesos evolutivos, así como proporcionar recomendaciones sobre las medidas de conservación, que pueden ser asimiladas fácilmente por los tomadores de decisiones. Se obtuvieron 459 especies de anfibios y reptiles, 41 familias y 139 géneros. Para las categorías de riesgo y comercio, se consideró la NOM-059 SEMARNAT-2010 y 220 especies en alguna de sus categorías, además la IUCN y 390 especies dentro de sus categorías y en CITES sólo 14 especies se encuentran en algún apéndice. El número de especies endémicas de anfibios y reptiles para el estado es de 107 siendo el de mayor número para el país. Los patrones de distribución de acuerdo a las provincias biogeográficas y los registros de especies, mostró que las provincias del Pacífico, Golfo de México, Sierra Madre del Sur y Oaxaca, sobresalen con el mayor número de especies presentes de anfibios y reptiles, así como de especies endémicas. Se obtuvieron mapas de distribución potencial de la herpetofauna del estado, a través de modelos de distribución de especies (MDE), donde la zona del Istmo hacia la región del Pacífico es la zona de mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles, así como gran parte de la Sierra Madre del Sur. Oaxaca cuenta con 14 Áreas Naturales Protegidas (ANP's) tanto federales como estatales, siendo los de mayor riqueza: Parque Ecológico Regional del Istmo, Parque Nacional Benito Juárez, Monumento Natural Yagul y el Santuario Playa de Escobilla. La conservación de anfibios y reptiles, y en general de otros grupos, requieren de mayores esfuerzos en la investigación biológica, que puedan sustentar las propuestas de ANP's, como lo es la conectividad entre áreas, la complementariedad, así como el incremento en la extensión de algunos polígonos o en algunos casos la implementación de nuevas áreas. Además la inclusión de estudios a niveles locales o regionales que representen y describan de mejor manera la gran riqueza herpetofaunística del estado y con ello generar estrategias de conservación ante los efectos futuros directos a los que están expuestos tanto los anfibios como los reptiles, como lo son el cambio climático, cambio de uso de suelo, degradación de hábitats y enfermedades emergentes.

Palabras clave: herpetofauna, modelos de distribución de especies, conservación, ANP's

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Diversidad de anfibios y reptiles en México

La diversidad biológica es por definición la variedad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006). La riqueza y diversidad de especies son propiedades emergentes de las comunidades biológicas, útiles para determinar su distribución y presencia, para evaluar sus respuestas a las perturbaciones ambientales y plantear escenarios contemporáneos de conservación (Bojorges-Baños, 2011). De esta manera, también puede funcionar como una medida útil para reconocer la estructura de comunidades y describir la causa de esta riqueza y la diferenciación de distintos grupos biológicos en el espacio y tiempo (Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista, 2012). Los estudios sobre la diversidad de las comunidades suelen referirse principalmente a la riqueza de especies, además de información adicional, por ejemplo, la abundancia, diversidad de gremios o de algún índice de la estructura de la comunidad puede permitir una descripción más completa y detallada (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2012).

La biodiversidad que se encuentra en México ha sido mejor estudiada y por lo tanto mejor documentada, incrementándola a través de los últimos años, por esto se considera entre los países megadiversos (Casas-Andreu *et al.*, 2004). Es una de la regiones con más riqueza en endemismos y de importancia para la conservación de especies de vertebrados terrestres (García *et al.*, 2013). Asimismo, la riqueza biológica presente en México es un producto combinado de diversos factores, entre ellos la gran variación de topografía y climas que se pueden encontrar en su superficie. A esto se suma la compleja historia geológica, en particular en el sureste del país, lo que se conoce como Núcleo Centroamericano (Flores-Villela y Gérez, 1994).

En relación a los anfibios y reptiles, el incremento en el número de especies de anfibios y reptiles registrados para México ha sido relativamente lento desde la década de los cincuentas, pero ha aumentado en la última década (Flores-Villela y Goyenechea, 2003). Aunque se tiene una larga tradición herpetológica en la investigación, algunas partes del país sufren la falta de exploración, por lo que hay grandes lagunas en el conocimiento de la herpetofauna (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2014).

En México los anfibios y reptiles tienen un alto grado de endemismo y una alta cantidad de especies, 1,240. Sin embargo, al graficar el incremento de las especies de

herpetofauna, las curvas todavía tienen una pendiente positiva, por lo que se puede esperar que en el futuro se seguirán describiendo especies para el país (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). Por ello, además de sus características biológicas, es un grupo ideal para los estudios de patrones de diversidad (Ochoa-Ochoa, 2006).

Uno de los fenómenos naturales más interesantes para muchos investigadores es la diversidad de especies y su distribución a lo largo del planeta (Villalobos y Rangel, 2014). De la misma manera, ha sido uno de los retos más interesantes de la ecología y la biogeografía desde sus orígenes, así como conocer sus áreas de distribución. En su definición más simple y aceptada, el área de distribución es el espacio geográfico que ocupa una especie (Ochoa-Ochoa, 2006).

La distribución geográfica de todos los organismos tiene influencia de factores ambientales que influyen de manera irregular y dependen de la escala espacial de acción (Gutiérrez-Arellano, 2012). Las especies presentan patrones de distribución discontinuos producto de la variación espacial en las condiciones ambientales que determinan la calidad de sus hábitats (Santos y Telleria, 2006)

Un primer paso para el descubrimiento de patrones de distribución geográfica de los taxones es evaluar la cantidad de datos con los que se cuenta, así como la identificación de áreas de alta riqueza específica, ya que se registró que el esfuerzo de muestreo, incluso cuando no es equitativo en todas las áreas, no oscurece completamente los patrones geográficos (Escalante *et al.*, 2002).

La distribución geográfica de la herpetofauna mexicana no es homogénea (García *et al.*, 2013), por lo que cada vez hay más evidencia de que especies de anfibios y reptiles, son particularmente vulnerables a las alteraciones en la cubierta de la vegetación a lo largo de las fronteras de los cuerpos de agua (Gonzales-Trujillo *et al.*, 2014). Alrededor de más de la mitad de la herpetofauna de México es muy vulnerable a los cambios, no sólo biológicos como la cobertura vegetal sino a los físicos como el cambio climático, entre otros (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006).

2.2 Pérdida de diversidad y estrategias de conservación

Recientemente, la atención de los investigadores hacia la ecología de las comunidades biológicas incrementa, así como el efecto que tienen los cambios en sus ambientes (Rendón *et al.*, 1998). Los procesos de deterioro ambiental ocasionados por el

incremento de la población y sus actividades han provocado una reducción en esta diversidad biológica que con el tiempo cobra mayor importancia (Luna, 2008). Además, las evaluaciones de los futuros cambios globales predicen que la biodiversidad seguirá en disminución (Faleiro *et al.*, 2013).

El crecimiento demográfico provoca muchas amenazas a la biodiversidad, así como los cambios globales, sobreexplotación, contaminación e introducción de especies invasoras (Faleiro *et al.*, 2013). Si una proporción substancial de la biodiversidad mundial actual debe protegerse y conservarse, los estudios detallados de especies individuales necesitarán ser remplazados por métodos que evalúen valores de conservación de ecosistemas completos (Grehan, 1993)

Una de las estrategias más utilizadas en la conservación a nivel nacional e internacional es el decreto de áreas protegidas delimitadas con diversos objetivos. Sin embargo, la conservación biológica en áreas protegidas ha sido insuficiente para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad, debido a que no tienen a todas las especies de interés y algunas no son suficientemente grandes para mantener poblaciones viables (Luna, 2008). De esta manera, la mayoría de los sistemas terrestres han sido identificados como importantes para la biodiversidad en uno o varios esquemas de priorización global (Venter *et al.*, 2014). Las concentraciones de especies endémicas son utilizadas de manera frecuente para determinar las prioridades de conservación (Peterson y Navarro-Sigüenza, 1999).

La tasa actual de pérdida de biodiversidad y conservación de especies, desafía a los investigadores para desarrollar nuevas herramientas que resuman la importancia ecológica, procesos evolutivos, así como para proporcionar recomendaciones sobre medidas de conservación que pueden ser asimiladas fácilmente por los tomadores de decisiones (Brum *et al.*, 2013). Estos cambios drásticos en la diversidad biológica también generan cambios en la información que se tiene para abordar temas como los patrones espaciales, así como las cuestiones relacionadas con las ecología de las especies (Soberón y Peterson, 2004).

De tal manera que han surgido nuevas aplicaciones que hacen uso de la información ya recabada, pertenecientes al campo emergente denominado Bioinformática. La bioinformática es un área interdisciplinaria que desarrolla y utiliza tecnologías de información y comunicación en los procesos de generación, procesamiento y divulgación de información para apoyar la conservación de la biodiversidad (Mata y Mata, 2006);

además de que actualmente también es aplicado a la genómica y proteómica. Es por eso que se ha utilizado el término Informática para la Biodiversidad, que incluye la aplicación de tecnologías para la gestión de la información, exploración algorítmica, análisis e interpretación de datos primarios, sobre todo en niveles de organización de las especies (Soberón y Peterson, 2004).

Las diferentes aplicaciones dentro de la informática para la biodiversidad pueden generar un análisis e interpretación diferente para las propuestas de conservación de la biodiversidad. Dentro de éstos, el uso de bases de datos y sistema de información geográfica (SIG) son de gran ayuda para la generación de procedimientos más finos para estudiar las biotas, pues representan facilidad y rapidez para combinar e interpretar mapas e información biológica sobre las regiones de interés, también facilitan el análisis espacial y temporal de áreas de documentación y proyección para la conservación (García-Trejo y Navarro, 2004). Desde la perspectiva de los SIG, es posible recopilar la información disponible e integrarla para apoyar el proceso de planeación, conservación y uso de la biodiversidad (Aguilar-Miguel *et al.*, 2009). La posibilidad de reunir grandes bases de datos, junto con las herramientas computacionales para analizarlas, actualmente está incrementando tanto el valor de las colecciones, los museos y el trabajo de los taxónomos en el mundo como de otras disciplinas que dependen de este tipo de información (Escalante *et al.*, 2002).

En los análisis de áreas se han utilizado de manera tradicional registros individuales. Uno de los problemas que se presentan es cuando la información de algunas especies es muy poca, pues podría estar sesgando el análisis por falta de información que tal vez no se encuentre disponible por tratarse de especies no comunes o porque habitan en localidades de difícil acceso (Rojas *et al.*, 2003). Para evitar este sesgo por la falta de datos, es posible añadir una herramienta de predicción para evaluar su distribución (Ríos-Muñoz, 2006). De tal manera, que además de los registros puntuales en las diferentes localidades, es necesario incluir otros aspectos que estén relacionados directamente con las especies, por lo que el modelado de nicho ecológico representa una herramienta que puede aportar mayor información sobre la probable distribución de éstas.

El modelado de nicho ecológico (MNE) representa uno de los diferentes métodos que se ha utilizado ampliamente en los últimos años para una gran cantidad de propósitos, entre ellos mapear la probable distribución de las especies, a través de diferentes requerimientos ecológicos (Yáñez-Arenas *et al.*, 2014), además de ser útiles

para anticipar algunos de los cambios impulsados por el cambio climático o incluso para poder generar hipótesis sobre la vida en el pasado a través del registro fósil (Davis *et al.*, 2014); por lo que ha mostrado flexibilidad y conveniencia para maximizar los recursos disponibles en el estudio de la distribución de especies en distintas áreas (Sahagun *et al.*, 2012). Por otro lado, los modelos de distribución de especies (MDE) intentan generar predicciones detalladas de las distribuciones, relacionan la presencia de las especies con las condiciones ambientales y en algunos casos estiman los efectos potenciales en la distribución de las especies, tomando en cuenta que los resultados obtenidos son distribuciones potenciales de las especies y no la distribución real (Peterson y Soberon, 2012).

Con estos modelos la distribución proporciona a los investigadores una herramienta innovadora para explorar diversos escenarios en ecología, evolución y conservación (Elith *et al.*, 2006). Los modelos del área de distribución de las especies, que recientemente tienen mucha difusión, abarcan una serie de métodos con características en común, pero con funcionamiento diferente (Ochoa-Ochoa, 2006). Por lo tanto, la incorporación de los modelos de distribución de especies en la conservación, pueden revelar patrones que podrían ser muy diferentes de la perspectiva tradicional de los biomas naturales, y podría integrar las actividades humanas en una sola vista del sistema ecológico (Brum *et al.*, 2013). De tal manera, que la utilización de éstos modelos predictivos de distribución presentan la ventaja de que podrían llenar los huecos que existen debido a un muestreo incompleto (Ríos-Muñoz, 2006) y por lo tanto un posible acercamiento a la distribución de las especies.

Existen distintos algoritmos robustos para realizar proyecciones de distribución; algunos de los más utilizados son Bioclim (Nix 1986), GARP (Stockwell y Peters 1999, Peterson 2001) y MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006; Sahagun *et al.*, 2013). Los modelos funcionan con base en una relación entre especies conocidas y variables climáticas en una región, luego está relación se utiliza para identificar otras regiones donde las especies pueden habitar o en algunos casos proyectar los cambios potenciales a futuro. (Beaumont *et al.*, 2008). El estudio de diversidad con base en las diferencias entre taxones proporciona elementos para planear su conservación y modelar cambios antropogénicos actuales o potenciales a través de la deforestación o el cambio climático global (Rose y Grainger, 2003).

Actualmente, los modelos de las áreas de distribución tiene un sinnúmero de aplicaciones entre las que destacan la predicción de posibles rutas de invasión de las especies exóticas, la detección de enfermedades y la propagación de plagas entre otras (Ochoa-Ochoa, 2006). Su uso permite que las propuestas de conservación sean específicas y se obtengan patrones de riqueza así como de endemismo con mayor precisión (Ríos-Muñoz, 2006). Por lo que, estos modelos, comúnmente utilizados para evaluar el impacto climático, indican que el cambio climático puede dar lugar a cambios sustanciales en la distribución de especies (Beaumont *et al.*, 2008).

Este trabajo tiene como objetivo analizar la diversidad de la herpetofauna presente en el estado de Oaxaca a través de patrones de distribución de las especies, el nivel de endemismos y el grado de conservación actual. Además, complementar los esfuerzos en investigación para los anfibios y reptiles, así como un grado de protección para las especies por medio de las Áreas Naturales Protegidas y otras estrategias que permitan un grado de conservación mayor.

3. ANTECEDENTES

3.1 Anfibios y reptiles en México

La gran diversidad presente en México se puede expresar en flora y fauna, con base a todos los estudios enfocados a diferentes especies, así como a su conservación y aspectos biogeográficos. El estudio de los diferentes grupos de vertebrados a lo largo del tiempo generó interés por los investigadores y diversos grupos de mayor relevancia en la investigación.

A partir de 1800 ya se tenían avances en los estudios sobre la herpetofauna en México, y sin duda son la base de algunas otras investigaciones, que incluye las actuales. Uno de los primeros trabajos es el de Wiegmann (1834), en el cual se realizó una de las primeras listas taxonómicas de anfibios y reptiles para México. Además, una base para estudios herpetofaunísticos es el que realizó Dugés (1889), con algunas notas sobre descripción de especies.

A inicios de los años 90, el auge en el estudio de vertebrados, particularmente de anfibios y reptiles, creció considerablemente para México, Flores-Villela (1991) realizó un estudio sobre la distribución de la herpetofauna en México, tomando en cuenta los registros de especies hasta ese momento, así como los sitios de mayor interés dentro del

país para la conservación. Mientras que dos años después Flores-Villela (1993) realiza una de las primeras listas anotadas de anfibios y reptiles de México, incluyendo cambios taxonómicos así como nuevas especies descritas, convirtiéndose en un estudio base en el conocimiento de la riqueza de estos grupos.

Liner (1994) realiza un estudio donde menciona los nombres científicos y comunes de los anfibios y reptiles de México, como una ayuda para los investigadores nacionales e internacionales, pues se encuentra en inglés y español. En el mismo año, Flores-Villela y Gerez (1994) elaboran un trabajo donde se retoman puntos importantes en la conservación de fauna, flora y suelo del país, incluyendo al grupo de anfibios y reptiles.

Para los siguientes años, con la aportación de la descripción de nuevas especies, registros y estudio en nuevas áreas, fue necesaria la organización de esta información, por lo que Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) realizaron una de las primeras modificaciones a las listas de herpetofauna de México con nuevos datos y con la recopilación de los trabajos pasados, teniendo gran importancia en los avances hasta ese momento, donde incluso algunos trabajos actuales se han basado aún en este trabajo.

Flores-Villela y Ochoa-Ochoa (2006) realizan uno de los pocos trabajos incluyendo a todo el país, donde mencionan como el uso de bases de datos de colecciones científicas pueden ayudar a mejorar la búsqueda de planes de manejo, así como considerar estos análisis como una primera aproximación estadística y detallada de la riqueza y distribución de anfibios y reptiles en el país. Posteriormente, muchos de los trabajos sobre la herpetofauna del país enfocaban sus esfuerzos en el conocimiento de esta diversidad a nivel estatal o regional, a través de la descripción de nuevas especies, así como nuevos registros en algunos sitios, además de listados más completos para estados y localidades, de tal manera que la mayoría destaca el grado de conservación que muchos sitios tienen y particularmente los que requieren mayor protección.

La conservación de anfibios y reptiles, así como las diferentes herramientas para tomar las mejores decisiones, aumenta con los años. Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010) mencionan que la región sureste no cuenta con un plan de áreas protegidas adecuado para la conservación de la herpetofauna, así como la relación de los diferentes tipos de vegetación presentes que podrían generar mejores polígonos correspondientes a éste tipo de áreas. Sigala-Rodríguez y Greene (2009) en su trabajo sobre cambio de paisaje y prioridad de conservación, hace referencia especial en la herpetofauna de México y como la escala local debe tomarse de mejor manera y no sólo estatal o

municipal que sesgan la riqueza en algunos sitios y podría generar mejores estrategias de conservación.

Mientras tanto, Frías-Álvarez *et al.* (2010), hacen referencia a otro de los aspectos que afectan directamente a poblaciones de anfibios y por lo tanto al estado actual de conservación, así como sus tendencias poblacionales que se han modificado por diversos factores como enfermedades emergentes, radiación ultravioleta, contaminación, entre otros. Es por eso que la conservación de la herpetofauna ha incrementado en diferentes sitios, debido a la importancia del grupo, así como su relación con el cambio climático. Brum *et al.* (2013), menciona como los efectos del cambio climático en los anfibios del nuevo mundo generan una problemática importante en su conservación y con especial atención a las especies amenazadas y endémicas, de tal manera que hacen falta investigaciones a nivel local para poder sustentar de mejor manera el grado de conservación en diversas zonas. Tal es el caso de García *et al.* (2013), en el cual emplean 20 ecoregiones del oeste de México para evaluar la distribución de 29 anfibios endémicos, su probable distribución, cambios en el presente y en tres diferentes escenarios a futuro mediante el uso de modelos de nicho ecológico (MNE), para determinar los posibles impactos ante el cambio climático, además de generar propuestas para un mayor grado de conservación en las Áreas Naturales Protegidas.

Los últimos trabajos realizados sobre la herpetofauna de México, son los realizados por Parra-Olea *et al.* (2014) que hacen mención a la biodiversidad de anfibios en México, que hacen del país un área muy importante a nivel mundial. Por otro lado, Flores-Villela y García-Vázquez (2014) realizaron un análisis de la diversidad de reptiles presentes en México, además de una descripción del grupo, la diversidad de especies, familias y géneros, ambos estudios presentan a Oaxaca como el estado más diverso tanto en anfibios como reptiles, y detrás de él Chiapas y Veracruz. Por lo que se hace énfasis en la conservación de cada uno de éstos grupos, por su relevancia a nivel mundial y su afectación directa por las actividades antrópicas, así como su bajo interés de conservación. Aunado a esto, Ochoa-Ochoa *et al.* (2014), mencionan la correlación entre los patrones de riqueza y endemismo de anfibios y reptiles de México en los que la parte central y sur del país son áreas importantes para la aplicación de distintos métodos, entre ellos el uso de estas bases de datos para conocer los patrones en su distribución y su gran riqueza.

3.2 Herpetofauna de Oaxaca: diversidad y conservación

Oaxaca ha sido un territorio objeto de diversos estudios por investigadores nacionales y extranjeros (García *et al.*, 2004). Con respecto a fauna es el primer lugar en anfibios, reptiles y aves, y es una de las regiones con mayor número de endemismos (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004). Dentro del estado se incluyen un total de 7 Provincias biogeográficas según CONABIO (1997): Costa del Pacífico, Sierra Madre del Sur, Soconusco, Golfo de México, Oaxaca, Eje Volcánico y Depresión del Balsas (Fig. 1).

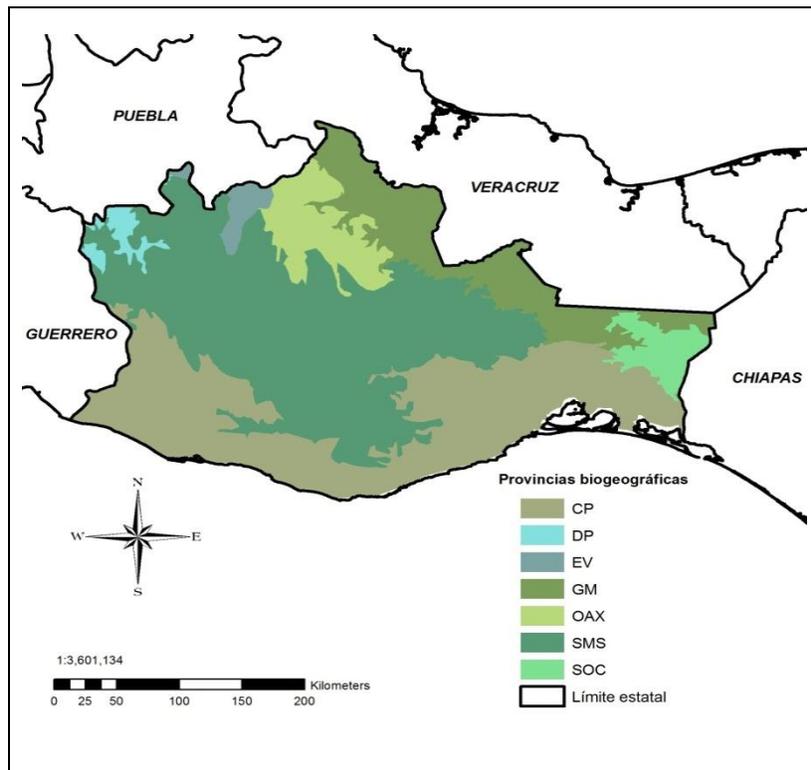


Fig. 1. Provincias Biogeográficas de Oaxaca. CP (Costa del Pacífico), SMS (Sierra Madre del Sur), SOC (Soconusco), GM (Golfo de México), OAX (Oaxaca), EV (Eje Volcánico), DB (Depresión del Balsas). EM (Endémico a México presente en Oaxaca).

El interés por los anfibios y reptiles y en particular su conservación, ha generado la realización de diversas investigaciones sobre la distribución y conservación de la herpetofauna en distintas áreas locales o a nivel de estatal. En Oaxaca, desde hace algunos años han incrementado los estudios sobre herpetofauna debido a que se considera el estado más diverso en éste grupo. En una revisión desde inicios del siglo

pasado, se tiene una gran cantidad de información sobre la herpetofauna dentro del estado, por ejemplo, Martínez Graciada (1891), realizó un catálogo de flora y fauna, además del trabajo de Velasco (1891) sobre geografía y estadística incluyendo algunos grupos de animales.

Posteriormente la investigación en Oaxaca y de herpetofauna continuó, y es por esto que en los años 1900, los principales trabajos para esta época son los realizados por Woodbury y Woodbury (1944) sobre serpientes en el estado y unos años después se publicó el trabajo para anfibios de Smith y Taylor (1948). Un año después Smith *et al.* (1949), realiza un estudio en la parte del Istmo de Tehuantepec y agrega algunas notas sobre anfibios y reptiles. Shannon (1951) realizó una contribución a algunas localidades del estado y otros lugares en México, con lo que el conocimiento sobre anfibios y reptiles incrementó, posteriormente Gelbach (1957) hace algo semejante en la zona de tierras altas de Oaxaca y Puebla, y con ello se incrementaron los registros para el estado. Mientras que Webb y Baker (1969), realizaron un trabajo sobre vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca, en el que incluyen varias especies de anfibios y reptiles.

En los años posteriores, fueron pocos los estudios realizados en Oaxaca. Fue hasta los años 90 que el interés por los anfibios y reptiles volvió a incrementar. Casas (1996), realiza una lista de la herpetofauna del estado de Oaxaca, así como la distribución en el estado; se dividió en 10 regiones herpetofaunísticas, las cuales se analizaron con diferentes criterios para posteriormente referir el estado de conservación de anfibios y reptiles haciendo énfasis en la diversa vegetación en el estado y que las actividades agrícolas contribuyen a su disminución. Rendón *et al.* (1998), registran el primer inventario para la comunidad de Santiago Jalahui, Oaxaca, encontraron 34 especies de anfibios y reptiles, además de ampliar el área de distribución de algunas especies y determinar nuevos registros para el estado

Peterson *et al.*, (2004) que realizan un trabajo sobre algunos grupos presentes en Cerro Piedra Larga en el estado de Oaxaca, tomando en cuenta vertebrados como mamíferos, aves, anfibios y reptiles, lo cual también incrementa el número de especies en el estado. Durante el mismo año, también se realiza el trabajo de Casas, *et al.*, (2004) donde se enfocan a la diversidad y estado de conservación de anfibios y reptiles de Oaxaca, además de generar uno de los últimos listados de especies.

En años posteriores, la investigación sobre herpetofauna de Oaxaca se ha enfocado principalmente a riqueza, distribución y/o ecología. Ejemplo de esto es el trabajo

de Castro (2011), quien se enfoca en el estado de conservación de la herpetofauna en la región de La Mixteca, Oaxaca, así como la distribución altitudinal y por tipos de vegetación, es un trabajo importante en el conocimiento de la zona por su riqueza. Otra investigación realizada por Martin-Regalado *et al.* (2011), registran 40 especies en la zona de Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, además de analizar las variaciones en microhábitat, tipo de vegetación y altitud. También para Oaxaca existen algunos estudios más recientes en los que se hace referencia a algunas de las especies que se han descrito en los últimos años y con distribución especialmente del norte del estado como el caso de Ramírez (2013) y García-Padilla y Mata-Silva (2014), hacen aún más grande la riqueza de especies.

De tal manera que el estudio de anfibios y reptiles sobresale en el ámbito del estudio de la biología de la conservación, por ser organismos que no se desplazan mucho dentro de su área de distribución. El último trabajo realizado para Oaxaca, con enfoque en distribución, conservación y diversidad de anfibios y reptiles es el de Mata-Silva *et al.*, (2015), que forma un importante eslabón para el conocimiento de la herpetofauna en esta zona.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Analizar los patrones de distribución y endemismo de la herpetofauna de Oaxaca, así como determinar su estado de conservación actual

4.2. Objetivos Particulares

Analizar la diversidad de herpetofauna del estado, así como caracterizarla de acuerdo con su categoría de riesgo NOM-059, IUCN y CITES.

Analizar los patrones de distribución de la diversidad y el endemismo de la herpetofauna, a partir de registros puntuales de presencia conocida.

Generar mapas de distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico, para identificar áreas prioritarias de conservación de la herpetofauna.

Determinar la situación actual de conservación con base en el análisis de las áreas naturales protegidas del estado y la distribución de la riqueza de anfibios y reptiles.

5. MÉTODOS

5.1 Área de estudio

Oaxaca ocupa un lugar privilegiado en el contexto de la biodiversidad de México y Mesoamérica. Cuenta con una superficie total de 93,757 km² (INEGI, 2015); es una entidad geopolítica en una zona geográficamente compleja, con multitud de climas y diferentes tipos de vegetación (Navarro *et al.*, 2004). Es uno de los estados con mayor variedad geológica, en sus montañas y valles se pueden observar los diferentes tipos de rocas que forman el sustrato (Centeno-García, 2004).

El resultado de esta complejidad orográfica en Oaxaca presenta un efecto en la diversidad climática, consecuencia de diferentes factores, como las distintas zonas térmicas, distribución desigual de la lluvia y el efecto espacial de los sistemas meteorológicos. Por lo que, se pueden encontrar climas cálidos, semicálidos, áridos, templados y semifríos (Trejo, 2004).

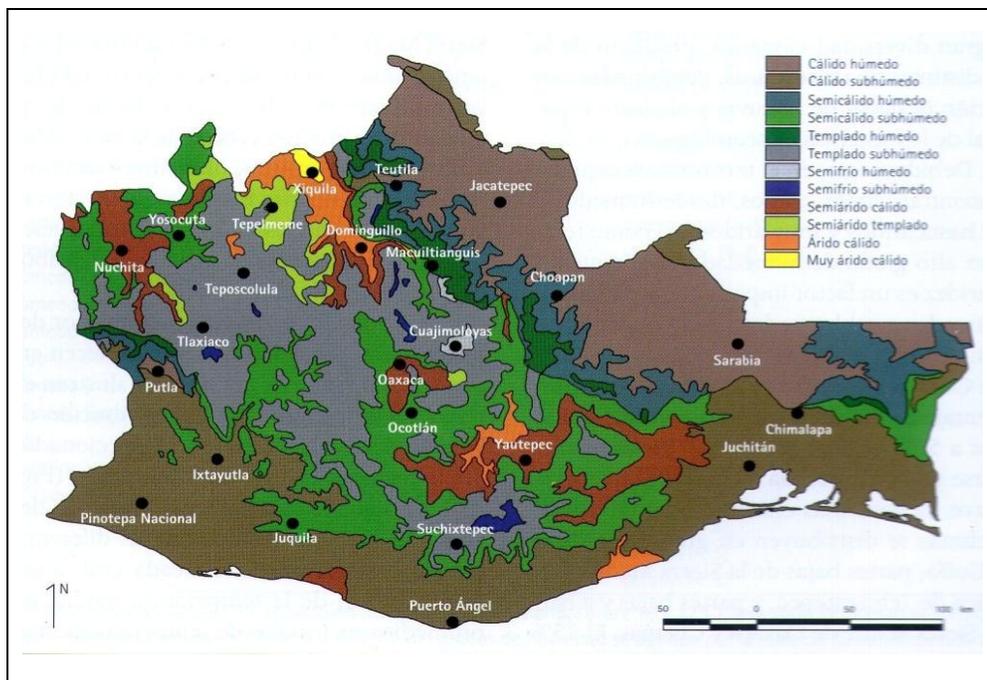


Figura 2. Climas presentes en el estado de Oaxaca de acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por García (1997). Tomado de Trejo, 2004. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 375-390.

La vegetación tiene una importante riqueza y diversidad biológica que representa diferentes asociaciones de plantas. De acuerdo con Palacio-Prieto (2000), aproximadamente un 70% de la cobertura vegetal está representada por seis tipos de vegetación: pinares, selva baja caducifolia, pastizal, selva alta perennifolia, encinares y bosque caducifolio. Con respecto a la fauna, ocupa el primer lugar en diversidad de anfibios y aves, y se ubica entre las regiones que contienen un mayor número de especies endémicas. Asimismo se encuentra se le ha ubicado anteriormente dentro de los tres estados con mayor diversidad mastofaunística del país (González-Pérez *et al.*, 2004).

5.2 Fuentes de información y bases de datos

Los registros de las especies de anfibios y reptiles del estado de Oaxaca se obtuvieron a través de Global Biodiversity Information Facility (GBIF). La información se recopiló y manejó con la gestión de base de datos MS Access (Microsoft Office 2010), la base de datos paso por el proceso de curación, es decir, análisis, interpretación e integración de la información taxonómica, curatorial y geográfica.

5.3 Análisis de diversidad y caracterización

Con la información de las bases de datos y de literatura se generó una lista de especies en el estado, con ella se realizó el análisis de la diversidad herpetofaunística, además de considerar el grado de protección que se tiene de las especies. También se tomó en cuenta las categorías de riesgo señaladas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 (SEMARNAT, 2010), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en Inglés) (IUCN, 2014) y la Convención Internacional para el Tráfico de Especies en Peligro (CITES, 2014). Asimismo, se consideraron el estatus de endemismo de cada especie para México y Oaxaca, con lo cual se realizaron análisis generales de anfibios y reptiles, y particulares tomando en cuenta el orden, familia, género y especie (Navarro *et al.*, 2004; Casas-Andreu *et al.*, 2004; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea *et al.*, 2014).

5.4 Patrones de distribución y endemismo

Posteriormente, como complemento al análisis de diversidad se utilizó un SIG (ArcView 3.2 ESRI 1999), con el cual se utilizaron las provincias biogeográficas presentes en el estado (CONABIO, 1999), dentro de las cuales se analizaron el número de especies presentes y el número de especies endémicas por región en cada caso (Navarro *et al.*, 2004). Este análisis se realizó a través de los registros por localidad de la base de datos depurada, además de considerar de manera independiente cada grupo, es decir, para anfibios y para reptiles, debido a las características particulares de cada grupo.

5.5 Modelos de Distribución de Especies (MDE)

Para la generación de los MDE se consideraron sólo a las especies que contenían al menos cinco registros. Los modelos de distribución potencial se realizaron con el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt, ver. 3.3.3 k) (Phillips *et al.*, 2006), con el cual se obtuvieron los mapas de distribución por especie. Utilizando un Random Test Percentage de 0% (5-10 registros), 20% (11-80 registros) y 50% (>80 registros), dependiendo de los puntos de presencia por especie; el multiplicador de regularización (regularization multiplier) = 1, para generar un buen ajuste entre los datos de prueba y los de entrenamiento; Tipo para correr las réplicas (replicated run type) = Bootstrap, número máximo de puntos de fondo (maximum number of background points) = 10000. Se realizaron 10 réplicas de cada especie, de los cuales se consideró sólo el mejor modelo tomando en cuenta dos criterios para evaluar su precisión: los que tengan la tasa más baja de omisión a través de la evaluación de la curva de características operativas del receptor (ROC por sus siglas en inglés, Receiver Operating Characteristic), la cual funciona de acuerdo a la división de datos en dos conjuntos, los datos de entrenamiento (*training data*) y los datos de evaluación (*test data*); los datos de entrenamientos representan el ajuste del modelo con los datos de muestreo. El área bajo la curva ROC (AUC, área bajo la curva), muestra la probabilidad de que se ordenen correctamente dos puntos (datos de entrenamientos y datos de evaluación), por lo que un valor de AUC cercano a uno muestra una mayor precisión del modelo (Phillips *et al.*, 2006; Gutiérrez, 2012). Ambas pruebas han sido utilizadas como alternativas para verificar la precisión del modelo pues han mostrado validez a través de los resultados, aunque han sido cuestionados como indicadores de precisión del modelo (Lobo *et al.*, 2008); sin

embargo, se han generado algunas propuestas para mejorar la toma de estos estadísticos y aplicarlos de una mejor manera (Peterson *et al.*, 2008).

Los datos climáticos fueron obtenidos de la base de datos climáticos globales WorldClim (Versión 1), se utilizaron 19 variables de información (Hijmans *et al.*, 2005): BIO1 = Temperatura media anual, BIO2 = Rango diurno medio, BIO3 = Isotermalidad, BIO4 = Temperatura estacional, BIO5 = Temperatura máxima del mes más cálido, BIO6 = Temperatura mínima del mes más frío, BIO7 = Rango de temperatura anual, BIO8 = Temperatura promedio del trimestre más húmedo, BIO9 = Temperatura promedio del trimestre más seco, BIO10 = Temperatura promedio del trimestre más cálido, BIO11 = Temperatura promedio del trimestre más frío, BIO12 = Precipitación anual, BIO13 = Precipitación del mes más húmedo, BIO14 = Precipitación del mes más seco, BIO15 = Precipitación estacional, BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo, BIO17 = Precipitación del trimestre más seco, BIO18 = Precipitación del trimestre más cálido, BIO19 = Precipitación del trimestre más frío.

Para la elaboración de los mapas de distribución potencial se seleccionaron los modelos por especie con menor tasa de omisión y con valor AUC, igual o mayor a 0.95, con un promedio de 0.968 de todas las especies, además de considerar la distribución de cada una tomando en cuenta la biología del organismo y sus requerimientos ecológicos, por lo que 30 especies y sus respectivos modelos fueron excluidos por no presentar alguno de estos criterios. Los mapas obtenidos en formato GRID se exportaron al programa ArcGis 9.3 (ESRI, 2008), en el cual se transformaron a formato raster (ASCII) para posteriormente obtener mapas binarios de cada especie, es decir, presentar el umbral de presencia y ausencia de las especies dentro del área obtenida, con una probabilidad de presencia de 60%. Finalmente se hizo una sumatoria de todos los mapas de cada una de las especies obtenidos a través de la herramienta “raster calculator”, con lo que se presentan los mapas de distribución potencial de riqueza tanto para el grupo de anfibios como de reptiles.

5.6 Riqueza de especies y ANP's

Finalmente, se realizó un análisis en el cual los mapas de distribución potencial obtenidos para riqueza de especies de anfibios y reptiles, se compararon con las Áreas Naturales Protegidas presentes en el estado de Oaxaca (CONANP, 2014), tanto las federales como

estatales (Fig. 3) para determinar la situación actual de conservación de la herpetofauna a través de éstas áreas, así como determinar las zonas de mayor riqueza pero que requieren mayor protección (Paredes-García *et al.*, 2011; Chávez, 2012; Faleiro *et al.*, 2013).

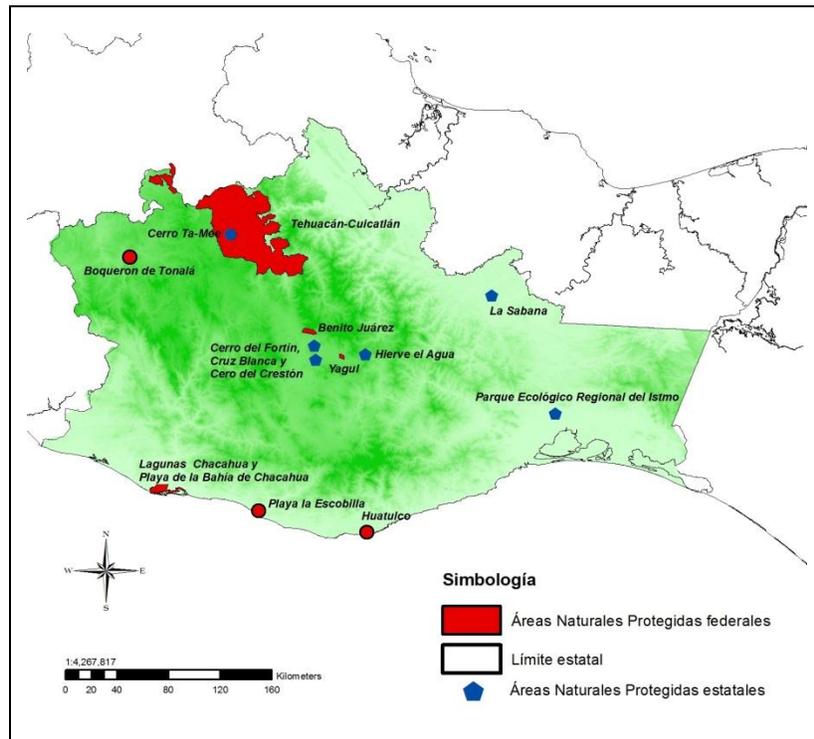


Fig. 3. Mapa de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas federales (CONANP, 2014) y estatales.

6. RESULTADOS

Se obtuvieron para anfibios 13,194 registros y para reptiles 15,661, la suma es un total de 28,855 registros de herpetofauna. La base de datos inicial se curó y los registros útiles para el análisis fueron 2,347 para anfibios y 5,644 para reptiles, un total de 7,991 registros. Se generó una lista de especies presentes en el estado (Ver Anexo 1).

6.1 Diversidad y caracterización de anfibios y reptiles

En Oaxaca se encuentran 459 especies de anfibios y reptiles, de un total de 1, 240 para todo el país, esta composición se puede observar en la Fig. 4.

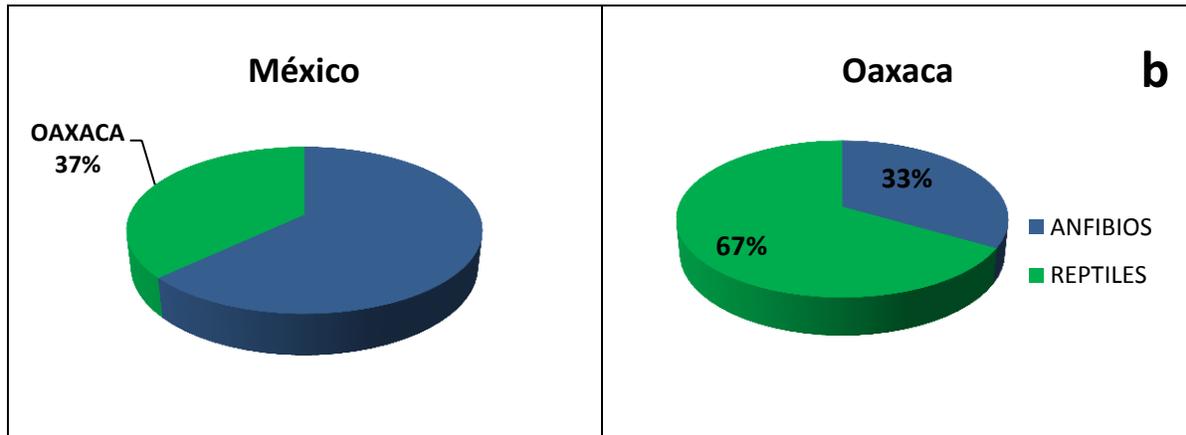


Figura 4. Porcentaje de herpetofauna presente en Oaxaca del total en México (a), porcentaje de anfibios y reptiles presentes en Oaxaca (b).

Los anfibios en México representan 376 especies, 154 especies se encuentran en Oaxaca, mientras que de reptiles existen para México 864, y para Oaxaca 305 especies (Fig. 5).

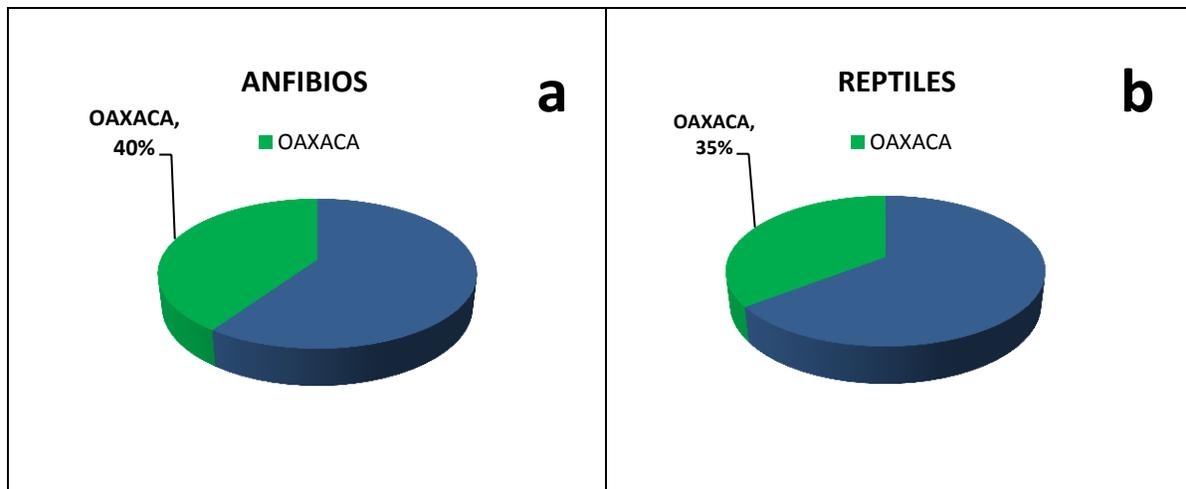


Figura 5. Porcentaje de especies de anfibios presentes en Oaxaca respecto a México (a), porcentaje de especies de reptiles presentes en Oaxaca respecto a México (b).

Cuadro 1. Riqueza y porcentajes, de familias y géneros de anfibios y reptiles en México y Oaxaca.

ORDEN	Familias en México	Familias en Oaxaca	% Riqueza en Oaxaca	Géneros en México	Géneros en Oaxaca	% Riqueza en Oaxaca
Anura	11	11	100	36	27	75
Caudata	4	1	25	16	5	31.2
Gymnophiona	1	1	100	1	1	100
Testudines	10	6	60	19	11	58
Squamata	28	20	71.2	138	90	65.2
Archosauria	2	2	100	2	2	100
Total	56	41	76	212	136	71.5

En referencia a las familias de anfibios y reptiles de México, aproximadamente un 76% se encuentran en Oaxaca. Mientras que 71% de géneros también están representados en el estado. Dentro de esta composición 80% de familias de anfibios se encuentran en Oaxaca con respecto al total de México, mientras que de reptiles 70% corresponden a las familias presentes.

Un 71% de los géneros de anfibios y reptiles en México, se encuentran en Oaxaca. El 76% de los géneros de anfibios se encuentran en Oaxaca, respecto México; mientras que 71% corresponden a géneros de reptiles del total en México.

6.1.1. NOM-059 SEMARNAT 2010

Del total de especies de herpetofauna presentes en Oaxaca, 236 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059 SEMARNAT 2010 (NOM 059). Es decir, poco más de la mitad (51%) de las especies presentes se encuentran en alguna categoría (Cuadro 2). El número de especies de anfibios en alguna categoría es de 67 (15% del total en el estado); mientras que de reptiles es de 169 (37% del total en el estado). Destacando la familia Hylidae y Plethodontidae y Colubridae, como las de mayor número de especies en alguna categoría (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de especies de anfibios y reptiles por clase, orden y familia, por categoría NOM 059. Pr (Sujeta a protección especial), A (Amenazada), P (Peligro de extinción).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Categoría NOM 059			
			Pr	A	P	
Amphibia	Anura	Bufonidae	3			
		Craugastoridae	7			
		Eleutherodactylidae	1			
		Hylidae	17	7		
		Microhylidae	2			
		Ranidae	3			
		Rhinophrynidae	1			
		Caudata	Plethodontidae	14	10	
		Gymnophiona	Caeciliidae	2		
Reptilia	Testudines	Cheloniidae			4	
		Dermatemydidae			1	
		Dermochelyidae			1	
		Geoemydidae	1	2		
		Kinosternidae	5	1	2	
		Squamata	Anguidae	8	4	2
			Corytophanidae	2		
			Polychrotidae	10	1	
			Gekkonidae	3	1	
	Gymnophthalmidae		1			
	Helodermatidae			1		
	Iguanidae		2	3		
	Phrynosomatidae		6	4		
	Scincidae		2	1		
	Teiidae		3			
	Boidae			1		
	Colubridae		38	21		
	Elapidae		8			
	Loxocemidae		1			
	Tropidophiidae		1			
	Viperidae		13	5	1	
	Xantusiidae		2	3		
	Xenosauridae		1			
	Archosauria	Aliigatoridae	1			
		Crocodylidae	2			
	Total			160	65	11

De 35 géneros de anfibios totales, 22 presentan alguna categoría NOM-059, *Bolitoglossa*, *Craugastor* y *Plectrohyla* son los de mayor relevancia con categoría Pr (Sujeta a protección especial), por otro parte, *Pseudoeurycea* sobresale en la categoría A (Amenazada); mientras que 65 géneros son de reptiles que también presentan alguna categoría NOM-059, *Anolis*, *Crotalus*, *Geophis* y *Micrurus* son los que sobresalen dentro de la categoría Pr, mientras que en categoría A el género *Thamnophis* es el único presente. Por lo tanto, esto nos indica que casi del 63% de los géneros de herpetofauna en Oaxaca presentan por lo menos una especie en alguna categoría de la NOM-059.

6.1.2 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)

El número de especies de anfibios y reptiles que se encuentran en alguna categoría IUCN, es de 390. Es decir, cerca de un 85% de las especies del estado se encuentran dentro de alguna categoría (Fig. 6). Solo se consideran 4 categorías (DD-Data Deficient (Datos deficientes), NT-Near Threatened (Casi amenazada), VU-Vulnerable (Vulnerable), EN-Endangered (En Peligro)) por su importancia de riesgo, dentro de las cuales 100 especies de anfibios están presentes y 75 de reptiles (Fig. 7).

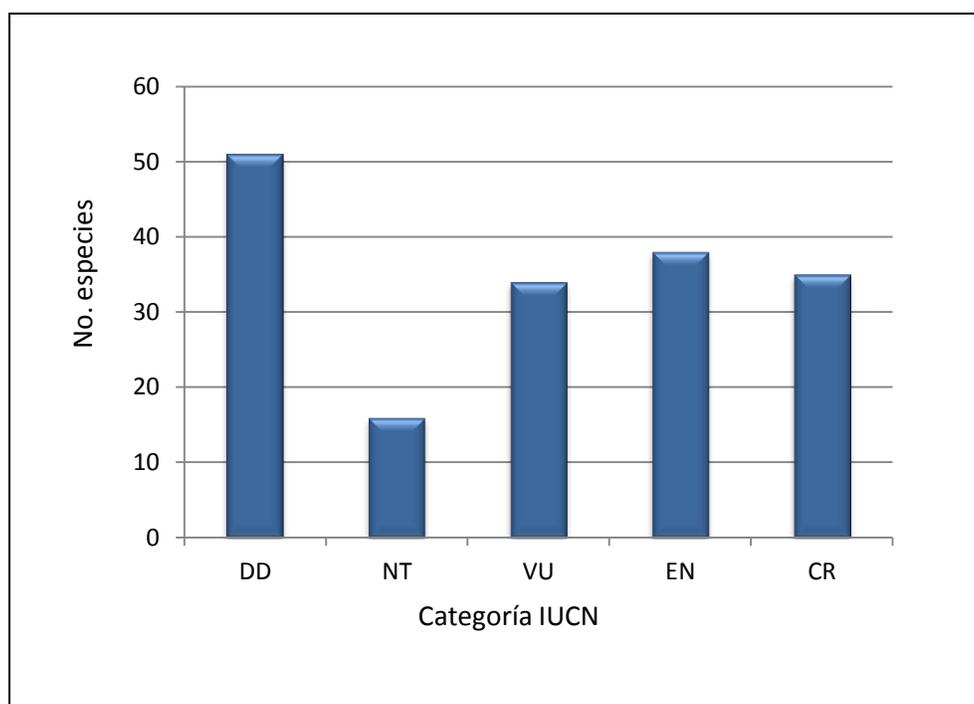


Figura 6. Número de especies de herpetofauna en Oaxaca por categoría IUCN. DD (Data Deficient), NT (Near Threatened), VU (Vulnerable), EN (Endangered), CR (Critically Endangered).

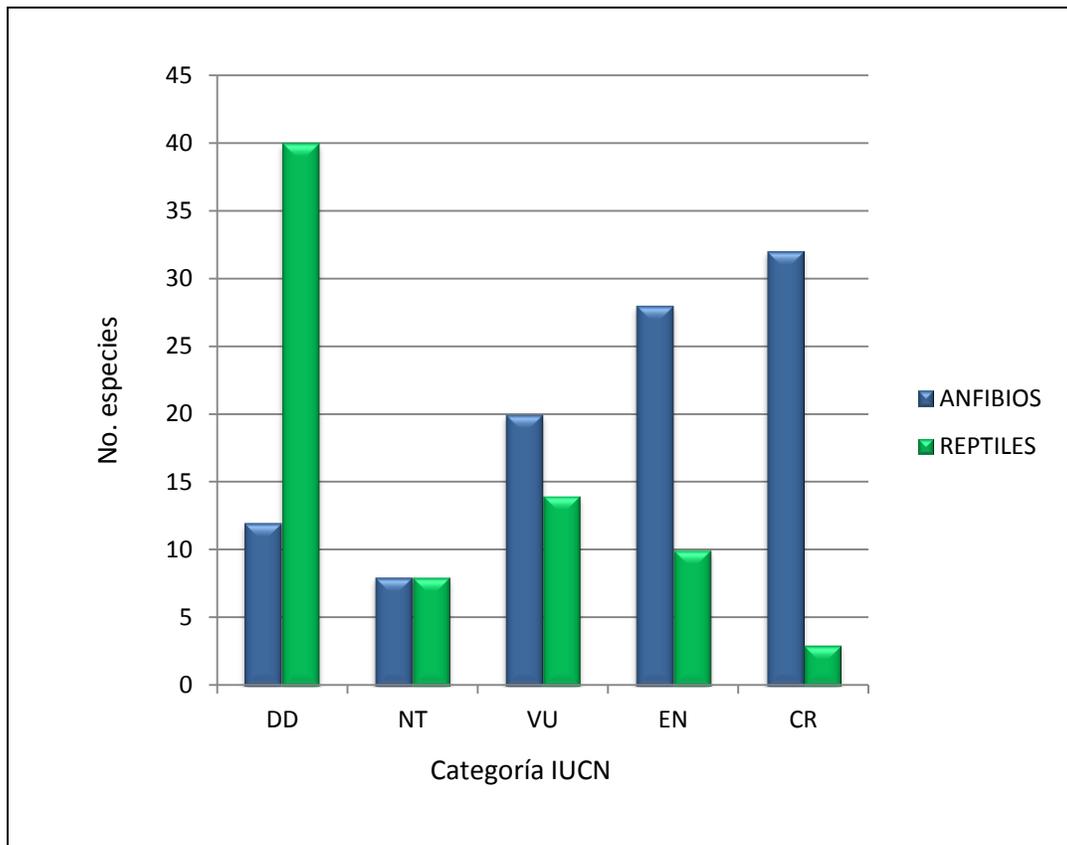


Figura 7. Número de especies de anfibios y reptiles por categoría IUCN. DD (Data Deficient), NT (Near Threatened), VU (Vulnerable), EN (Endangered), CR (Critically Endangered).

De los seis órdenes presentes en Oaxaca, todos tienen por lo menos una especie dentro de alguna categoría en la IUCN. Todas las familias presentan por lo menos una especie en alguna categoría (13 familias), destacando Hylidae y Plethodontidae; mientras que en reptiles 16 familias presentan especies en alguna categoría, destaca Colubridae con mayor número (Cuadro 3).

En cuanto a géneros de anfibios, todos presentan por lo menos una especie en alguna categoría IUCN, en la que destacan Plectrohyla y Pseudoeurycea. Por otra parte, 33 géneros de reptiles presentan alguna especie dentro de categorías IUCN, Anolis, Sceloporus y Crotalus son los de mayor número (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de especies de anfibios y reptiles, clase y orden por categoría IUCN

CLASE	ORDEN	No. Familias	No. Géneros	Categoría IUCN				
				DD	NT	VU	EN	CR
AMPHIBIA	Anura	11	30	5	5	14	17	20
	Caudata	1	4	6	3	5	11	12
	Gymnophiona	1	1	1	0	1	0	0
REPTILIA	Testudines	5	10	0	6	2	2	2
	Squamata	10	22	38	2	11	8	1
	Archosauria	1	1	0	0	1	0	0

6.1.3 Convención Internacional para el Tráfico de Especies en Peligro (CITES)

En la Fig. 8 se muestra el número de especies de anfibios y reptiles por Apéndice de CITES (I, II y III), con un total de 19, tomando en cuenta que algunas se encuentran en dos o más apéndices (Cuadro 4). De tal manera que aproximadamente un 4% de las especies están dentro de alguna categoría.

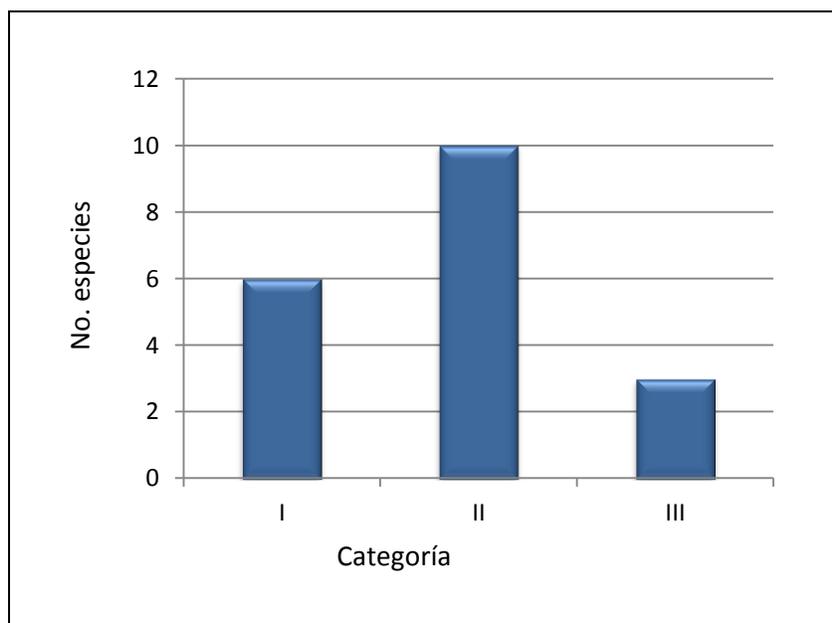


Figura 8. Número de especies de anfibios y reptiles en Oaxaca por categoría CITES. I (Apéndice I), II (Apéndice II), III (Apéndice III)

Cuadro 4. Especies de anfibios y reptiles de acuerdo a clase, orden, familia y género por categoría CITES (apéndice I, II, III)

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Especie	Apéndice
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Agalychnis</i>	<i>A. callidryas</i>	II
				<i>A. moreletii</i>	II
Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Caretta</i>	<i>C. caretta</i>	I
		Helodermatidae	<i>Heloderma</i>	<i>H. horridum</i>	I y II
		Iguanidae	<i>Iguana</i>	<i>I. iguana</i>	II
	Squamata	Tropidophiidae	<i>Exiliboa</i>	<i>E. placata</i>	II
		Boidae	<i>Boa</i>	<i>B. constrictor</i>	I y II
		Loxocemidae	<i>Loxocemus</i>	<i>L. bicolor</i>	II
		Elapidae	<i>Micrurus</i>	<i>M. diastema</i>	III
				<i>M. nigrocinctus</i>	III
		Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>C. durissus</i>	III
	Archosauria	Alligatoridae	<i>Caiman</i>	<i>C. crocodylus</i>	I y II
				<i>C. acutus</i>	I y II
Crocodylidae		<i>Crocodylus</i>	<i>C. moreletii</i>	I y II	

6.1.4 Estatus de endemismo

El 32% de las especies endémicas de México, se encuentran en Oaxaca. Mientras que del total de especies para el estado, el 25% son endémicas (Fig. 9 y 10).

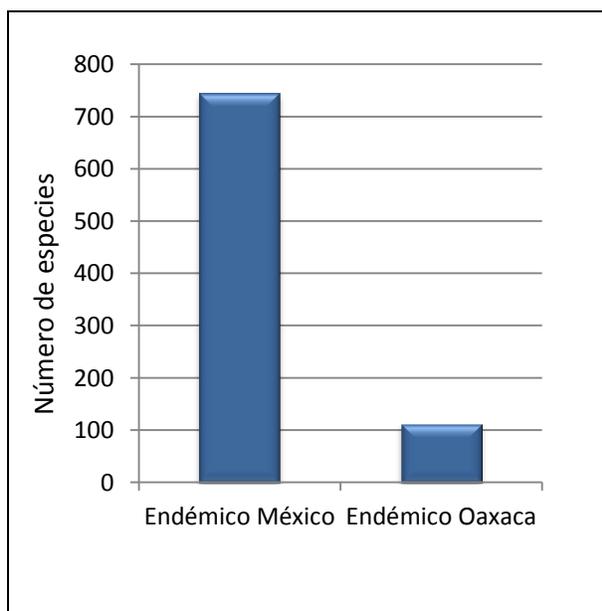


Figura 9. Número de especies de anfibios y reptiles endémicos a México, Endémicos a México presentes en Oaxaca y Endémicos solo a Oaxaca.

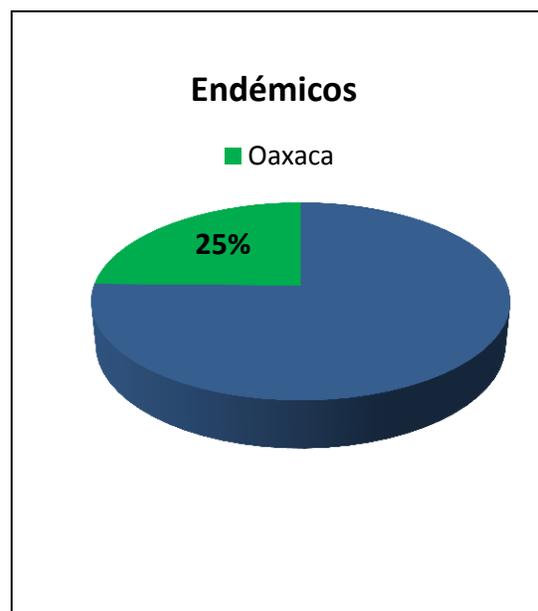


Figura 10. Porcentaje de anfibios y reptiles endémicos a Oaxaca del total de especies presentes en el estado.

Las especies endémicas de anfibios de México y que están presentes en Oaxaca es un total de 107, de las cuales 59 sólo son endémicas a Oaxaca, lo que corresponde a un 53%; mientras que de reptiles de un total de 131 especies endémicas a México presentes en Oaxaca, 48 son endémicas a Oaxaca, es decir un 37% del total para el estado (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de especies endémicas a Oaxaca por clase, orden y familia.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	No. especies endémicas
Amphibia	Anura	Bufonidae	2
		Craugastoridae	2
		Eleutherodactylidae	1
		Hylidae	27
	Caudata	Plethodontidae	27
	Gymnophiona	-	0
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	1
	Squamata	Anguidae	7
		Xenosauridae	1
		Iguanidae	1
		Phrynosomatidae	4
		Polychrotidae	7
		Teiidae	1
		Xantusiidae	3
		Tropidophiidae	1
		Colubridae	19
		Elapidae	3
Archosauria	-	0	

En cuanto a géneros, *Plectrohyla*, *Pseudoeurycea* y *Thorius*, para anfibios, son lo de mayor número de especies endémicas con 14, 12 y 10 especies respectivamente, mientras que los restantes no superan las 5 especies. Para el grupo de reptiles, *Anolis* y *Geophis* tienen el mayor número de especies endémicas al estado, 7 especies; el género *Abronia* con 5 especies, *Sceloporus* y *Tantilla* con 4 especies, por lo que los otros géneros presentan menos de 5 especies endémicas.

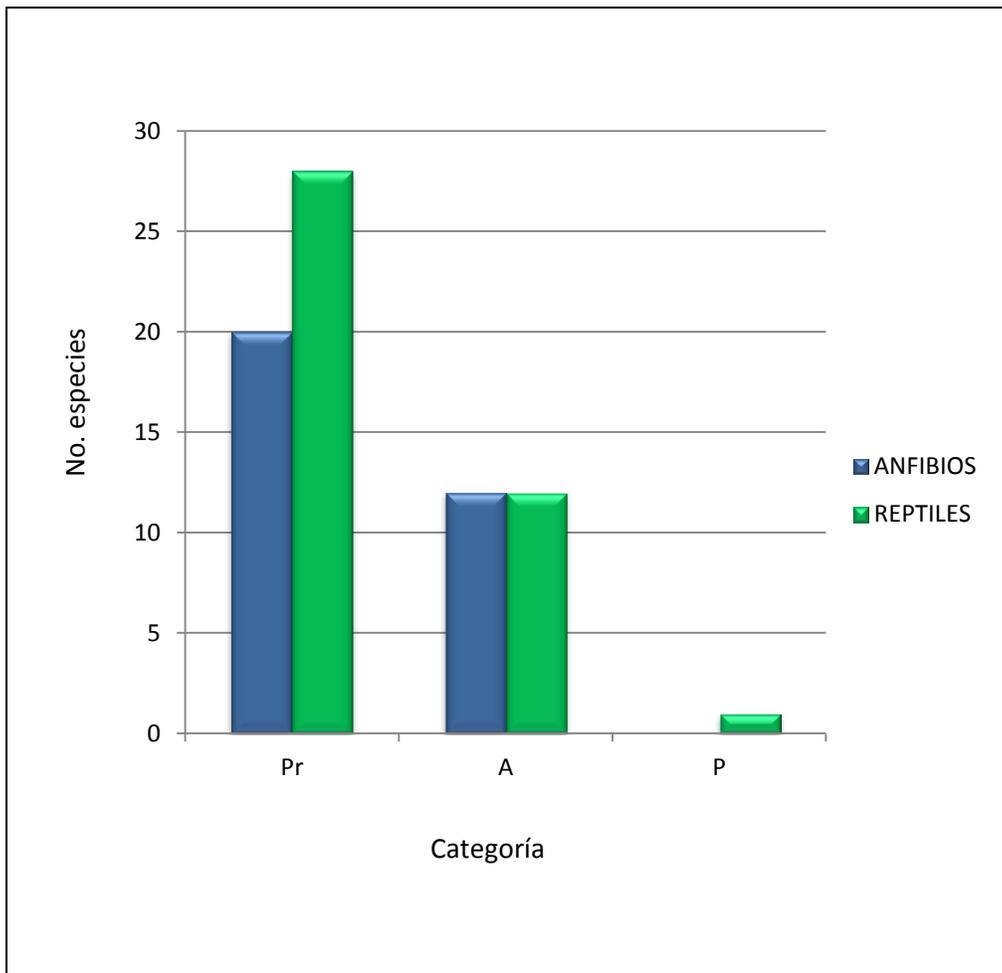


Figura 11. Número de especies de anfibios y reptiles endémicas a Oaxaca y categoría NOM-059. Pr (Sujeta a protección especial), A (Amenazada), P (Peligro de Extinción).

El número de especies de anfibios y reptiles endémicas de Oaxaca con categoría NOM-059 es de Pr presenta el mayor número de especies con un total de 20 para anfibios y 28 para reptiles, mientras que en la categoría A presentan el mismo número de especies (12) ambos grupos. Sólo hay una especie en Peligro de extinción que es endémica al estado (*Abronia ornelasi*) (Fig. 11 y Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de especies endémicas a Oaxaca por familia de anfibios y reptiles, y Categoría NOM-059 SEMARNAT 2010.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Categoría NOM-059		
			Pr	A	P
Amphibia	Anura	Craugastoridae	2		
		Eleutherodactylidae	1		
		Hylidae	9	4	
	Caudata	Plethodontidae	8	8	
Reptilia	Squamata	Anguidae	3	3	1
		Colubridae	13	5	
		Elapidae	3		
		Iguanidae		1	
		Kinosternidae	1		
		Phrynosomatidae	2	1	
		Polychrotidae	4	1	
		Teiidae	1		
		Tropidophiidae	1		
		Xantusiidae		2	

Los géneros de anfibios, *Plectrohyla*, *Bolitoglossa* y *Thorius*, son los que más especies endémicas presentan (4, 3 y 3 especies) dentro de la categoría Pr, mientras que las demás sólo presentan 1 o 2 especies. Para la categoría A, se tienen sólo los géneros *Pseudoeurycea* con 8 especies y *Plectrohyla* con 3 especies solamente. En cuanto a reptiles *Geophis* es el que más especies tiene (7) en la categoría Pr, después el género *Anolis* con 4, y los demás géneros con menos de 4. Para la categoría A, el género *Abronia* tiene el mayor número con 3 especies, mientras que la categoría P, solo presenta una especie también del género *Abronia*.

El número de especies endémicas a Oaxaca de anfibios y reptiles en alguna categoría de la IUCN (no se toma en cuenta la categoría LC (Least Concern) (Baja Amenaza)), es de 75, presentes sólo en 3 órdenes y en 15 familias (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies endémicas de anfibios de Oaxaca por familia y categoría IUCN. DD (Data Deficient), NT (Near Threatened), VU (Vulnerable), EN (Endangered), CR (Critically Endangered).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Número de especies endémicas a Oaxaca y Categoría IUCN				
			DD	NT	VU	EN	CR
Amphibia	Anura	Bufonidae	-	-	-	2	-
		Craugastoridae	-	-	-	1	1
		Eleutherodactylidae	-	-	-	1	-
		Hylidae	5	1	1	5	15
	Caudata	Plethodontidae	2	1	2	10	10
Reptilia	Squamata	Anguidae	2	-	2	2	-
		Colubridae	11	-	1	1	-
		Elapidae	2	-	1	-	-
		Iguanidae		-	-	-	1
		Kinosternidae	1	-	-	-	-
		Phrynosomatidae	1	-	-	-	-
		Polychrotidae	4	-	-	-	-
		Tropidophiidae		-	1	-	-
		Xantusiidae	3	-	-	-	-
		Xenosauridae	1	-	-	-	-

Del total de géneros de anfibios (35) presentes en Oaxaca, 16 de ellos tienen por lo menos una especie endémica a Oaxaca con alguna categoría en la IUCN, y los reptiles con un total de 104 géneros, 18 tienen especies con alguna categoría IUCN.

Por Orden de anfibios y reptiles sólo uno presenta especies endémicas de Oaxaca con alguna categoría CITES, el orden *Squamata* con una especie (*Exiliboa placata*), familia *Tropidophiidae* y el género *Exiliboa*, se ubica en el Apéndice II de CITES.

6.2 Distribución y Provincias Biogeográficas

Las Provincias Biogeográficas de Oaxaca de acuerdo a CONABIO (1997) son 7, Costa del Pacífico, Sierra Madre del Sur, Soconusco, Golfo de México, Oaxaca, Eje Volcánico y Depresión del Balsas

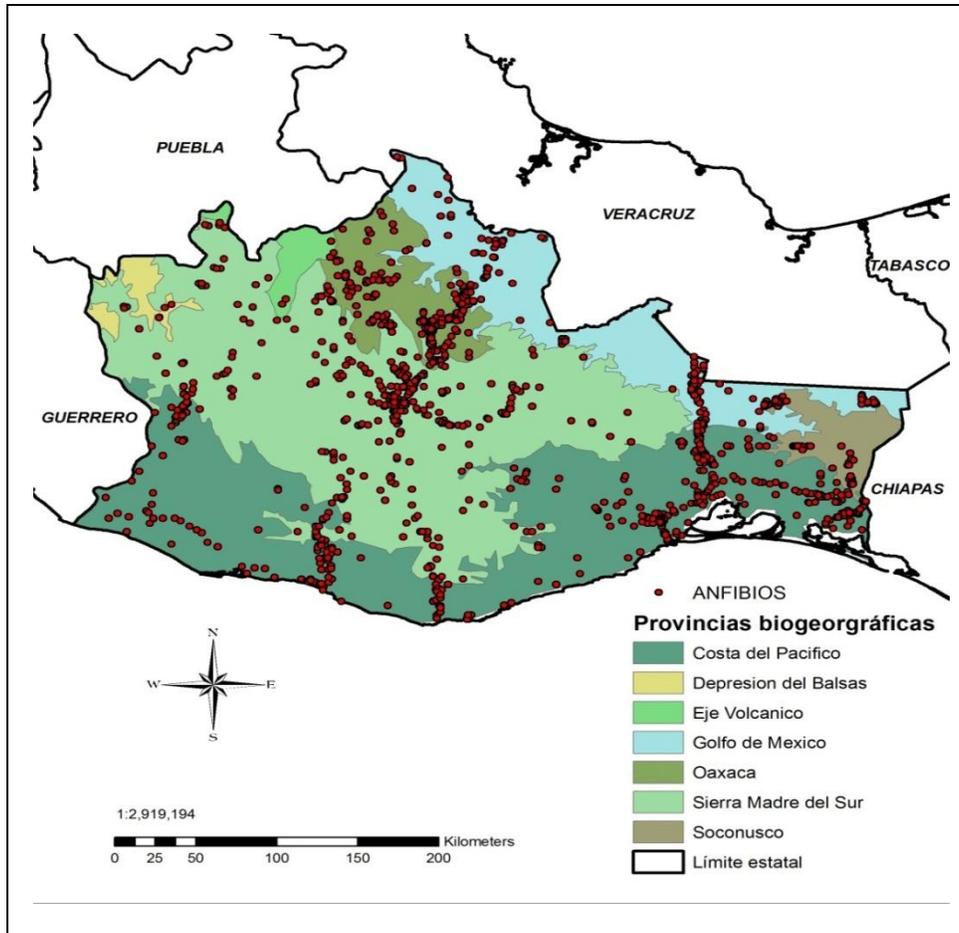


Figura 12. Mapa de Provincias Biogeográficas de Oaxaca y distribución por registros de especies de anfibios dentro del estado.

La distribución de anfibios por cada provincia biogeográfica se puede apreciar en la Fig. 12, se observa que la mayoría de los registros se concentran en la provincia de Costa del Pacífico y Sierra Madre del Sur. Mientras que Depresión del Balsas y Eje Neovolcánico son las de menor presencia.

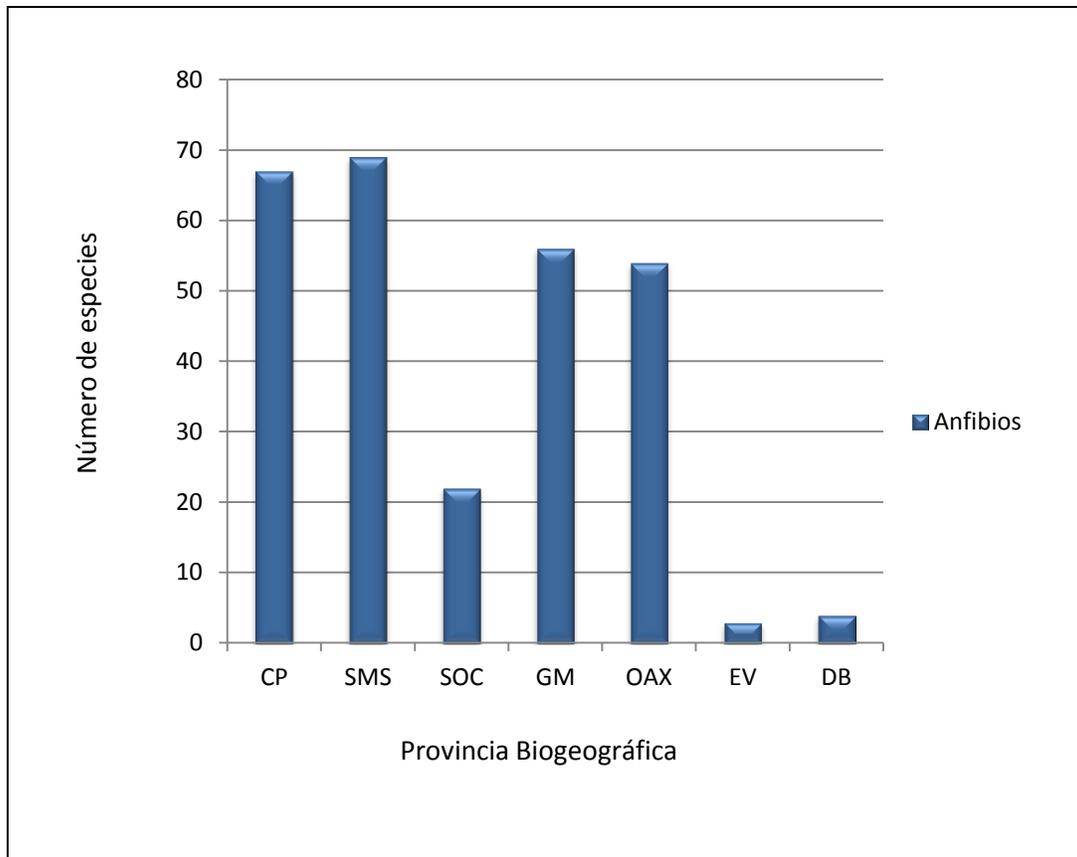


Figura 13. Número de especies de anfibios por provincia biogeográfica del estado de Oaxaca. CP (Costa del Pacífico), SMS (Sierra Madre del Sur), SOC (Soconusco), GM (Golfo de México), OAX (Oaxaca), EV (Eje Volcánico), DB (Depresión del Balsas).

Las provincias biogeográficas de Sierra Madre del sur y Costa del Pacífico cuentan con un total de 69 especies, son las de mayor número, Golfo de México con 57 especies, mientras que Oaxaca con 54 especies y Soconusco con 22 especies, por último Depresión del Balsas y el Eje Neovolcánico con tres y cuatro especies, respectivamente (Fig. 13).

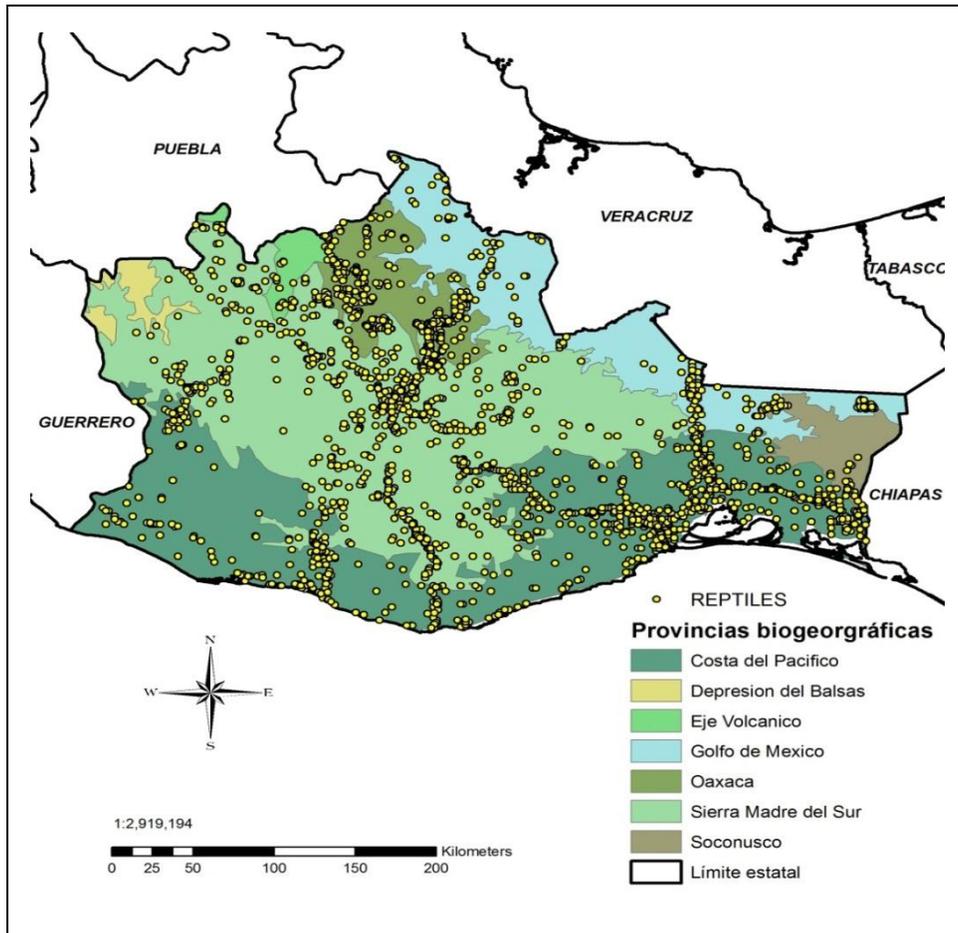


Figura 14. Mapa de Provincias Biogeográficas de Oaxaca y distribución por registros de especies de reptiles dentro del estado.

La distribución de reptiles por cada provincia biogeográfica se puede apreciar en la Fig. 14, donde se observa que al igual que anfibios, la provincia de Sierra Madre del Sur y Costa del Pacífico presentan el mayor número de registros de especies. Pero a diferencia de anfibios, solo la Depresión del Balsas presenta un número muy bajo de especies, dos. Mientras que las provincias de Golfo de México, Soconusco, Oaxaca y Eje Neovolcánico presentan un número considerable de registros de especies de reptiles.

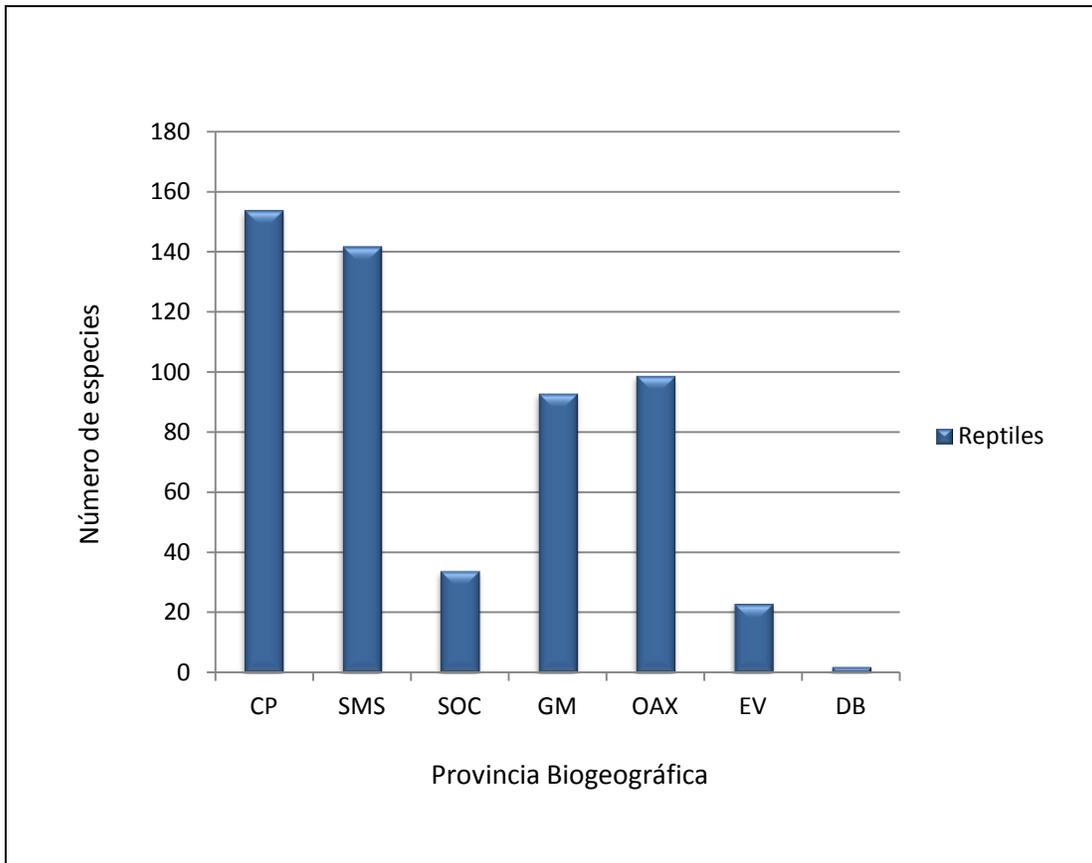


Figura 15. Número de especies de reptiles por provincia biogeográfica del estado de Oaxaca. CP (Costa del Pacífico), SMS (Sierra Madre del Sur), SOC (Soconusco), GM (Golfo de México), OAX (Oaxaca), EV (Eje Volcánico), DB (Depresión del Balsas).

Las provincias biogeográficas de Sierra Madre del sur y Costa del Pacífico cuentan con un total de 137 y 153 especies respectivamente. Por otro lado, la provincia de Oaxaca presenta 96 especies, Golfo de México, 91, mientras que Soconusco 33 y Eje Neovolcánico con 23. Cabe mencionar que Depresión del Balsas solo cuenta con registros para dos especies (Fig. 15).

Cuadro 8. Número de especies de anfibios y reptiles endémicos de Oaxaca en cada provincia biogeográfica del estado. CP (Costa del Pacífico), SMS (Sierra Madre del Sur), SOC (Soconusco), GM (Golfo de México), OAX (Oaxaca), EV (Eje Volcánico), DB (Depresión del Balsas). EO (Endémico a Oaxaca).

	CP	SMS	GM	OAX	SOC	EV	DP
ANFIBIOS	20	28	12	21	5	0	3
REPTILES	14	22	3	11	1	1	0
TOTAL EO	34	50	15	32	6	1	3

En el Cuadro 8 se muestra el número de especies endémicas por provincia biogeográfica, son Costa del Pacífico, Sierra Madre del Sur y Oaxaca las que mayor número presentan para ambos grupos y endémicos a México presentes en Oaxaca y endémicos a Oaxaca.

6.3. Distribución potencial y riqueza de herpetofauna

Se utilizaron un total de 73 especies de anfibios y 152 especies de reptiles, suman 225 especies para el análisis, es decir, un 60% aproximadamente del total de especies fueron incluidas en éstas proyecciones.

Se obtuvieron tres mapas de distribución potencial, uno de anfibios (Fig. 16a), otra de reptiles (Fig. 16b) y la suma de ambos (Fig. 16c).

En los mapas de resultado (Fig. 16) se observa como la zona del Istmo con dirección hacia la costa del Pacífico, es donde se concentra una mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles. Asimismo, gran parte de la Sierra Madre del Sur, norte de la Sierra Madre de Oaxaca y Sierra Norte, también concentran gran número de especies de herpetofauna aunque particularmente de anfibios. Se observa que las zonas con menor riqueza se ubican en las montañas y valles del occidente, así como al sur de la Sierra de Oaxaca.

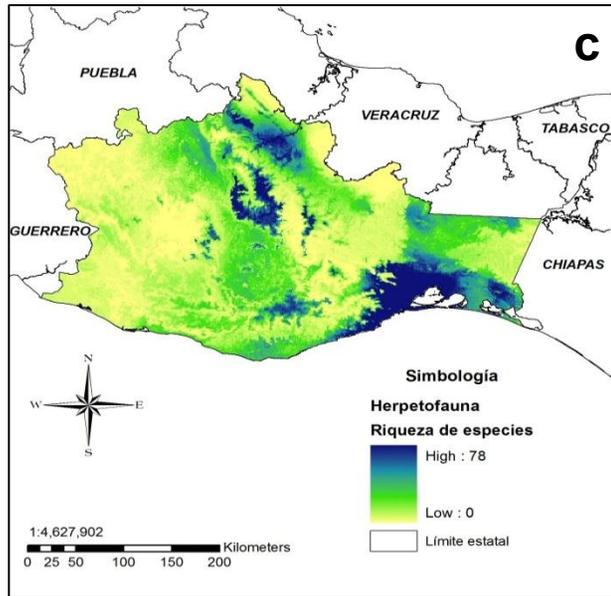
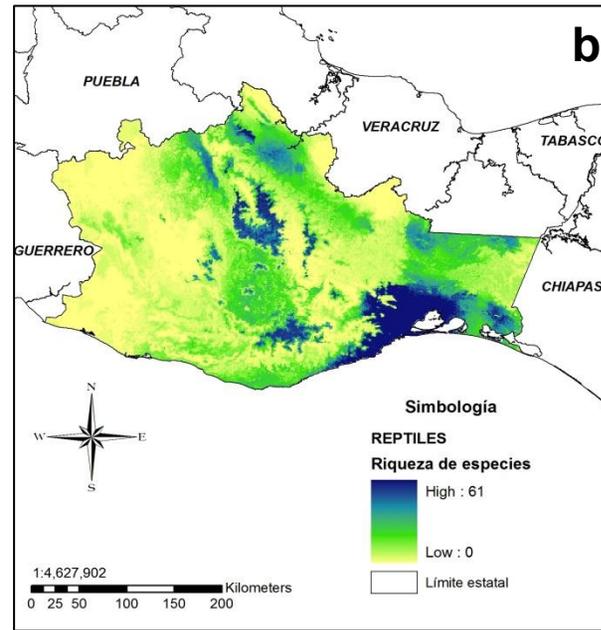
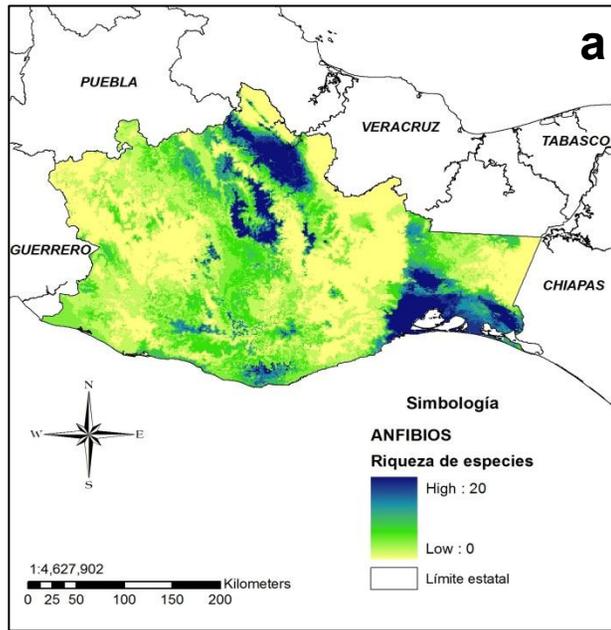


Figura 16. Distribución potencial de especies de anfibios (a) y reptiles (b) del estado de Oaxaca, así como la suma de ambos grupos (c).

6.4 Riqueza de especies y Áreas Naturales Protegidas

El número de Áreas Naturales Protegidas (ANP's) decretadas para el estado de Oaxaca, es de 14, con 8 ANP's federales y 6 más estatales, en la Tabla 13 se muestran todas las ANP's con su respectiva clasificación y áreas destinadas.

Cuadro 9. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales decretadas para el estado de Oaxaca, así como la categoría asignada y superficie total en hectáreas.

Área Natural Protegida (ANP)	Categoría	Carácter	Superficie (ha)
Tehuacán-Cuicatlán*	Reserva de la Biosfera	Federal	490, 187
Huatulco	Parque Nacional	Federal	11, 891
Benito Juárez	Parque Nacional	Federal	2, 737
Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	Federal	14, 187
Yagul	Monumento Natural	Federal	1, 076
Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	Federal	3, 912
Playa de Escobilla	Santuario	Federal	30
Playa de la Bahía de Chacahua	Santuario	Federal	92.65
Parque Estatal "Cerro Ta-Mee" **	Parque Estatal	Estatal	20.06
Parque Estatal de "Hierve el Agua" **	Parque Estatal	Estatal	4, 125.10
Parque Estatal de "Cerro del Fortín" **	Parque Estatal	Estatal	87.99
Parque Ecológico Regional del Istmo **	Parque Estatal	Estatal	30.42
Reserva Ecológica Estatal "La Sabana" **	Zona de Reserva Ecológica	Estatal	2, 050
Reserva Ecológica "Cerro del Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón" **	Zona de Reserva Ecológica	Estatal	2, 353.93

Tomado de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en <http://www.conanp.gob.mx/> (2015) y el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca en <http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/> (2015).

* Pertenece al estado de Oaxaca y Puebla, por lo que se considera esa superficie total.

** No se cuenta con un recurso electrónico para identificar los límites de las ANP's estatales.

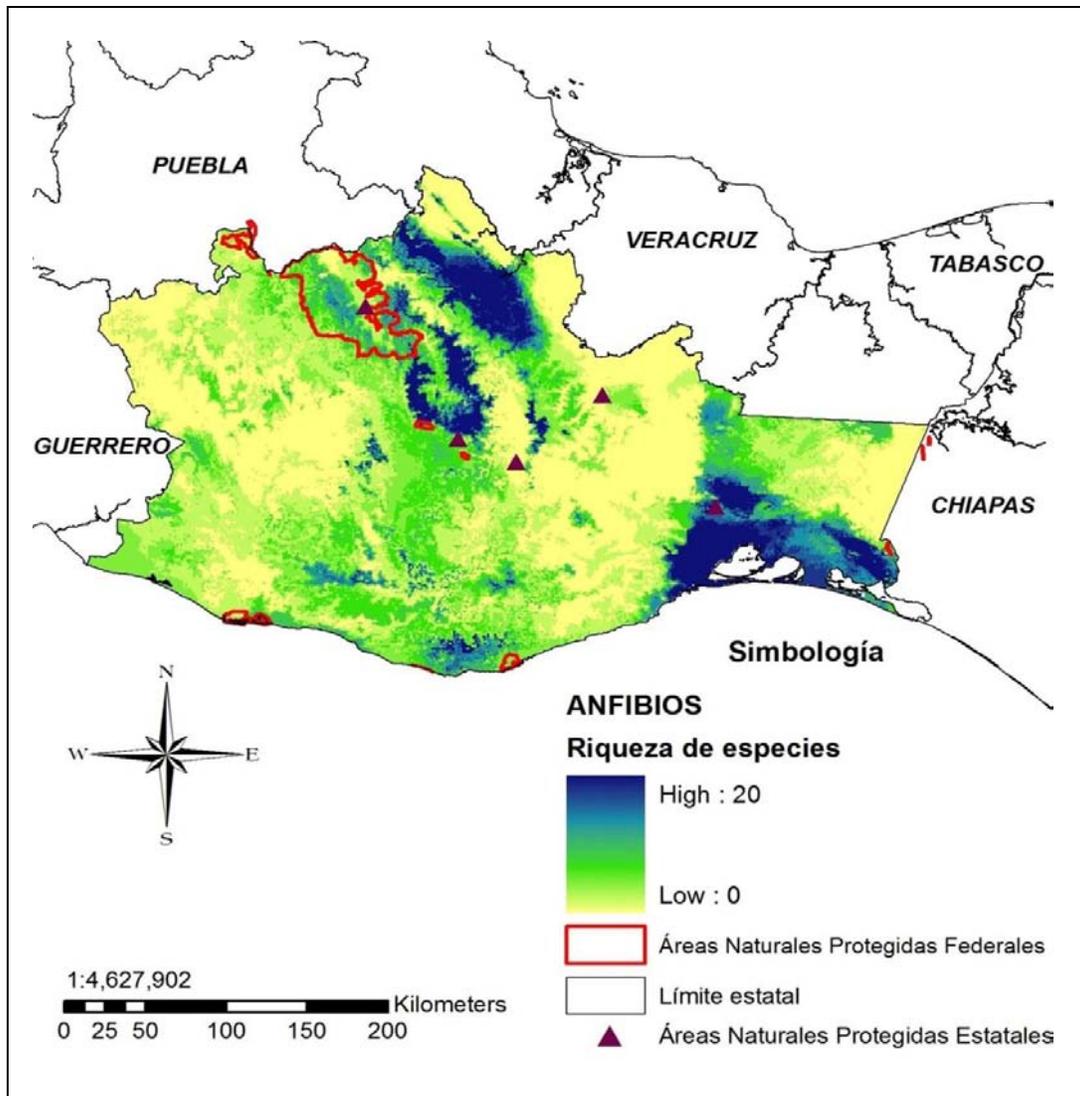


Figura 17. Riqueza de especies de anfibios de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas federales y estatales decretadas para el estado.

El estado de Oaxaca presenta ocho Áreas Naturales Protegidas Federales, con una superficie total de aproximadamente 355, 000 ha (CONANP, 2015). En la Fig. 17 se muestran las ANP's federales y estatales y la distribución potencial de anfibios dentro y fuera de éstas áreas. Dentro de las ANP's de Oaxaca, destaca la del Parque Ecológico Regional del Istmo con una mayor presencia de especies, así como Tehuacán-Cuicatlán y el Santuario de Playa de Escobilla. El Parque Nacional de Benito Juárez y el Monumento Natural de Yagul que, si bien tienen una extensión menor, concentran también una gran riqueza de anfibios. Dentro de las ANP's estatales destacan, el Parque Estatal "Cerro del Fortín" y la Reserva Ecológica "Cerro del Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón" con presencia de anfibios.

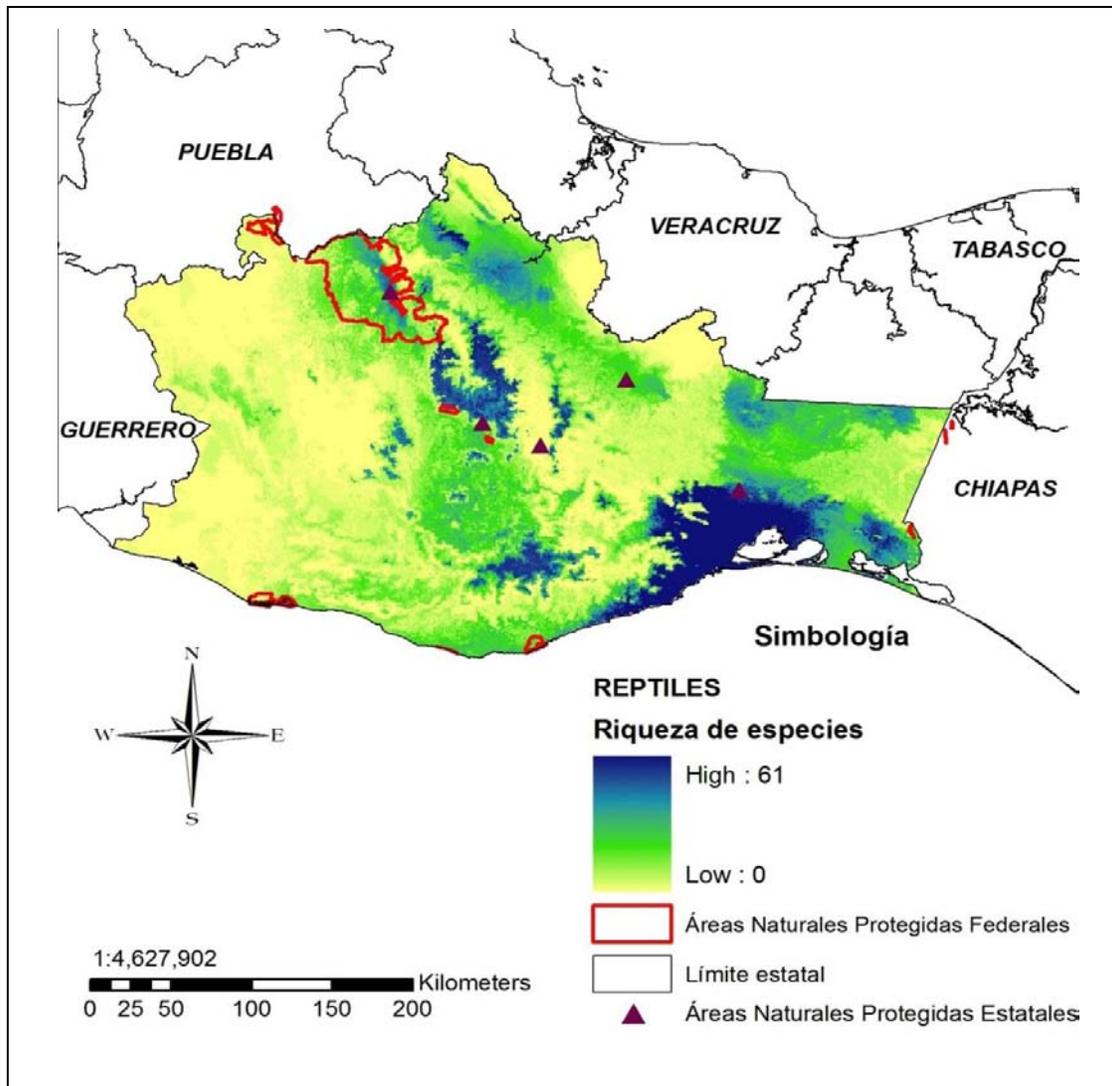


Figura 18. Riqueza de especies de reptiles de Oaxaca y Áreas Naturales Protegidas federales y estatales decretadas para el estado.

La riqueza de reptiles y su distribución potencial con relación a las ANP's del estado de Oaxaca se representa en la Fig. 18, en la cual se puede observar las zonas de mayor densidad de reptiles. Al igual que en anfibios destaca el ANP de Tehuacán-Cuicatlán, en la que se puede apreciar una mayor riqueza en reptiles, lo mismo para el Parque Ecológico Regional del Istmo y el Parque Estatal de "Cerro Ta-Mee". Con menor extensión, el Parque Nacional Benito Juárez y el Monumento Natural Yagul también presentan gran riqueza de reptiles. Las ANP's estatales que destacan por la presencia de especies de reptiles son la Reserva Ecológica "Cerro del Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón y El Parque Estatal Cerro del Fortín".

7. DISCUSIÓN

7.1 Diversidad herpetofaunística y categorías de riesgo

México es probablemente el país con mayor riqueza de anfibios y reptiles, además de que el conocimiento de su herpetofauna sigue incrementándose año con año (Flores-Villela y Ochoa-Ochoa, 2006). El estado de Oaxaca es el quinto estado en extensión del país, así como el más rico en especies de vertebrados (Flores-Villela y Gerez, 1994), incluyendo un gran número de especies de anfibios, reptiles, aves, así como de mamíferos.

Para Oaxaca se tienen un total de 459 especies de anfibios y reptiles, de un total de 1240 en México (Fig. 4), 376 de anfibios y 864 de reptiles (Parra-Olea *et al.*, 2014; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), lo cual corresponde a un 37% de especies, donde predomina el grupo de reptiles con 306 especies y 153 especies de anfibios registradas (Fig. 4). De la misma manera, Flores-Villela y Ochoa-Ochoa (2006) mencionan que el estado tiene un total de 425 especies registradas, es decir, que se incrementó un 7% el número de especies del 2006 al 2014, mientras que para nuestro reporte se consideran 34 especies más de las que ahí se mencionan. Es evidentes que, a través de los años, el incremento en el número de especies descritas para el estado a incrementado, pero no ha sido suficiente pues tan solo en las últimas dos décadas se han reportado aproximadamente 100 nuevas especies, retomando una de las primeras listas para el estado realizada por Casas-Andreu *et al.* (1996) donde incluyen 359 especies, lo que representa un 35.7% del total del país para esos años, asimismo a través de la última lista elaborada para Oaxaca en 2004 por Casas *et al.*, en la que el número de especies se elevó a 378, con un total de 245 especies de reptiles y 133 especies de anfibios. En cuanto a familias y géneros de herpetofauna se registran 41 y 136 respectivamente para Oaxaca siendo el estado con mayor número para el país. Para las familias de anfibios se registra un total de 16 que corresponde a un 81% del total en México, y de reptiles, 28 familias de reptiles que corresponden a un 70% (Cuadro 1), mientras que Casas-Andreu *et al.* (2004) consideran 10 familias de anfibios y 29 de reptiles. Lo que indica que el número de familias conocidas de anfibios se incrementó en casi 10 años, mientras que una familia de reptiles ya no ha sido considerada dentro del estado.

Desde los últimos trabajos publicados sobre anfibios y reptiles de México se han generado numerosos cambios taxonómicos que afectan la nomenclatura, además de la descripción de nuevas especies y la ampliación de las áreas de distribución de algunas especies que no habían sido registradas (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Liner,

2007). Es importante mencionar que la descripción de muchas de las especies actualmente está basada en estudios moleculares (Faivovich *et al.*, 2005; Frost *et al.*, 2006), por lo que la riqueza en ocasiones se incrementa al elevar de categoría algunos taxones (Liner, 2007) o separar algunos grupos de otros, dejando atrás las determinaciones morfológicas. Sin embargo, el uso de aspectos morfológicos como una base para la posterior aplicación de técnicas moleculares (Frost *et al.*, 2006) puede favorecer a una determinación adecuada de las especies y con ello un mejor conocimiento de la riqueza de muchos sitios, lo que podría generar un incremento en el número de especies registradas para Oaxaca y por lo tanto de su gran riqueza.

El estado de conservación de la herpetofauna en México y en general de las especies biológicas requiere de una toma de decisiones adecuada, sin embargo, es poco lo que se realiza, incluso las acciones que se toman no suelen ser las mejores. Una de las estrategias con fines de conservación y que ha sido útil, es la de generar normas que asignen algún estatus de riesgo a las especies mexicanas, tal es el caso de la NOM-059-SEMARNAT 2010 (NOM 059), que incluye una gran cantidad de especies, bajo los criterios de distribución, estado del hábitat, vulnerabilidad e impacto de las actividades humanas. La actualización de esta lista se realiza cada tres años o incluso antes si se cuenta con la información suficiente. Por lo que para los anfibios de Oaxaca se incluyen un total de 220 especies en alguna de sus categorías, y resulta alarmante que un 48% de las especies estén incluidas en estado de riesgo (160 sujetas a protección especial (Pr), 65 en categoría de amenazadas (A), 11 en peligro de extinción (P)) (Cuadro 2), casi mismos números registrados por Casas-Andreu *et al.* (2004). Es evidente que en casi 10 años el estado de conservación de estos organismos no se le ha dado la importancia que debería o que requiere desde algunos años atrás, además de presentar una tendencia en las especies con mejor conocimiento y estudio, son el grupo de reptiles el más afectado con 110 especies en categoría Pr, 48 amenazadas y 11 en peligro de extinción, de las cuales tan solo 38 especies pertenecen a la familia Colubridae, mientras que de anfibios 50 especies en categoría Pr, 17 amenazadas y ninguna en peligro de extinción dentro de las cuales la mayoría pertenecen a la familia Hylidae y Plethodontidae (Cuadro 2).

En ocasiones puede llegar a ser insuficiente el esfuerzo por determinar el estado actual de muchas especies; sin embargo, existen otras instituciones que también evalúan el riesgo de las especies, siendo la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), la que presenta datos más actualizados sobre las especies descritas a nivel internacional y que sustenta el grado de conservación por

medio de sus diferentes categorías. Las especies de anfibios y reptiles de Oaxaca que presentan alguna categoría dentro de la IUCN, son en total 390 especies, de las cuales 150 son anfibios, siendo el grupo más afectado y con peligro latente en sus poblaciones para el estado pues presenta 32 especies en Peligro Crítico y 28 (Fig. 6) más en Peligro de las familias Hylidae y Plethodontidae, al igual que lo mencionan Frías-Álvarez *et al.* (2010), donde alrededor de un 58% de los anfibios mexicanos están en peligro y donde incluyen a la familia Plethodontidae como una de las más amenazadas para el país, lo mismo Mata-Silva *et al.*, (2015), donde éstas familias también son consideradas las más sensibles, esto indica que se requiere mayor protección a los diversos grupos de anfibios ante los efectos directos a los que están expuestos. Mientras que para reptiles 240 especies se encuentran en alguna de sus categorías (Fig. 6), siendo Colubridae la familia más afectada, al igual que Mata-Silva *et al.* (2015), la colocan como uno de las dos familias más perjudicadas donde consideran solo 50 especies, aunque esto es debido a una consideración taxonómica diferente; así mismo, *Crotalus* es uno de los géneros más vulnerables, siendo uno de los que ha tomado gran importancia para el país y coincide con lo dicho por Paredes-García *et al.* (2011), en el que se menciona como un componente importante de la biodiversidad, debido a la gran riqueza de especies que presenta en el país, lo que lo evidencia como un grupo muy sensible y de gran riesgo de extinción para sus poblaciones.

El tráfico ilegal de muchas de las especies de anfibios y reptiles, también representa un impacto muy importante en sus poblaciones, por lo que Convención Internacional para el Tráfico de Especies en Peligro (CITES) se ha encargado de regular este comercio para proteger a las especies. Particularmente, en el caso de Oaxaca solo se presenta un 4% del total de especies en algún apéndice CITES (Cuadro 4), siendo el grupo de reptiles el más afectado incluyendo especies de cocodrilos, serpientes, lagartijas y tortugas marinas, siendo este último uno de los casos mejor conocidos; mientras que de anfibios solo se consideran a dos especies del género *Agalychnis*.

Como se puede observar, los números en categorías de riesgo de la herpetofauna oaxaqueña son alarmantes. Resulta preocupante pues Böhm *et al.* (2013), mencionan que el decremento en reptiles a nivel mundial cada vez es más crítico, debido a que suelen ser muy sensibles a los cambios que se generan en sus hábitats, entre otros, además que aproximadamente un 8.7% de especies presentes en la zona sur de México tienen una situación de riesgo crítica. En el caso de anfibios, la atención debe ser mayor, debido a la pérdida de hábitat, contaminación por áreas urbanas y por el tema de

enfermedades por hongos (quitridios) que en los últimos 15 años, han diezmando las poblaciones no solo en México si no en algunos otros países como Costa Rica y Panamá (Lips *et al.*, 2004) que también presentan gran diversidad de éste grupo, además de generar estrategias de conservación y protección ante los efectos de éstos hongos (Philliod *et al.*, 2010; Scheele *et al.*, 2014).

México es una zona de gran cantidad de especies endémicas, son uno de los criterios por el cual se considera un país megadiverso. Si nos enfocamos a las especies de anfibios y reptiles que se registran para el país, un total de 745 especies son endémicas, mientras que 23% (105 especies) de éstas se encuentran en Oaxaca (Fig. 9), de las cuales la familia Hylidae, Plethodontidae y Colubridae son las mayor representadas, mientras que Casas 1996, menciona solo a 93 (47 anfibios, 46 reptiles) especies endémicas; Casas-Andreu *et al.* (2004), hacen referencia a un total de 103 (58 anfibios y 45 reptiles), siendo un mayor número que el mostrado por Mata-Silva *et al.* (2015), en el que también consideran solo a 93 (60 anfibios, 33 reptiles) lo que podría indicar que en las últimas décadas éstos cambios e interpretaciones se deberían a las modificaciones taxonómicas, la ampliación en la distribución, así como a la descripción de nuevos taxones.

Es importante destacar, que se deben considerar las especies endémicas de determinada área para la generación de mejores estrategias de conservación, debido a que la distribución de éstas es restringida a zonas que no alcanzan superficies con extensiones suficientes para su manejo y que dependen directamente de las acciones que se tomen para preservarlas (Stattersfield *et al.*, 1998). Cabe mencionar, que la distribución de la riqueza de especies y los endemismos en otros grupos taxonómicos no presentan coincidencia (García-Trejo y Navarro, 2004), lo que sucede para la herpetofauna en algunas regiones dentro de Oaxaca, por lo que el considerar ambos aspectos podría generar una mejor estrategia de conservación.

El número de endemismos de Oaxaca resulta importante para la conservación, así como las medidas que se tienen para ello; sin embargo, muchas de las especies endémicas se encuentran en alguna categoría de riesgo. Bajo la NOM-059-SEMARNAT 2010, 10% de las especies endémicas se encuentran en alguna de sus categorías, la mayoría sujetas a protección especial (Fig. 11 y Cuadro 6), lo mismo para la IUCN (Cuadro 7), donde gran número de especies están representadas con algún riesgo. De tal manera, que es posible identificar los riesgos que enfrenta la herpetofauna endémica bajo

un contexto estatal y nacional, pues es un número elevado de especies en alguna categoría de riesgo por lo que la atención que requieren debe ser inmediata.

7.2. Patrones de distribución en provincias biogeográficas

La cantidad de especies endémicas demuestra la importancia de Oaxaca como una zona que requiere de acciones eficaces de conservación, son especies en su mayoría biogeográficamente restringidas, debido a que solamente han sido registradas en sitios limitados o bien en pocos lugares (Flores-Villela, 1991), y como menciona Ochoa-Ochoa (2006) son áreas de distribución restringida, o en otro término microendémicas. Asimismo, Flores-Villela y Ochoa-Ochoa (2006) identificaron gran distribución de especies endémicas para todo el país, solo que consideraron áreas de mayor extensión, por lo que se puede decir que las áreas de endemismo para la herpetofauna, generalmente suelen ser de poca extensión y en algunos casos restringidas; sin embargo, Casas-Andreu y Reyna-Trujillo (1990) crean el mapa de provincias herpetofaunísticas en el que se muestra como para Oaxaca, solo se consideran tres provincias (Veracruzana, Sierra Madre del Sur, Mexicana del Oeste), siendo áreas de extensión considerables; mientras que Smith (1941) regionaliza al país a partir del género *Sceloporus*, obteniendo 23 provincias faunísticas, donde para Oaxaca solo se incluyen cuatro provincias (Balsas superior, Altiplanicie oaxaqueña, Guerrerense y Tehuana).

En muchos casos, el uso de diferentes regiones o divisiones dentro del país puede ayudar a entender de una mejor manera la distribución de las especies. Por lo tanto una región biogeográfica está definida por la superposición de dos o más especies o taxones que le dan identidad. El endemismo es útil para reconocer algunas otras unidades biogeográficas menores o componentes bióticos, a las que se le conoce como provincias bióticas o biogeográficas, poseen una relativa homogeneidad en condiciones ecológicas, como algún grupo de especies en particular, fisiografía, clima, suelo y vegetación (Espinosa *et al.*, 2001; Morrone, 2005), por lo que ésta regionalización puede basarse de acuerdo al tipo de grupo y área de interés (*e. g.* Escalante *et al.*, 2013).

México constituye un área ideal para llevar a cabo análisis biogeográficos (Morrone, 2005) en donde algunas áreas geográficas presentan patrones similares para diferentes especies, lo que resulta de interés para muchos investigadores. Oaxaca particularmente es una zona en donde se presenta una gran riqueza de especies y

endemismo, en este caso de anfibios y reptiles, debido principalmente a las regiones en las que se encuentra.

En cuanto a anfibios y reptiles, la provincia de la Sierra Madre del Sur y Costa del Pacífico presenta la mayor diversidad en cuanto a especies, de la misma manera en reptiles son las dos zonas de mayor representación (Fig. 13 y 15). Es importante destacar las provincias de Golfo de México y Oaxaca (Fig. 12 y 14), que por su extensión dentro del estado no es mayor a las dos mencionadas, sin embargo, presentan un importante número de especies de anfibios y reptiles, con más de 140 especies en cada región. Esto último se corrobora con lo presentado por Venegas-Barrera y Manjarrez (2011) en el que mencionan sólo especies del género *Thamnophis* dentro de las provincias biogeográficas de México, destacando la de Oaxaca como una de las de mayor riqueza e importancia. De tal manera, que se puede decir que no hay una relación entre el número de registros de anfibios ni de reptiles de acuerdo al tamaño de las provincias biogeográficas, debido a que algunas con mayor extensión presentan incluso menor número de registros que las de menor superficie, esto particularmente puede deberse a las condiciones que presentan determinadas provincias, así como por la falta de muestreo y exploración.

Para Oaxaca destacan tres provincias por su riqueza de endemismos, son Costa del Pacífico (34 especies), Sierra Madre del Sur (50 especies) y Oaxaca (32 especies) (Cuadro 8). Es importante destacar la provincia biogeográfica Oaxaca, debido a que comparada con la Costa del Pacífico y Sierra Madre el Sur, su extensión es mucho menor; sin embargo, presenta un gran número de especies endémicas dentro de su área, lo que la hace una zona de gran interés y de importancia sobresaliendo entre algunas otras. Lo cual coincide con lo presentado por Navarro *et al.* (2004), con el grupo de aves, en el cual muestra como la región del Pacífico, Atlántica, donde incluye a la provincia del Golfo de México y Oaxaca, así como la Sierra Madre del Sur son las zonas de mayor importancia en cuanto a diversidad de ese grupo taxonómico.

Para la provincia del Eje Volcánico y Depresión del Balsas no se cuenta con los suficientes registros de especies, son áreas donde se requiere mayor esfuerzo de muestreo y por lo tanto de posteriores estudios, de tal manera que también Venegas-Barrera y Manjarrez (2011) mencionan al Eje Volcánico como una de las zonas de mayor riqueza e interés, que a su vez ya se registró para otros grupos taxonómicos (Escalante *et al.*, 2002; Flores-Villela y Ochoa-Ochoa, 2006); sin embargo, en este trabajo es una de las provincias y áreas en general, que menos registros presenta en cuanto a anfibios y reptiles, a pesar de ser un grupo grande para su estudio, lo mismo que presentan Navarro

et al. (2004), en su trabajo con aves, en donde la intensidad del muestreo no es suficiente para las zonas del Eje Volcánico y la Depresión del Balsas y por lo tanto presentan menos riqueza, junto a esto la menor extensión dentro del territorio del estado.

Es importante mencionar que tanto la región del Eje Volcánico, Sierra Madre del Sur y la región Oaxaca, que se incluyen en el estado, se definen mediante una regionalización biogeográfica como una unidad natural (Escalante *et al.*, 2000), además de que Blancas-Calva *et al.* (2010), por medio de especies de aves apoyan esta idea, donde la riqueza se incrementa de norte a sur, lo que la hace una zona de gran importancia para México, así como para el estado; de igual manera como lo presentado por Casas-Andreu y Reyna-Trujillo (1990) con la regionalización de provincias herpetofaunísticas para México, donde se incluyen 15 provincias, aunque no poseen un sistema jerárquico y se basa solamente en la presencia de especies de anfibios y reptiles (Espinosa *et al.*, 2001). Sin duda, en muchos de los tipos de regionalización se presentan zonas con características muy particulares y que proveen de las condiciones favorables para el desarrollo de muchas especies, donde los grupos herpetofaunísticos juegan un papel muy importante por su gran riqueza.

Los diferentes tipos de vegetación presentes en las provincias biogeográficas del estado, también presentan una gran relación e importancia, donde se observa que el bosque tropical caducifolio es donde más registros se tienen y eso indica que hay mayor esfuerzo de colecta, además del bosque de coníferas y encinos que también destaca entre la vegetación con más registros, mismo que también obtienen Navarro *et al.* (2004) con registros de aves. Son los bosques tropicales perennifolios y bosques mesófilos de montaña los que siguen en número de registros de herpetofauna, también cabe destacar las zonas con matorral xerófilo y bosque espinoso, pues a pesar de ser zonas de poca extensión presentan un gran número de registros de especies de anfibios y reptiles.

En conjunto, tanto la regionalización, en este caso de provincias biogeográficas, y los tipos de vegetación, son de gran importancia para analizar la distribución de muchas especies, pues hay una relación muy estrecha entre ellos de acuerdo a las condiciones ecológicas que requieren para su desarrollo, de tal manera que el patrón en la distribución de anfibios y reptiles en Oaxaca, puede tener diversos efectos de acuerdo a modificaciones considerables por cambio de uso de suelo, cambio climático u otros efectos directos.

7.3 Distribución potencial y riqueza de especies

La Informática para la Biodiversidad ha sido de mucha utilidad en los últimos años, donde los sistemas de información geográfica (SIG) juegan un papel importante para el procesamiento de datos para determinar casos específicos de especies o de sitios particulares que requieren estudios a fondo, aunque no solo incluye información acerca de la biología de las especies, sino también las condiciones ambientales que puedan tener un impacto (Heidorn, 2011). Sin embargo, el uso de éstas herramientas debe ser tratado con las medidas necesarias para obtener resultados confiables, pues se pueden detectar algunas inconsistencias debido a problemas de identificación, georeferenciación y cambios taxonómicos (Soberón y Peterson, 2004). De tal manera que la aplicación de nuevas herramientas para conocer más acerca de la distribución de las especies ha generado alternativas en la actualidad para poder contar con mejores estrategias en la conservación.

La descripción de la riqueza y la distribución de herpetofauna mexicana en los últimos años incrementaron debido a los avances en las diferentes técnicas para su estudio. El grupo de anfibios y reptiles, y en general vertebrados terrestres, tienen gran interés y desarrollo con las técnicas de modelos de distribución de especies (MDE), sobre todo para sugerir los efectos del cambio climático en las diferentes especies. El modelo de nicho ecológico, representa sólo un acercamiento a la distribución de las especies. El mundo del modelado y la distribución geográfica ecológica de las especies es al mismo tiempo complejo y prometedor (Peterson, 2006), por que presenta un amplio alcance geográfico y con la incorporación a numerosas aplicaciones con un fin de evaluación predictiva (Elith *et al.*, 2006). Este campo es claramente un logro reciente, en gran parte por el potencial que tiene y genera en cada uno de los diferentes estudios en que se utiliza, y como consecuencia cada vez de más interés y aplicación (Peterson, 2006), además de las nuevas propuestas para evaluar de mejor manera la precisión y sensibilidad de los modelos de distribución de especies (*e. g.* Márcia-Barbosa *et al.*, 2013).

La distribución potencial de especies de anfibios y reptiles presentes en el estado, depende de varias condiciones que generan una distribución como la observada, dentro de las que destacan, la posición geográfica, los climas y los diversos tipos de vegetación presentes, además de la fisiografía (Jiménez-Valverde *et al.*, 2008) y una estabilidad geológica dentro del estado, que han hecho de la herpetofauna un grupo cada vez más complejo (Casas-Andreu *et al.*, 1996); siendo la distribución potencial el área o los sitios

donde la especie puede vivir (Jiménez-Valverde *et al.*, 2008). Destacan la zona del Istmo en la región de la costa del Pacífico para anfibios y reptiles. Asimismo, gran parte de la Sierra Madre de Oaxaca y Sierra Norte presentan una gran riqueza de anfibios, mientras que de reptiles se concentra sobre todo en la Sierra Madre de Oaxaca. Es importante mencionar que existen zonas donde se aprecia una menor riqueza para anfibios, siendo el sur de Sierra Norte y parte de los Valles centrales; sin embargo, para reptiles particularmente es la zona de las Montañas y Valles del Occidente donde la riqueza disminuye (Fig. 16).

La riqueza de anfibios y reptiles en Oaxaca se puede visualizar incluso a partir de los registros de especies, en el cual se muestran casi los mismos sitios que arrojan los modelos de distribución de especies, pero sin duda, estos últimos pueden generar la probabilidad de la distribución de las especies con fines de mejorar en el estudio y manejo de estos organismos, mientras que los registros pueden dar un acercamiento a lo que en realidad se conoce, es decir, las localidades que han sido muestreadas y por lo tanto las que se desconocen o requieren de mayor exploración. Es por eso que unir ambos aspectos, pueden generar un mayor acercamiento a la distribución y conocimiento de las especies en determinadas zonas, desde un punto de vista para conocer la biología y ecología de muchas especies, así como fines de conservación, como se muestra en este estudio.

El uso de modelos de distribución de especies puede generar mejores alternativas para integrar información disponible, así como colocar datos limitados y que pueden ser de gran ayuda en la generación de información biológica base no disponible para muchas especies (Morales, 2012). En este caso MaxEnt se utilizó como una herramienta para aproximarse al conocimiento de la distribución potencial de la biodiversidad de anfibios y reptiles en Oaxaca, de tal manera que los modelos de distribución de especies son una herramienta empírica, robusta, repetible y fácil de utilizar, que pueden ayudar a identificar potenciales zonas a conservar (Phillips *et al.*, 2006; Morales, 2012).

Aun cuando los modelos de distribución de especies (MDE) presenta ventajas para gran número de estudios con objetivos diferentes, se deben tomar en cuenta ciertas implicaciones que derivan de su uso, dentro de las que destacan el poder delimitar de una manera adecuada las regiones con las condiciones ecológicas para cada una de las especies (Peterson y Soberón, 2012; Lobo *et al.*, 2008), aunado a esto el conocimiento de la biología de las especies que indican que requerimientos ecológicos son propicios para cada una, es decir, el uso de MDE debe calibrarse y ajustarse con otros aspectos de las

especies de interés así como el tipo de variables que se utilicen (Lobo, 2008), pues en muchos casos se puede presentar sobrepredicción en la distribución de las especies, es decir, se pueden indicar áreas con las mismas condiciones para muchas especies (Elith *et al.*, 2011) pero puede que no se encuentren de manera natural ahí, este tipo de problemas puede presentarse sobre todo con especies endémicas o microendémicas, donde el área de distribución puede ser mucho más específica de lo que podría arrojar el modelo. Debe tomarse en cuenta que las distribuciones de las especies no solo están determinadas por factores abióticos, sino también por las interacciones bióticas, restricciones de dispersión, efectos antropogénicos y factores de la historia natural de cada especie (Jiménez-Valverde *et al.*, 2008); es por eso que el conjunto de todos estos factores podrían determinar de mejor manera una probable distribución actual de las especies.

Otro aspecto importante a tener en cuenta al introducirse a estas técnicas de modelado, es considerar que el modelo obtenido puede o no generar la distribución real de las especies, pues considera la mayor probabilidad de que se encuentre, es decir, son aproximaciones incompletas, porque generalmente la distribución de una especie está influenciado por un número indeterminado de factores que interactúan espacialmente de manera diferente (Lobo *et al.*, 2008). Además de tomar en cuenta los aspectos mencionados, sería importante corroborarlos a través de datos de presencia/ausencia (Lobo *et al.*, 2008; Lobo, 2008; Márcia-Barbosa *et al.*, 2013). Sin embargo, resulta una herramienta útil para conocer la probable distribución de muchas de las especies y con ello obtener datos confiables para una toma de decisiones con fines de conservación.

Además, es importante mencionar que el manejo de los grupos de manera independiente, es decir anfibios y reptiles, podría generar mejores propuestas para los investigadores, pues aspectos como la fisiología, ecología, incluso la respuesta a cambios ambientales, son diferentes para cada uno de los grupos por lo que se obtendrían mejores resultados para cada grupo.

7.4 Conservación y Áreas Naturales Protegidas

A través de los últimos años, el conocimiento acerca de la herpetofauna, ha tomado relevancia en diversos aspectos, principalmente taxonómicos, ecológicos, geográficos (*e.g.* Casas-Andreu *et al.*, 1996; Rendón *et al.*, 1998; Casas-Andreu *et al.*, 2004; Peterson *et al.*, 2004; Castro, 2011; Caviedes, 2009; Vega, 2010) o incluso con fines específicos de

importancia médica y social (e.g. Yáñez-Arenas *et al.*, 2014); sin embargo, no ha sido suficiente la investigación en la conservación de las especies de anfibios y reptiles, lo que implica una pérdida gradual, particularmente para el estado con mayor riqueza. Faleiro *et al.* (2013), mencionan la importancia de la conservación de las especies ante los impactos actuales de cambio climático y actividades humanas, así como los modelos de predicción que podrían generar mejores opciones en las áreas de protección.

Desde hace tiempo, se han ido generando propuestas para la conservación de la herpetofauna en el mundo, Daugherty *et al.* (1994), mencionan estrategias para la conservación de la herpetofauna en Madagascar a través de áreas de protección que generarían un manejo adecuado de estos organismos, al igual que Kremen *et al.* (2008), se enfocan a la conservación también de éste país y la generación de nuevas y mejores áreas para la protección de la diversidad, no solo de anfibios y reptiles, si no de la fauna presente.

En México se cuenta con el Sistema de Áreas Naturales Protegidas, que intenta generar los polígonos suficientes para la conservación de la diversidad. Particularmente la herpetofauna se encuentra en un estatus relevante en cuanto a su conservación, por lo que las áreas designadas en ocasiones no cubren todos los taxones para un grado de conservación mayor; sin embargo, es importante también mencionar que la evaluación de las distintas zonas se da a través de algunos criterios, dentro de los cuales se incluye la riqueza de especies, riqueza de endemismos, distribución restringida, especies en riesgo (LGEEPA, 2012), entre otras, de tal manera que la formación de nuevas áreas resulta en ocasiones complicado pues se deben cumplir los criterios mencionados. Aunque la aplicación de áreas de protección es un punto de partida, Peterson y Navarro-Sigüenza (1999) mencionan que las prioridades para la conservación deben de tomarse en cuenta para las perspectivas taxonómicas y de sistemática de los grupos de interés, debido a la sensibilidad que tienen éstos ante los diferentes puntos de vista taxonómicos que generalmente se tienen dentro del ámbito.

Aun cuando no ha sido suficiente el esfuerzo por decretar áreas que incluyan un mayor número de especies, es importante considerar y mencionar las ya existentes para de ahí partir hacia una mejor toma de decisiones, *en la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4* (2014), se menciona como uno de los objetivos principales, para salvaguardar ecosistemas, especies y diversidad genética, es la intervención directa en aspectos como el aumento en cobertura, eficacia y representatividad de las áreas protegidas, además de otras medidas y estrategias en el monitoreo de las especies (e.g.

Tulloch *et al.*, 2013) basadas en los diferentes ecosistemas. La conectividad entre algunas áreas protegidas puede generar otra alternativa para la conservación de la diversidad, esto permite un flujo de especies entre estas áreas y por ende un grado de conservación mayor, en algunos casos se presenta los llamados corredores biológicos; incluso el uso del principio de complementariedad (*e. g.* Ortega-Huerta y Peterson, 2004) para integrar una cantidad de especies mayor en las áreas de protección y por lo tanto se puedan proponer estrategias de conservación bien sustentadas; así como el uso de otros algoritmos que prioricen las áreas de conservación y que complemente la información ya establecida, así como la obtenida en los estudios recientes (*e.g.* Iloldi-Rangel *et al.*, 2008).

Por otro lado, la conservación de las especies está directamente relacionada con su distribución y con las diferentes estrategias que se apliquen para destinar áreas de protección y la inclusión de determinados taxones. Es por ello, que se han aplicado diversas herramientas para el conocimiento de la distribución, siendo los modelos de distribución de especies una alternativa para poder conocer, explorar y conservar de mejor manera diferentes áreas. Peterson (2006) menciona como el desarrollo de éstas herramientas pueden generar una estimación o caracterización de la distribución de especies en un aspecto de espacio ecológico, que puede ser útil para comprender sus posibles distribuciones en el espacio geográfico.

Para Oaxaca se tiene un número reducido de Áreas Naturales Protegidas (ANP's) con una superficie total aproximada de 355, 000 ha (Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2013), que es solo un 3.4% de la superficie total del estado, donde solo incluye ocho de carácter federal (Cuadro 9) y que no presentan áreas de gran extensión y solo una de ellas es Reserva de la Biosfera (Tehuacán-Cuicatlán), que cabe mencionar solo una parte de esta pertenece al territorio del estado, mientras que Casas, *et al.*, mencionan solo cuatro ANP's de carácter federal (Benito Juárez, Huatulco, Lagunas de Chacahua y Tehuacán-Cuicatlán), por lo que es notorio como en una década los esfuerzos por conservar han intentado mejorar para el estado con la creación de nuevas áreas, pero cabe mencionar que no ha sido suficiente. Actualmente también se incluyen seis áreas de carácter estatal (Cuadro 9), que al igual que las federales cuentan con una extensión baja, siendo la mayoría de éstas, Parques Estatales y dos Zonas de Reserva Ecológica. El tomar en cuenta áreas a nivel estatal podría iniciar un mejor aprovechamiento y mayor esfuerzo de conservación en la diversidad de anfibios y reptiles, así como de otras especies, donde posteriormente podrían proponerse alternativas a nivel

federal que cubran los requerimientos y con una base que pueda sustentar el grado de conservación necesario.

De acuerdo con los mapas obtenidos para anfibios y reptiles, sobre ANP's, es posible observar que los polígonos no cubren en su totalidad las zonas que requieren una mayor grado de protección. Al igual que Casas *et al.* (2004), las regiones con mayor riqueza son la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, que en cuestión de protección se encuentran en niveles muy bajos. Para estas dos regiones solo una parte de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán y el Parque Nacional Benito Juárez protegen la Sierra Madre de Oaxaca; sin embargo, para Sierra Madre del Sur no se tiene un área determinada de protección (Fig. 17 y 18).

Gran parte de la costa del Pacífico es de gran importancia dentro del estado para la herpetofauna, datos que ya se habían generado para otros grupos de vertebrados, además de algunos más específicos sobre anfibios, donde Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010) mencionan que existen algunos sitios, señalados como hotspots de gran importancia así como determinadas áreas prioritarias para la conservación, incluyendo el centro de Oaxaca. También García y Flores-Villela (2007) incluyen áreas con alta diversidad beta hacia las costas de Oaxaca, en las cuales no se decretaron áreas de protección. En estos últimos trabajos también coinciden con nuestros resultados, donde esas regiones particularmente no presentan algún tipo de área de conservación.

Como ya se ha dicho, Oaxaca presenta un gran número de especies endémicas de anfibios y reptiles, además de microendémicas, aunque resulta preocupante pues Lips *et al.*, (2014), sugieren que aproximadamente 27 especies de anuros disminuyen en los últimos años en las tierras altas del sur de México, incluyendo zonas de Oaxaca, además se propone que cerca del 50% de las especies microendémicas, especialmente anfibios de México requieren medidas de conservación inmediatas (Parra-Olea *et al.*, 2014), donde la mayoría tiene una distribución hacia el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Por otra parte, los resultados presentados por García *et al.* (2013), sugieren que existen efectos climáticos significativos en los patrones de distribución geográfica para las especies endémicas de anfibios del oeste de México, incluyendo gran parte de Oaxaca; además de los cambios graduales que podrían indicar que los puntos de acceso de riqueza serán menores y aislados.

A pesar de la influencia de los cambios climáticos sobre los anfibios y reptiles, la distribución que se muestra en los modelos podría complementarse si se toma en cuenta

la influencia de los componentes de la diversidad y las actividades antrópicas que suelen llegar a ser más importantes para predecir directamente los patrones de distribución de las especies dentro del estado. Además es necesario considerar que varias especies ocupan más de un microhábitat, y por lo general son aquéllas que no requieren un ambiente muy específico y presentan una amplia distribución (Martin-Regalado *et al.*, 2011).

Uno de los problemas, que actualmente ha tomado mucho interés, a los cuales se enfrenta la herpetofauna, son algunas enfermedades emergentes que afectan poblaciones grandes de éstos organismos, siendo los anfibios uno de los grupos más susceptible y sobre todo para muchas zona de Oaxaca y otras cercanas, en donde se ha encontrado evidencia directa del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* en numerosos sitios, y sugiere que ha provocado la disminución de las poblaciones de anfibios (Lips *et al.*, 2014). Sin embargo, es probable que el grado de devastación causada por algunos animales introducidos (*e.g.* Martínez-Morales y Cuarón, 1999; De la Torre *et al.*, 2010; Lujá y Rodríguez-Estrella, 2010; Lazcano *et al.*, 2010) también sea motivo de la disminución de sus poblaciones (Daugherty *et al.*, 1994).

Los anfibios y reptiles, por lo tanto tienen un papel importante en los ecosistemas, ya que gran parte del flujo energético y de nutrientes se da por medio de ellos, además de funcionar como controladores de algunas poblaciones de insectos o roedores. Probablemente la disminución de las poblaciones de estas especies podría generar un desequilibrio en los ecosistemas y por ende la disminución de otras especies, así como la propagación de plagas (Castro, 2011).

El problema inmediato para la ciencia y para la conservación de las especies es desarrollar políticas que permitan analizar las áreas locales, distinto a lo que en muchas ocasiones se realiza, es decir a una escala global (Grehan, 1993). Asimismo, la habilidad para predecir eficazmente la distribución de cualquier especie depende básicamente de la cantidad y la calidad de los datos con los que se cuente (Medina-Aguilar *et al.*, 2010). Los análisis en ocasiones, son demasiado gruesos para ofrecer, en el terreno de conservación, apoyo para la toma de decisiones a nivel local, por lo que la identificación de regiones podría tomarse para una planificación manejable de unidades (Brum *et al.*, 2013). Además de incluir los esfuerzos entre investigadores de diversas disciplinas, desde taxónomos, biogeógrafos, ecólogos, así como encargados de analizar la parte social y política (Kelt y Meserve, 2014), pues en conjunto se produciría un cambio en la conservación de los taxones.

Se destaca la importancia de escenarios de conservación que minimicen futuros conflictos ya sea con uso de suelo o con las incertidumbres en el proceso de modelos de distribución de especies (Faleiro *et al.*, 2013), además de dar prioridad a las áreas con cubierta forestal relativamente baja pero considerable que son descuidadas y un monitoreo continuo de muchas de las especies como complemento para maximizar los esfuerzos de conservación, manejo y determinación de ciertas poblaciones (Tulloch *et al.*, 2013). La delimitación precisa de las áreas protegidas requiere tomar en cuenta los factores socioeconómicos dentro de estas áreas, además de las que son más vulnerables a la destrucción del hábitat o que deben recibir atención inmediata (Kremen *et al.*, 2008). El papel de las iniciativas de conservación a través de acciones sociales, se convierte en un elemento crucial para un número importante de especies no cubierto por los tomadores de decisiones (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2009). El desorden administrativo en el que se encuentran nuestras áreas protegidas, se hace patente al revisar las categorías de manejo bajo las cuales se decretan (Flores-Villela y Geréz, 1994). Es por que una pequeña minoría de vertebrados terrestres amenazados son adecuadamente cubierto por las áreas protegidas existentes (Venter *et al.*, 2014).

Los efectos actuales sobre la pérdida de fauna parecen no tener solo un efecto en la ecología de los sistemas y especies afectadas, sino que también podría generar consecuencias evolutivas (Dirzo *et al.*, 2014), lo que llevaría a graves problemas en la distribución de las especies, que en general presentan una estrecha relación en la interacción entre grupos, además del desequilibrio que podría causar dentro de muchas de las comunidades biológicas.

8. CONCLUSIÓN

Oaxaca es el estado con mayor diversidad en México, destacando el grupo de anfibios y reptiles. Esta gran diversidad está representada por su gran riqueza de especies y endemismos; sin embargo, es preocupante que más de la mitad de las se encuentren en alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional como internacional, por lo tanto su conservación debe ser considerada inmediata, así como muchas de ellas se encuentran en las zonas de mayor riqueza para el estado, como lo son, la provincia de Oaxaca y Sierra Madre del Sur, además de Sierra Norte y Sierra de Oaxaca.

La Informática para la Biodiversidad, ha tomado gran importancia en los últimos años, así como el uso de los SIG para complementar la información que en muchos casos resulta escasa. La aplicación complementaria de diferentes herramientas como SIG, bases de datos, colecta y literatura, podrían ayudar a evaluar con mayor precisión y confiabilidad la distribución y riqueza de especies; específicamente los MDE han sido una herramienta muy útil actualmente para poder comprender los patrones de distribución de la diversidad biológica, así como una estrategia para la conservación, por lo que ayudaría a complementar algunos de los sesgos que se tienen en algunas áreas, aunque con ciertas limitaciones que deben considerarse, desde un marco conceptual, de aplicación e interpretación de resultados.

El estado de conservación en la última década presenta un sesgo importante, aun cuando se han tomado algunas medidas, pero la investigación y las políticas han sido insuficientes para conformar una mejor toma de decisiones y por lo tanto una mejor protección de especies biológicas, particularmente de anfibios y reptiles, que como se ha visto presentan un riesgo latente ante los impactos directo de cambio climático, cambio de uso de suelo, degradación de hábitat y enfermedades emergentes. Por lo que, las ANP's resultan una herramienta importante para la conservación de las especies; la conectividad, la complementariedad, el aumento en las dimensiones de algunos polígonos o incluso la generación de nuevos, podrían ser algunas de las propuestas y medidas que ayudarían a mejorar y optimizar la conservación.

Asimismo la generación de un mayor número de estudios a nivel regional, así como integrar aspectos socioeconómicos locales que influyen directamente en las decisiones impide mantener poblaciones estables de anfibios y reptiles. Por lo que el papel de la investigación científica, la sociedad y la política en conjunto podría sustentar de mejor manera las propuestas y las decisiones.

9. Literatura citada

- Aguilar, J., Melgarejo, E., Hernández, C. y Canseco, L. (2005). *Typhlops tenuis* (Salvin, 1860, Nuevo registro para la herpetofauna de Oaxaca, México. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.*, 13,1-2.
- Aguilar-Miguel, X., Casas Andreu, G., Cárdenas Ramos, P. J., y Cantellano de Rosas, E. (2009). Análisis espacial y conservación de los anfibios y reptiles del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum.*, 16,171-180.
- Beaumont, L.J., Hughes, L., y Pitman, A.J. (2008). Why is the choice of the future climate scenarios for species distribution modelling important? . *Ecology letters*, 11, 1135-1146.
- Blancas-Calva, E., Navarro-Sigüenza, A.G., y Morrone, J.J. (2010). Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre del Sur. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 561-568.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., et al. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157, 372-385.
- Bojorges-Baños, J.C. (2011). Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 205-215.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. (2004). Mamíferos. En A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife, México, pp. 423-447.
- Brum, F.T., Gonçalves, L.O., Cappelatti, L., Carlucci, M.B., Debastiani, V.J., Salengue, E.V., et al.. (2013). Land Use Explains the Distribution of Threatened New World Amphibians Better than Climate. *PLoS ONE*, 8, 1-8.
- Canseco-Márquez, L., y Campbell, J.A. (2003). Variation in Zapotitlán coral snake, *Micrurus pachecogili* (Serpentes: Elapidae). *The Southwestern Naturalist*, 48, 705-707.
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayen, G., y Mendoza-Hernández, A. (2008). A new species of night-lizard of the genus *Lepidophyma* (Squamata: Xantusiidae) from the Cuicatlán Valley, Oaxaca, México. *Zootaxa*, 1750, 59-67.
- Canseco-Márquez, L., y Parra-Olea, G. (2003). A new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from Northern Oaxaca, México. *Herpetological journal*, 13, 21-26.
- Casas-Andreu, G., y Reyna-Trujillo, T. (1990). Provincias herpetofaunísticas. Mapa IV.8.6, en Atlas Nacional de México, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Casas-Andreu, G., Méndez-De la Cruz, F.M. y Camarillo, J.L. (1996). Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 69, 1-35.

- Casas-Andreu, G., F.R., Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. (2004). Anfibios y reptiles. En A. J. García, M. J. Ordoñez y M. Briones (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 375-390.
- Castoe, T.A., Chippindale, P.T., Campbell, J.A., Ammerman, L.K., y Parkinson, C.L. (2003). Molecular systematics of the middle american jumping pit vipers (Genus *Atropoides*) and phylogeography of the *Atropoides nummifer* complex. *Herpetologica*, 59, 420-431.
- Castro, J. (2010). *Procesos de fragmentación de hábitat en la Sierra Madre Oriental Potosina y su impacto en la distribución de la avifauna*. . (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Castro, Z. (2011). *Distribución de los anfibios y reptiles de la Mixteca de Oaxaca*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Caviedes, I. (2009). *Estudio Herpetofaunístico del municipio Pluma Hidalgo, Oaxaca, México*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Centeno, E. (2004). Configuración geológica del estado. En A. J. García, M. J. Ordoñez M. Briones (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 29-42.
- CITES. Convención Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestre en Peligro. <http://www.cites.org/>.(Consultada el 11 de Julio de 2014)
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/> (Consultada el 3 de mayo de 2014)
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1997). Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/> (Consultada el 15 de diciembre de 2014)
- CONANP.(2014). Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México de Septiembre 2014, edición 1. escala 1:250000. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Contreras-Medina, R., Luna-Vega, I., y Ríos-Muñoz, C. (2010). Distribución de *Taxus globosa* (Taxaceae) en México: Modelos ecológicos de nicho, efectos del cambio del uso de suelo y conservación. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83, 421-433.
- Cruz-Elizalde, R., y Ramírez-Bautista, A. (2012). Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 458-467.

- Chávez, E. (2012). *Análisis de los patrones de distribución de la herpetofauna en el estado de Guanajuato y áreas aledañas*. (Tesis de Maestría), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Daugherty, C.H., Patterson, G.B., y Hitchmough, R.A. (1994). Taxonomic and conservation review of the New Zealand herpetofauna. *New Zealand Journal of Zoology*, 21, 317-323.
- Davis, E.B., McGuire, J.L., y Orcutt, J.D., (2014). Ecological niche models of mammalian glacial refugia show consistent bias. *Ecography*, 37, 1133-1138.
- Del Socorro, B. (2009). *Análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz*. (Tesis de Maestría), Instituto de Ecología, A.C., Veracruz, Xalapa.
- De la Torre, A., López, L., Bárcenas, H., Nájera, E., y Medellín, R. (2010). New record of sheep frog (*Hypopachus variolosus*) in the Tres Marías Islands archipelago, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 581-582.
- Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J., y Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401-406.
- Dugés, A. y Hernández, F. (1889). *La Naturaleza*. 1, 282-288.
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., et al. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y., y Yates, C.J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17, 43-57.
- Escalante, T., Espinosa, D., y Morrone, J.J. (2002). Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 87, 47-65.
- Escalante, T., Rodríguez, G., y Morrone, J.J. (2005). Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 199-205.
- Escalante, T., Morrone, J.J. y Rodríguez-Tapia, G. (2013). Biogeographic regions of North American mammals based on endemism. *Biological Journal of the Linnean Society*, 110, 485-499.
- Espinosa, D., Morrone, J.J., Aguilar, J., y Llorente, J. (2001). Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas (pp. 2-42). México, D.F.: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
- Espinosa, D.V. (2013). *Patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos del Atlántico Norte*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Faivovich, J., Haddad, C.F., García, P.C., Frost, D.R., Campbell, J.A., y Wheeler, W.C. (2005). Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to

- Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294, 1-240.
- Faleiro, F.V., Machado, R.B., y Loyola, R.D. (2013). Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. *Biological Conservation*, 158, 248-257.
- Flores-Villela, O.A. (1991). *Análisis de la distribución de la herpetofauna de México*. (Tesis de Doctorado), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Flores-Villela, O.A. (1993). Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History*. 17, 1-73.
- Flores-Villela, O., y Canseco-Márquez, L. (2004). Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20, 115-144.
- Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 467-475.
- Flores-Villela, O.A., y Gerez, P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo* (E. T. C. S. A. d. C.V. Ed. 2da. ed.). México: CONABIO-UNAM.
- Flores-Villela, O., y Goyenechea, I. (2003). Patrones de distribución de Anfibios y Reptiles en México. En Morrone, J.J. y Llorente, J. (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Facultad de Ciencias, UNAM Posgrado, México, D.F.: Las prensas de ciencias, pp. 195-198.
- Frías-Álvarez, P., Zuñiga-Vega, J.J., y Flores-Villela, O. (2010). A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3699-3742.
- Frost, D.r., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R., Haas, A., Haddad, C., *et al.* (2006). The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 297, 1-71.
- García, A., Ordoñez, M.J., y Briones, M. (2004). Introducción. En A. García, M. J. Ordoñez y M. Briones (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Insituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 19-25.
- García, A., Ortega-Huerta, M.A., y Martínez-Meyer, E. (2013). Potencial distributional changes and conservation priorities of endemic amphibians in western México as a result of climate change. *Enviromental Conservation*, 41, 1-12.
- García, A., Solano-Rodríguez, H., y Flores-Villela, O. (2007). Patterns of alpha, beta and gamma diversity of the herpetofauna in México's Pacific lowlands and adjacents interior valleys. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30, 169-177.
- García-Padilla, E., y Mata-Silva, V. (2014). Noteworthy Distributional Records for the Herpetofauna of Oaxaca, México. *Herpetological Reviews*, 45, 468-469.

- García-Trejo, E.A., y Navarro, A.G. (2004). Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20, 167-185.
- García-Vázquez, U., Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J.L., Hernández-Jiménez, C.A., C., Maceda-Cruz, J., Gutiérrez-Mayén, M.G., y Melgarejo-Vélez, E.Y. (2006). Análisis de la distribución de la herpetofauna en la región Mixteca de Puebla, México. *Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 3, 152-169.
- García-Vázquez, U.O., Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, G., y Trujano-Ortega, M. (2009). Actualización del conocimiento de la fauna herpetológica en el estado de Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 17, 12-36.
- 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.
- González-Pérez, G., Briones-Salas, M., y A.M. Alfaro. (2004). Integración del conocimiento faunístico del estado. En García, A.J., Ordoñez, M.J., y Briones, M., (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 449-466.
- González-Trujillo, R., Méndez-Alonzo, R., Arroyo-Rodríguez, V., Vega, E., González-Romero, A., y Reynoso, V.H. (2014). Vegetation Cover and Road Density as Indicators of Hábitat Suitability for the Morelet's Crocodile. . *BioOne*, 48, 188-194.
- Grehan, J.R. (1993). Conservation biogeography and the biodiversity crisis: a global problema in space/time. *Biodiversity Letters*, 1, 134-140.
- Gutiérrez, C. (2012). *Diferencias estacionales e interpoblacionales en el nicho ecológico de Oreothlypis ruficapilla (Aves: Parulidae)*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Heidorn, B. (2011). Biodiversity Informatics. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*. 37, 38-44.
- Hernández-Ordoñez, O., Martínez-Ramos, M., Arroyo-Rodríguez, V., González, Hernández, A., González-Zamora, A., Zárate, D.A., y Reynoso, V.H. (2014). Distribution and conservation status of amphibian and reptile species in the Lacandona rainforest, Mexico: an update after 20 years of research. *Tropical Conservation Science*, 7, 1-25.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated and climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25, 1965-1978.
- IEEDSO. Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. <http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/> (Consultada el 16 de diciembre, 2014)
- Illoldi-Rangel, P., Fuller, M., Linaje, C., Pappas, Sánchez-Cordero, V., y Sarkar, S. (2008). Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the

- conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and Distributions*, 14, 493-508.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/territorio/> Consultada el 15 de enero de 2015
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <http://www.iucnredlist.org/>. Consultada el 6 de julio 2014.
- Jadin, R.C., Smith, E.N, y Campbell, J.A. (2011). Unravelling a tangle of Mexican serpents: a systematic revision of highland pitvipers. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 163, 943-958.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J.M. y Hortal, J. (2008). Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, 14, 885-890.
- Kelt, D. y Meserve, P. (2014). Status and challenges for conservation small mammal assemblages in South América. *Biological Reviews*, 89, 705-722.
- Köhler, G., Gómez, R., Petersen, C., y Méndez-de la Cruz, F.R. (2014). A revision of the Mexican *Anolis* (Reptilia, Squamata, Dactyloidae) from the Pacific versant west of the Isthmus de Tehuantepec in the states of Oaxaca, Guerrero, and Puebla, with the description of six new species. *Zootaxa*, 1, 1-210.
- Kremen, C., Cameron, A., Moilanen, A., Phillips, S.J., Thomas, C.D., Beentje, *et al.* (2008). Aligning Conservation Priorities Across Taxa in Madagascar with High-Resolution Planning Tools. *Science*, 320, 222-226.
- Lazcano, D., Mendoza, R., Campos, L., Lavin, P. y Quiñonez M. (2010). Notes on Mexican Herpetofauna 15: The risk of invasive species in northeastern México. *Bull. Chicago Herp. Soc.*, 45, 113-117.
- LGEEPA. (2015). "Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente". Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Última reforma DOF 9 de enero de 2015. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.html> (Consultada el 19 de marzo de 2015).
- Liner, E.A. (1994). Scientific and common names for, and the amphibians and reptiles of México in English and Spanish. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular*, 23, 1-113.
- Liner, E.A. (2007). A checklist of the amphibians and reptiles of México. *Occasional Papers of the Museum of the Natural Science*, 80, 1-60.
- Lips, K.R., Mendelson III, J.R., Muñoz-Alonzo, A., Canseco-Márquez, L., y Mulcahy, D.G. (2004). Amphibian population declines in montane southern México: resurveys of historical localities. *Biological Conservation*, 119, 555-564.
- Lobo, J. (2008). More complex distribution models or more representative data? *Biodiversity Informatics*, 5, 14-19.

- Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A. y Real, R. (2008). AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 17, 145-151.
- Luja, V.H. y Rodríguez-Estrella, R. (2010). The invasive bullfrog *Lithobates catebeianus* in oases of Baja California Sur, México: potential effects in a fragile ecosystem. *Biol Invasions*, 12, 2979-2983.
- Luna, M. (2008). *Conservación de carnívoros en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México*. (Tesis de Licenciatura), Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, IPN, México, Oaxaca de Juárez.
- Márcia Barbosa A., Real, R., Muñoz, A. y Brown, J.A. (2013). New measures for assessing model equilibrium and prediction mismatch species distribution models. *Diversity Distributions*, 19, 1333-1338.
- Martin-Regalado, C.N., Gómez-Ugalde, R.M., y Cisneros-Palacios, M. (2011). Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana*, 27, 359-376.
- Martínez, M. (1891). Catálogos de la flora y la fauna del Estado de Oaxaca. *Imprenta del Estado*.
- Martínez-Morales, M.A. y Cuarón, A.D. (1999). *Boa constrictor*, an introduced predator threatening the endemic fauna on Cozumel Island, México. *Biodiversity and Conservation*, 8, 957-963.
- Mata, E. y Mata, E. (2006). Informatización del conocimiento para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, 15, 58-65.
- Mata-Silva, Johnson, J.D., Wilson, L.D. y García-Padilla, E. (2015). The herpetofauna of Oaxaca, México: composition, physiographic, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2, 5-62
- Medina-Aguilar, O., Alvarado-Díaz, J. y Suazo-Ortuño, I. (2011). Herpetofauna de Tacámbaro, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1194-1202.
- Meik, J., Smith, E.N., Canseco-Márquez, L., y Campbell, J.A. (2006). New Species of the *Plectrohyla bistincta* Group (Hylidae: Hylinae: Hylini) from Oaxaca, México. *Journal of Herpetology*, 40, 304-309.
- Morales, N. (2012). Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental*, 2, 1-5.
- Morrone, J.J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 207-252.
- Navarro, S., A.G., García-Trejo, E.A., A.T., Peterson, y V. Rodríguez-Contreras. (2004). Aves. En A. J. García, M. J. Ordoñez y M. Briones (Eds.), *Biodiversidad de*

Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 391-421.

- Nieto-Montes de Oca, A. (2003). A New species of the *Geophis dubius* group (Squamata: Colubridae) from the Sierra de Juárez of Oaxaca, México. *Herpetologica*, 59, 572-585.
- Ochoa-Ochoa, L.M. (2006). *Análisis de patrones de la herpetofauna de México*. (Tesis de Maestría), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Ochoa-Ochoa, L.M., Campbell, J.A., y Flores-Villela, O.A. (2014). Patterns of richness and endemism of the Mexican herpetofauna, a matter of spatial scale? *Biological Journal of the Linnean Society*, 111, 305-316.
- Ochoa-Ochoa, L.M., y O. Flores Villela. (2006). Áreas de diversidad y endemismos de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F., 211 pp.
- Ochoa-Ochoa, L.M., Munguía, M., Lira-Noriega, A., Sánchez-Cordero, V., Flores-Villela, O., Navarro-Sigüenza, A., y Rodríguez, P. (2014). Spatial scale and B-diversity of terrestrial vertebrates in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 918-930.
- Ortega-Huerta, M. y Peterson, A.T. (2004). Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern México. *Diversity and Distributions*, 10, 39-54.
- Palacio-Prieto, J.L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J.F., Takaki-Takaki, F., Victoria, A., et al. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del Inventario Nacional Forestal 2000. *Investigaciones Geográficas: Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 43, 183-203.
- Paredes-García, D.M., Ramírez-Bautista, A., y Martínez-Morales, M.A. (2011). Distribución y representatividad de las especies del género *Crotalus* en las áreas naturales protegidas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 689-700.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 460-466.
- Pérez-Irineo, G., y Santos-Moreno, A. (2012). Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 164-169.
- Peterson, A.T. (2006). Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics*, 3, 59-72.
- Peterson, A.T., Canseco-Márquez, L., Contreras-Jiménez, J.L., Escalona-Segura, G., Flores-Villela, O., García-López, J., Hernández-Baños, B., Jiménez, C., León-Paniagua, L., Mendoza, S., Navarro-Sigüenza, A.G., Sánchez-Cordero, V. y Willard, D. (2004). A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, México: Birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75, 439-466.

- Peterson, A.T., y Navarro-Sigüenza, A.G. (1999). Alternate Species Concepts as Bases for Determining Priority Conservation Areas. *Conservation Biology*, 13, 427-431.
- Peterson, A.T. y Soberon, J. (2012). Species Distribution Modelling and Ecological Niche Modelling getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, 10, 1-6.
- Peterson, A.T., Papes, M. y Soberon, J. (2008). Rethinking receiver operating characteristic analyst applications in ecological niche modeling. *ELSEVIER, Ecological Modelling*, 213, 63-72.
- Philliod, D., Muths, E., Scherer, R.D., Bartelt, P.E., Corn, P.S., Hossack, B.R., Lambert, B., McCaeffery, R. y Gaughan, C. (2010). Effects of amphibian chytrid fungus on individual survival probability in wild boreal toads. *Conservation Biology*, 24, 1259-1267.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. y Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.
- Porrás, L.W., Wilson, L.D., Schuett, G.W. y Reiserer, R.S. (2013). A taxonomic reevaluation and conservation assessment of the common cantil, *Agkistrodon bilineatus* (Squamata: Viperidae): a race against time. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7, 48-73.
- Ramírez, A. (2013). *Patrones de distribución de la mastofauna de la Cuenca del Valle de México y su relación con el crecimiento de la zona urbana*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Rendón, A.N. (2010). *Patrones de distribución altitudinal de la mastofauna de Oaxaca, México*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Rendón, A., Álvarez, T., y Flores-Villela, O. (1998). Herpetofauna de Santiago Jalahui, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 75, 17-45.
- Ríos, C. (2006). *Patrones biogeográficos de la avifauna de las selvas secas de Mesoamérica*. (Tesis de Maestría), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Rose, S., y Grainger, A. (2003). Multivariate mapping of spatial variation Peruvian Amazonia. *Diversity and Distributions*, 9, 237-249.
- Sahagún, F.J., Castro, C. y Reyes, H. (2012). Distribución geográfica de la avifauna en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México: un análisis regional de su estado de conservación. *Revista de Biología Tropical*, 61, 897-925.
- Shannon, F.A. (1951). Notes on a herpetological collection from Oaxaca and other localities in Mexico. *Proceedings of the United States National Museum*, 101, 465-484.
- Santos, T. y Tellería, J.L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15, 3-12.
- Scheele, B.C., Hunter, D.A., Grogan, L.F., Berger, L., Kolby, J.E., McFadden, M.S., Marantelli, G., Skerratt, L. y Driscoll, D.A. (2014). Interventions for reducing

extinction risk in Chytridiomycosis-threatened amphibians. *Conservation Biology*, 28, 1185-1205.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica*. Montreal, Québec, Canadá: ICAO.

SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales(2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Sigala-Rodríguez, J.J., y Greene, H.W. (2009). Landscape change and conservation priorities: Mexican herpetofaunal perspectives at local and regional scales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 231-240.

Smith, H.M., y Langebartel, D.A. (1949). Notes on a collection of reptiles and amphibians from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca. *Journal of Washington Academy of Science*, 39, 409-416.

Soberon, J. y Peterson, T. (2004). Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *The Royal Society*, 359, 689-698.

Stattersfield, A.J., Crosby, M., Long, A.J. y Wege, D.C. (1998). *Endemic bird areas of the World; Priorities for Biodiversity Conservation*. Cambridge, UK: BirdLife.

Trejo, I. (2004). Clima. En A. J. García, M. J. Ordoñez y M. Briones (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 67-85.

Tulloch, A.I., Chades, I. y Possingham, H.P. (2013). Accounting for complementary to maximize monitoring power for species management. *Conservation Biology*, 27, 988-999.

Urbina-Cardona, J.N. y Castro, F. (2009). Distribución del nicho ecológico actual y futuro de anfibios y reptiles exóticos: invasiones potenciales en las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sustentable en Colombia. En *La Restauración Ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica*, 180-188.

Urbina-Cardona, J.N., y Flores-Villela, O. (2010). Ecological-Niche Modeling and Prioritization of Conservation-Area Networks for Mexican Herpetofauna. *Conservation Biology*, 10, 1523-1739.

Vega, A.L. (2010). *Estudio herpetofaunístico en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca*. (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

Velasco, A.L. (1891). *Geografía y estadística del estado de Oaxaca de Juárez. Geografía y estadística de la República Mexicana* (Vol. 9). México, D.F. Secretaría de Fomento.

- Venegas-Barrera, C.S. y Manjarrez, J. (2011). Patrones espaciales de la riqueza específica de las culebras *Thamnophis* en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 179-191.
- Venter, O., Fuller, R.A., Segan, D.B., Carwardine, J., Brooks, T., Butchard, S., Moreno, D. M., Iwamura, T., Joseph, L., O'Grady, D., Possingham, H., Rondinini, C., Smith, R.J., Venter, M. y Watson, J. (2014). Targeting Global Protected Area Expansion for Imperiled Biodiversity. *PLoS Biology*, 12, 1-7.
- Villalobos, F. y Rangel, T.F. (2014). Geographic patterns of biodiversity: macroecological approaches for a complex phenomenon. En M. Benitez, O. Miramontes y A. Valiente (Eds.), *Contributed chapter for open-access book "Frontiers in Ecology, Evolution and Complexity"*. México, D.F.: Coplt-artXives.
- Webb, R.G., y Baker, R.H. (1969). Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 40, 139-152.
- Wiegmann, A.F. (1834). *Herpetologica Mexicana seu descriptio amphibiorum Novae Hispaniae. Pars prima. Saurorum species*, 1, 54.
- Woodbury, A.M. y Woodbury, D.M. (1944). Notes on Mexican snakes from Oaxaca. *Journal of Washington Academy of Science*, 34, 360-373.
- Woolrich-Piña, G.A. y Smith, G.R. (2012). A New Species of *Xenosaurus* from the Sierra Madre Oriental, México. *BioOne*, 68, 551-559.
- Yañez-Arenas, C., Peterson, A.T., Mokondoko, P., Rojas-Soto, O. y Martínez-Meyer, E. (2014). The Use of Ecological Niche Modeling to infer Potencial Risk Areas of Snaketebite in the Mexican State of Veracruz. *PLoS ONE*, 9, 1-9.

10. Anexo 1

NOM-059 SEMARNAT 2010 (Pr – Protegida, A – Amenazada, P - Peligro de extinción).

IUCN (DD - Data Deficient, LC - Least Concern, NT - Near Threatened, VU – Vulnerable, EN –Endangered, CR - Critically Endangered).

CITES (I – Apéndice I, II – Apéndice II, III – Apéndice III)

Endemismo (*Presencia)

MDE (Modelos de Distribución de Especies) (M - Especies utilizadas en el análisis de Modelos de Distribución de Especies)

Lista Especies Herpetofauna de Oaxaca

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
CLASE AMPHIBIA							
ORDEN ANURA							
Familia Bufonidae							
	<i>Incilius canaliferus</i>		LC				M
	<i>Incilius coccifer</i>	Pr	LC				M
	<i>Incilius cristatus</i>	Pr	EN		*		
	<i>Incilius cycladen</i>		VU		*		
	<i>Incilius gemmifer</i>	Pr	EN		*		
	<i>Incilius marmoreus</i>		LC		*		M
	<i>Incilius occidentalis</i>		LC		*		M
	<i>Incilius perplexus</i>		EN		*		
	<i>Incilius spiculatus</i>		EN		*	*	
	<i>Incilius tutelarius</i>		EN		*	*	
	<i>Incilius valliceps</i>		LC				
	<i>Rhinella marina</i>		LC				M
Familia Centrolenidae							
	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>		LC				M
Familia Craugastoridae							
	<i>Craugastor alfredi</i>		VU				M
	<i>Craugastor augusti</i>		LC				
	<i>Craugastor berkenbuschi</i>	Pr	NT		*		M
	<i>Craugastor decoratus</i>	Pr	VU		*		
	<i>Craugastor lineatus</i>	Pr	CR				
	<i>Craugastor loki</i>		LC				
	<i>Craugastor mexicanus</i>		LC		*		M
	<i>Craugastor polymniae</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Craugastor pygmaeus</i>		VU				M
	<i>Craugastor rhodopis</i>		VU				M
	<i>Craugastor rugulosus</i>		LC		*		M
	<i>Craugastor silvicola</i>	Pr	EN		*	*	
	<i>Craugastor spatulatus</i>	Pr	EN		*		M
	<i>Craugastor uno</i>	Pr	EN		*		

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
Familia Eleutherodactylidae							
	<i>Eleutherodactylus leprus</i>		VU				
	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>		LC		*		
	<i>Eleutherodactylus pipilans</i>		LC				
	<i>Eleutherodactylus syristes</i>	Pr	EN		*	*	
Familia Hylidae							
	<i>Anotheca spinosa</i>		LC				
	<i>Bromeliohyla dendroscarta</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Charadrahyla altipotens</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Charadrahyla chaneque</i>	Pr	EN		*	*	
	<i>Charadrahyla nephila</i>		VU		*	*	M
	<i>Dendropsophus ebraccatus</i>		LC				M
	<i>Dendropsophus microcephalus</i>		LC				M
	<i>Dendropsophus robertmertensi</i>		LC				M
	<i>Dendropsophus sartori</i>	A	LC		*		
	<i>Diaglena spatulatus</i>		LC				M
	<i>Duellmanohyla ignicolor</i>	Pr	EN		*	*	
	<i>Duellmanohyla schmidtorum</i>	Pr	VU		*		
	<i>Ecnomiohyla echinata</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Ecnomiohyla miotypanum</i>		NT		*		M
	<i>Exerodonta abdivita</i>		DD		*	*	
	<i>Exerodonta chimalapa</i>		EN		*	*	M
	<i>Exerodonta juanita</i>	A	VU		*		M
	<i>Exerodonta melanomma</i>	Pr	VU		*		M
	<i>Exerodonta pinorum</i>	Pr	VU		*		
	<i>Exerodonta sumichrasti</i>		LC		*		M
	<i>Exerodonta xera</i>		VU		*		
	<i>Hyla arenicolor</i>		LC				M
	<i>Hyla euphorbiacea</i>		NT		*		M
	<i>Hyla eximia</i>		LC		*		
	<i>Hyla plicata</i>	A					
	<i>Megastomatohyla mixe</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Megastomatohyla pelltita</i>		CR		*	*	M
	<i>Plectrohyla ameibothalame</i>		DD		*	*	
	<i>Plectrohyla arborescandens</i>	Pr	EN		*		
	<i>Plectrohyla bistineta</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Plectrohyla calthula</i>		CR		*	*	
	<i>Plectrohyla calvicollina</i>		CR		*	*	
	<i>Plectrohyla celata</i>		CR		*	*	

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Plectrohyla cembra</i>	A	CR		*	*	
	<i>Plectrohyla crassa</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Plectrohyla cyanomma</i>	A	CR		*	*	M
	<i>Plectrohyla cyclada</i>		EN		*	*	M
	<i>Plectrohyla hartwegi</i>	Pr	CR				
	<i>Plectrohyla hazelae</i>	Pr	CR		*	*	M
	<i>Plectrohyla labedactyla</i>		DD		*	*	
	<i>Plectrohyla matudai</i>		VU				
	<i>Plectrohyla mihuatlanensis</i>						
	<i>Plectrohyla pentheter</i>		EN		*	*	M
	<i>Plectrohyla psarosema</i>		CR		*	*	
	<i>Plectrohyla sabrina</i>	A	CR		*	*	
	<i>Plectrohyla siopela</i>		CR		*		
	<i>Plectrohyla thorectes</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Ptychohyla acrochorda</i>		DD		*	*	M
	<i>Ptychohyla erythromma</i>	Pr	EN		*		
	<i>Ptychohyla euthysanota</i>	A	NT		*	*	
	<i>Ptychohyla leonhardschultzei</i>	Pr	EN		*		M
	<i>Ptychohyla zophodes</i>		DD		*	*	M
	<i>Scinax staufferi</i>		LC				M
	<i>Smilisca baudinii</i>		LC				M
	<i>Smilisca cyanosticta</i>		NT				M
	<i>Tlalocohyla loquax</i>		LC				
	<i>Tlalocohyla picta</i>		LC				M
	<i>Tlalocohyla smithii</i>		LC		*		M
	<i>Trachycephalus typhonius</i>		LC				M
	<i>Agalychnis callidryas</i>		LC	II			M
	<i>Agalychnis dacnicolor</i>		LC		*		M
	<i>Agalychnis moreletii</i>		CR	II			M
Familia Leiuperidae							
	<i>Engystomops pustulosus</i>		LC				
Familia Leptodactylidae							
	<i>Leptodactylus fragilis</i>		LC				M
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>		LC				M
Familia Microhylidae							
	<i>Gastrophryne elegans</i>	Pr	LC				
	<i>Gastrophryne usta</i>	Pr	LC				M
	<i>Hypopachus variolosus</i>		LC				M
Familia Ranidae							
	<i>Lithobates berlandieri</i>	Pr	LC				

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Lithobates forreri</i>	Pr	LC				M
	<i>Lithobates maculatus</i>		LC				M
	<i>Lithobates sierramadrensis</i>	Pr	VU		*		
	<i>Lithobates spectabilis</i>		LC		*		M
	<i>Lithobates vaillanti</i>		LC				
	<i>Lithobates zweifeli</i>		LC		*		M
Familia Rhinophrynidae							
	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Pr	LC				M
Familia Scaphiopodidae							
	<i>Spea multiplicata</i>		LC				
ORDEN CAUDATA							
Familia Plethodontidae							
	<i>Bolitoglossa alberchi</i>				*		
	<i>Bolitoglossa chinanteca</i>				*		
	<i>Bolitoglossa macrinii</i>	Pr	NT		*	*	M
	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	Pr	DD				
	<i>Bolitoglossa oaxacensis</i>	Pr	LC		*	*	
	<i>Bolitoglossa occidentalis</i>	Pr	LC		*		
	<i>Bolitoglossa plactydactyla</i>	Pr	NT		*		M
	<i>Bolitoglossa riletti</i>	Pr	EN		*	*	M
	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	Pr	LC				M
	<i>Bolitoglossa veracruzis</i>	Pr	EN		*		
	<i>Bolitoglossa zapoteca</i>		DD		*	*	
	<i>Cryptotriton adelos</i>	Pr	EN		*	*	
	<i>Chiropterotriton chiropterus</i>	Pr	CR		*		
	<i>Pseudoeurycea amuzga</i>		DD		*		
	<i>Pseudoeurycea anitae</i>	A	CR		*	*	
	<i>Pseudoeurycea aquatica</i>		CR		*	*	
	<i>Pseudoeurycea aurantia</i>		VU		*	*	
	<i>Pseudoeurycea bellii</i>	A	VU		*		M
	<i>Pseudoeurycea boneti</i>		VU		*		M
	<i>Pseudoeurycea cochranae</i>	A	EN		*	*	M
	<i>Pseudoeurycea conanti</i>	A	EN		*	*	
	<i>Pseudoeurycea juarezi</i>	A	CR		*	*	M
	<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	A	VU		*		
	<i>Pseudoeurycea maxima</i>		DD		*		
	<i>Pseudoeurycea mixteca</i>		LC		*		
	<i>Pseudoeurycea mystax</i>	A	EN		*	*	

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Pseudoeurycea obesa</i>		DD		*		
	<i>Pseudoeurycea orchileucos</i>		EN		*	*	
	<i>Pseudoeurycea papenfussi</i>		NT		*		
	<i>Pseudoeurycea parva</i>	A	CR		*	*	
	<i>Pseudoeurycea ruficauda</i>		CR				
	<i>Pseudoeurycea saltator</i>	A	CR		*	*	
	<i>Pseudoeurycea smithi</i>	A	CR		*	*	M
	<i>Pseudoeurycea unguidentis</i>				*	*	M
	<i>Thorius arboreus</i>		EN		*	*	M
	<i>Thorius aureus</i>		CR		*	*	M
	<i>Thorius boreas</i>		EN		*	*	M
	<i>Thorius insperatus</i>		DD		*	*	
	<i>Thorius macedougalli</i>	Pr	VU		*	*	M
	<i>Thorius minutissimus</i>	Pr	CR		*	*	M
	<i>Thorius narisovalis</i>	Pr	CR		*	*	
	<i>Thorius papaloae</i>		EN		*	*	M
	<i>Thorius pulmonaris</i>	Pr	EN		*	*	M
	<i>Thorius smithi</i>		CR		*	*	M
ORDEN GYMNOPIHONA							
Familia Caeciliidae							
	<i>Dermophis mexicanus</i>	Pr	VU				M
	<i>Dermophis oaxacae</i>	Pr	DD		*		
CLASE REPTILIA							
ORDEN TESTUDINES							
Familia Cheloniidae							
	<i>Caretta caretta</i>	P	EN	I			
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	P	VU				
	<i>Chelonia mydas</i>	P	EN				
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	P	CR				
Familia Dermochelyidae							
	<i>Dermochelys coriacea</i>	P	VU				
Familia Dermatemydidae							
	<i>Dermatemys mawii</i>	P	CR				
Familia Kinosternidae							
	<i>Kinosternon acutum</i>	P	NT				
	<i>Kinosternon cruentanum</i>						
	<i>Kinosternon integrum</i>	Pr	LC		*		M

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Pr					
	<i>Kinosternon oaxacae</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr					M
	<i>Claudius angustatus</i>	P	NT				
	<i>Staurotypus salvinii</i>	Pr	NT				
	<i>Staurotypus triporcatus</i>	A	NT				
	Familia Emydidae						
	<i>Trachemys scripta</i>		LC				
	Familia Geoemydidae						
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A	NT				
	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	A	-				
	<i>Rhinoclemmys rubida</i>	Pr	NT		*		M
	ORDEN CROCODYLIA						
	Familia Alligatoridae						
	<i>Caiman crocodilus</i>	Pr	LC	I y II			
	Familia Crocodylidae						
	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr	VU	I y II			
	<i>Crocodylus moreletii</i>	Pr	LC	I y II			
	ORDEN SQUAMATA						
	Familia Anguillidae						
	<i>Abronia bogerti</i>	P	DD		*		
	<i>Abronia fuscolabialis</i>	A	EN		*	*	M
	<i>Abronia graminea</i>	A	EN		*		
	<i>Abronia mitchelli</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Abronia mixteca</i>	A	VU		*	*	M
	<i>Abronia oaxacae</i>	A	VU		*	*	M
	<i>Abronia ornelasi</i>	P	DD		*	*	
	<i>Barisia imbricata</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Barisia planifrons</i>		LC				
	<i>Celestus enneagrammus</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Celestus rozellae</i>	Pr	LC				
	<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Pr	LC				M
	<i>Gerrhonotus ophiurus</i>		LC				
	<i>Mesaspis gadovii</i>	Pr	LC		*		
	<i>Mesaspis juarezi</i>	Pr	EN		*	*	M
	<i>Mesaspis viridiflava</i>	Pr	LC		*	*	M
	Familia Xenosauridae						
	<i>Xenosaurus grandis</i>	Pr	VU				M
	<i>Xenosaurus phalaroanthereon</i>		DD		*	*	M

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
Familia Gekkonidae							M
	<i>Coleonix elegans</i>	A	LC				
	<i>Hemidactylus frenatus</i>		LC				M
	<i>Phyllodactylus bordai</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Phyllodactylus lanei</i>		LC				M
	<i>Phyllodactylus muralis</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>		LC				M
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Pr	LC				M
	<i>Sphaerodactylus millepunctatus</i>		LC				
Familia Corytophanidae							
	<i>Basiliscus vittatus</i>						M
	<i>Corytophanes hernandesii</i>	Pr	LC				M
	<i>Laemanctus longipes</i>	Pr	LC				
Familia Iguanidae							
	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Pr			*		
	<i>Ctenosaura oaxacana</i>	A	CR		*	*	
	<i>Ctenosaura pectinata</i>	A			*		M
	<i>Ctenosaura quinquecarinata</i>						M
	<i>Ctenosaura similis</i>	A	LC				
	<i>Iguana iguana</i>	Pr		II			M
Familia Phrynosomatidae							
	<i>Phrynosoma asio</i>	Pr	LC				M
	<i>Phrynosoma braconnieri</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Phrynosoma taurus</i>	A	LC		*		M
	<i>Sceloporus aeneus</i>		LC				
	<i>Sceloporus bicanthalis</i>		LC				M
	<i>Sceloporus cupreus</i>		LC				
	<i>Sceloporus cryptus</i>	Pr	LC		*	*	M
	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>		LC		*	*	M
	<i>Sceloporus formosus</i>		LC		*		M
	<i>Sceloporus gadoviae</i>		LC		*		M
	<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr	LC				M
	<i>Sceloporus horridus</i>		LC				M
	<i>Sceloporus internasalis</i>		LC				M
	<i>Sceloporus jalapae</i>		LC		*		M
	<i>Sceloporus macdougalli</i>	Pr	LC		*	*	
	<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Pr	VU		*		M
	<i>Sceloporus melanorhinus</i>		LC				M

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
	<i>Sceloporus mucronatus</i>		LC				M
	<i>Sceloporus omiltemanus</i>				*		
	<i>Sceloporus ochoterena</i>		LC		*		
	<i>Sceloporus salvini</i>	A	DD		*		
	<i>Sceloporus siniferus</i>		LC				M
	<i>Sceloporus smithi</i>		LC				
	<i>Sceloporus spinosus</i>		LC				M
	<i>Sceloporus squamosus</i>						
	<i>Sceloporus subpictus</i>	A	DD		*	*	M
	<i>Sceloporus tanneri</i>	A	DD		*		M
	<i>Sceloporus teapensis</i>		LC				M
	<i>Sceloporus torquatus</i>		LC				
	<i>Sceloporus utiformis</i>						
	<i>Sceloporus variabilis</i>		LC				M
	<i>Urosaurus bicarinatus</i>		LC		*		M
Familia Polychrotidae							
	<i>Anolis baccatus</i>		DD				
	<i>Anolis barkeri</i>	Pr	VU		*		M
	<i>Anolis biporcatus</i>	Pr					
	<i>Anolis breedlovei</i>		EN				
	<i>Anolis compressicaudus</i>		LC				
	<i>Anolis cuprinus</i>	Pr	LC		*	*	M
	<i>Anolis isthmicus</i>	Pr	DD		*	*	M
	<i>Anolis laeviventris</i>						
	<i>Anolis lemurinus</i>						M
	<i>Anolis macrinii</i>	Pr	LC		*	*	
	<i>Anolis megapholidotus</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Anolis microlepidotus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Anolis milleri</i>	A	DD		*	*	M
	<i>Anolis nebuloides</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Anolis nebulosus</i>		LC				
	<i>Anolis petersii</i>						
	<i>Anolis polyrhachis</i>	Pr	DD		*	*	M
	<i>Anolis pygmaeus</i>	Pr	EN		*		M
	<i>Anolis quercorum</i>		LC		*	*	M
	<i>Anolis rodriguezi</i>						M
	<i>Anolis sericeus</i>						M
	<i>Anolis simmonsii</i>		DD		*	*	
	<i>Anolis subocularis</i>		DD				M

Categoría taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Anolis tropidonotus</i>						M
Familia Helodermatidae							
	<i>Heloderma horridum</i>	A	LC	I y II			M
Familia Gymnophthalmidae							
	<i>Gymnophthalmus speciosus sumichrasti</i>	Pr					
Familia Scincidae							
	<i>Mabuya brachypoda</i>		LC				M
	<i>Mabuya unimarginata</i>						M
	<i>Plestiodon brevirostris</i>		LC		*		M
	<i>Plestiodon ochoterenae</i>	Pr	LC		*		
	<i>Plestiodon sumichrasti</i>		LC				M
	<i>Scincella gemmingeri</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Scincella silvicola</i>	A	LC		*		M
	<i>Sphenomorphus assatus</i>		LC				M
	<i>Sphenomorphus cherriei</i>						M
Familia Teiidae							
	<i>Aspidocelis costata</i>	Pr			*		
	<i>Aspidocelis deppii</i>		LC				M
	<i>Aspidocelis guttata</i>		LC				M
	<i>Aspidocelis mexicana</i>	Pr			*	*	M
	<i>Aspidocelis motaguae</i>		LC				M
	<i>Aspidocelis parvisocia</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Aspidocelis sackii</i>						M
	<i>Holcosus undulata</i>		LC				M
Familia Xantusiidae							
	<i>Lepidophyma cuicateca</i>						
	<i>Lepidophyma dontomasi</i>	A	DD		*	*	
	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Pr	LC				M
	<i>Lepidophyma lowei</i>		DD		*	*	
	<i>Lepidophyma radula</i>	A	DD		*	*	
	<i>Lepidophyma smithii</i>	Pr	LC				M
	<i>Lepidophyma tuxtlae</i>	A	DD		*		M
Familia Tropidophiidae							
	<i>Exiliboa placata</i>	Pr	VU	II	*	*	M
Familia Boidae							
	<i>Boa constrictor imperator</i>	A		I y II			M
Familia Colubridae							
	<i>Coluber constrictor</i>	A	LC				

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
	<i>Coluber mentovarius</i>	A			*		
	<i>Conopsis acuta</i>		LC				M
	<i>Conopsis amphisticha</i>		NT		*		
	<i>Conopsis biserialis</i>	A	LC		*		
	<i>Conopsis megalodon</i>		LC		*	*	M
	<i>Conopsis nasus</i>		LC				M
	<i>Dendrophidion vinitor</i>		LC				
	<i>Drymarchon corais</i>		LC				M
	<i>Drymarchon melanurus</i>		LC				
	<i>Drymobius chloroticus</i>		LC				M
	<i>Drymobius margaritiferus</i>						M
	<i>Ficimia olivacea</i>						
	<i>Ficimia publia</i>		LC				M
	<i>Ficimia ramirezi</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Ficimia variegata</i>		DD				
	<i>Geagras redimitus</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	A					M
	<i>Leptophis ahaetulla</i>	A					
	<i>Leptophis diplotropis</i>	A	LC		*		M
	<i>Leptophis mexicanus</i>	A	LC				
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>		LC				M
	<i>Oxybelis aeneus</i>						
	<i>Oxybelis fulgidus</i>						
	<i>Pituophis depei</i>	A	LC		*		
	<i>Pituophis lineaticollis</i>		LC				M
	<i>Pliocercus elapoides</i>		LC				M
	<i>Pseudoelaphe flavirufa</i>		-				
	<i>Pseustes poecilonotus</i>		LC				M
	<i>Salvadora bairdi</i>	Pr	LC		*		
	<i>Salvadora intermedia</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Salvadora lemniscata</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Salvadora mexicana</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Senticolis triaspis</i>		LC				M
	<i>Spilotes pullatus</i>						M
	<i>Sternorrhina degenhardtii</i>						
	<i>Sternorrhina freminvillei</i>		LC				M
	<i>Symphimus leucostomus</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Tantilla bocourti</i>		LC				
	<i>Tantilla briggsi</i>	A	LC		*	*	

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
	<i>Tantilla deppei</i>	A	LC		*		
	<i>Tantilla flavilineata</i>	A	EN		*	*	M
	<i>Tantilla jani</i>		DD				
	<i>Tantilla oaxacae</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Tantilla rubra</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Tantilla schistosa</i>		LC				
	<i>Tantilla striata</i>	Pr	DD		*	*	M
	<i>Tantilla triseriata</i>		DD				
	<i>Tantilla vulcani</i>						
	<i>Tantillita brevissima</i>	Pr					
	<i>Trimorphodon biscutatus</i>		LC				M
	<i>Trimorphodon tau</i>		LC				
	<i>Adelphicos latifasciatum</i>	Pr	DD		*		
	<i>Adelphicos quadrivirgatum</i>	Pr	LC				
	<i>Clelia clelia</i>						M
	<i>Clelia scytalina</i>		LC				
	<i>Coniophanes bipunctatus</i>						
	<i>Coniophanes fissidens</i>						M
	<i>Coniophanes imperialis</i>		LC				M
	<i>Coniophanes piceivittis</i>		LC				M
	<i>Conophis lineatus</i>		LC				M
	<i>Conophis vittatus</i>		LC				M
	<i>Cryophis hallbergi</i>	A	DD		*	*	
	<i>Chersodromus liebmanni</i>	Pr	LC		*		
	<i>Enulius flavitorques</i>						M
	<i>Geophis anocularis</i>	Pr	LC		*	*	
	<i>Geophis blanchardi</i>	Pr	DD		*		
	<i>Geophis carinosus</i>		LC				
	<i>Geophis dubius</i>	Pr	LC		*	*	M
	<i>Geophis duellmani</i>	Pr	LC		*	*	
	<i>Geophis isthmicus</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Geophis laticinctus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Geophis laticollaris</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Geophis omiltemanus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Geophis rostralis</i>		LC				
	<i>Geophis russatus</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Geophis sallaei</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Hypsiglena torquata</i>	Pr	LC				
	<i>Imantodes cenchoa</i>	Pr					M

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>Especie</i>	<i>NOM 059</i>	<i>IUCN</i>	<i>CITES</i>	<i>EM</i>	<i>EO</i>	<i>MDE</i>
	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Pr					M
	<i>Leptodeira annulata</i>	Pr	LC				M
	<i>Leptodeira frenata</i>						
	<i>Leptodeira maculata</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Leptodeira nigrofasciata</i>		LC				M
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>						
	<i>Leptodeira polysticta</i>						
	<i>Manolepis putnami</i>		LC		*		M
	<i>Ninia diademata</i>		LC				
	<i>Ninia sebae</i>		LC				M
	<i>Oxyrhopus petola</i>						M
	<i>Pseudoleptodeira latifasciata</i>	Pr	LC		*		
	<i>Rhadinaea bogertorum</i>	Pr	DD		*	*	M
	<i>Rhadinaea cuneata</i>	Pr	DD		*		
	<i>Rhadinaea decorata</i>						M
	<i>Rhadinaea fulvivittis</i>		VU		*		M
	<i>Rhadinaea godmani</i>		LC				
	<i>Rhadinaea hesperia</i>	Pr	LC		*		
	<i>Rhadinaea macdougalli</i>	Pr	DD		*		M
	<i>Rhadinaea myersi</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Rhadinaea schistosa</i>	Pr	LC		*		
	<i>Rhadinaea taeniata</i>		LC		*		M
	<i>Sibon dimidiatus</i>		LC				M
	<i>Tantalophis discolor</i>	A	VU		*	*	M
	<i>Tropidodipsas fasciata</i>						M
	<i>Tropidodipsas fischeri</i>		LC				
	<i>Tropidodipsas philippii</i>	Pr	LC		*		
	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Pr	LC		*		M
	<i>Xenodon rabdcephalus</i>						M
	<i>Nerodia rhombifer</i>		LC				
	<i>Storeria storerioides</i>		LC				
	<i>Thamnophis bogerti</i>				*	*	M
	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	A	LC				M
	<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	A	LC		*		M
	<i>Thamnophis eques</i>	A	LC				M
	<i>Thamnophis godmani</i>	A	LC		*		
	<i>Thamnophis lineri</i>						
	<i>Thamnophis proximus</i>	A	LC				M

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Thamnophis scalaris</i>	A	LC		*		M
	<i>Thamnophis sumichrasti</i>	A	LC		*		
	<i>Scaphiodontophis annulatus</i>						M
	Familia Elapidae						
	<i>Micrurus bogerti</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Micrurus browni</i>	Pr	LC				
	<i>Micrurus diastema</i>	Pr	LC	III	*		M
	<i>Micrurus elegans</i>	Pr	LC				
	<i>Micrurus ehippifer</i>	Pr	VU		*	*	M
	<i>Micrurus laticollaris</i>	Pr	LC		*		
	<i>Micrurus latifasciatus</i>		LC				
	<i>Micrurus nebularis</i>	Pr	DD		*	*	
	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	Pr	LC	III	*		
	<i>Micrurus pachecogili</i>		DD		*		
	<i>Hydrophis platurus</i>		LC				
	Familia Viperidae						
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Pr	NT				
	<i>Agkistrodon russeolus</i>						
	<i>Atropoides olmec</i>		LC				
	<i>Atropoides nummifer</i>	A	LC				M
	<i>Bothriechis rowleyi</i>	Pr	VU		*		
	<i>Bothrops asper</i>						M
	<i>Cerrophidion godmani</i>						
	<i>Cerrophidion petlalcalensis</i>		DD		*		
	<i>Crotalus aquilus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Crotalus atrox</i>	Pr	LC				M
	<i>Crotalus basiliscus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Crotalus culminatus</i>						
	<i>Crotalus durissus</i>	Pr	LC	III			M
	<i>Crotalus intermedius</i>	A	LC		*		M
	<i>Crotalus lepidus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Crotalus molossus</i>	Pr	LC				
	<i>Crotalus polystictus</i>	Pr	LC		*		
	<i>Crotalus pricei</i>	Pr	LC				
	<i>Crotalus pusillus</i>	A	EN		*		
	<i>Crotalus ravus</i>	A	LC		*		M
	<i>Crotalus scutulatus</i>	Pr	LC				
	<i>Crotalus simus</i>						
	<i>Crotalus totonacus</i>						

Categoría Taxonómica	Especie	NOM 059	IUCN	CITES	EM	EO	MDE
	<i>Crotalus transversus</i>	P	LC		*		
	<i>Crotalus triseriatus</i>		LC				
	<i>Mixcoatl melanurus</i>	Pr	EN		*		
	<i>Ophryacus undulatus</i>	Pr	VU		*		M
	<i>Porthidium dunni</i>	A	LC		*		M
Familia Loxocemidae							
	<i>Loxocemus bicolor</i>	Pr		II			M
Familia Leptotyphlopidae							
	<i>Epictia goudotii</i>						M
	<i>Rena maxima</i>		LC				
Familia Typhlopidae							
	<i>Ramphotyphlops braminus</i>						M
	<i>Typhlops tenuis</i>		LC				