UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Región Poza Rica - Tuxpan

Maestría en Ciencias del Ambiente

“Evaluación de la efectividad de las Reservas de la Biosfera para la conservación de vertebrados terrestres en México”

TESIS

PRESENTA:

Biol. SILVIA ALEXANDRA MONTENEGRO MUÑOZ

Director de tesis:

Dr. Juan Manuel Pech Canché

Codirectora:

Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano

Asesor externo:

Mtro. Javier Enrique Sosa-Escalante

Tuxpan, Veracruz 2017

Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

Revisión del Trabajo de Intervención de la alumna Bióloga: **Silvia Alexandra Montenegro Muñoz**

JURADO EXAMINADOR

NOMBRE	FECHA	DICTAMEN	FIRMA
Jorge Pinazzo	29-08-2017	APROBADO	
Jorge Luis Chagoya	29-08-2017	APROBADO	
Agustin Basañez Muñoz	29-08-2017	APROBADO	

En la presente revisión se acordó que el Trabajo de Intervención denominado" Evaluación de la efectividad de las Reservas de la Biosfera para la conservación de vertebrados terrestres en México."que presenta la sustentante para obtener el Grado de Maestra, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

El presente trabajo de intervención titulado: **"Evaluación de la efectividad de las Reservas de la Biosfera para la conservación de vertebrados terrestres en México"**, realizado por la bióloga Silvia Alexandra Montenegro Muñoz, bajo la Dirección del Dr. Juan Manuel Pech Canché y codirección de la Dra. Ivette Chamorro Florescano, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

Dr. Juan Manuel Pech Canché
DIRECTOR

Dra. Ivette Chamorro Florescano
CODIRECTORA

AGRADECIMIENTOS

A mis asesosres, Dr. Juan Manuel Pech Canché, Dra. Ivette Chamorro Florescano y Mtro. Javier Sosa Escalante, por todo el tiempo dedicado a la mejora de este trabajo, sin su apoyo no habría logrado llevar a buen término este estudio. Dr Juan Manuel mil gracias por todo, por brindarme su apoyo y comprensión cuando mas lo necesitaba, es un excelente docente, posee la paciencia suficiente para enseñar y guiar a sus alumnos en temas que le apasionan, tenga por seguro que replicaré sus formas en un futuro con los alumnos que tendré a mi cargo, por ser el director perfecto, con el tema preciso, como dice usted caí en blandito, no pude pedir mas.

A los miembros de la Comisión Revisora, Dr. Jorge Pinazzo, Dr. Jorge Chagoya y Mtro. Agustin de Jesus Basañez Muñoz muchas gracias, sus aportes y observaciones encaminaron desde un inicio lo que ahora queda escrito en este documento.

A CONACyT, por otorgarme la beca (738920) que me permitió sostenerme lejos de casa y la dicha de saber que podía recibir dinero por estudiar lo que me gusta.

A la Coordinación de Posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, Dr Jose Luis Alanís, Maestra Karla Garcés, Mtra Saw-rah'ee Velazquez, Mtra Blanca Raya, C.P. Camila Reazola, gracias por el apoyo brindado durante todo el proceso, por resolver mis dudas y por permitirme asistir a un congreso donde presenté parte de los resultados de este trabajo.

Al Dr. Arturo Serrano, Mtro. Cesar Martinez y Lic. Francisco Bautista, por su compañía y asesoría en momentos difíciles.

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), por su oportuna respuesta a la solicitud de información y el envío de la misma para complementar los vacíos de información.

A Idea Wild por aceptar mi aplicación y donarme un equipo de cómputo para la realización del trabajo.

A todos los profesores que impartieron clase, gracias a ustedes me voy con mas inquietudes y con algunas claridades sobre temas que me interesan, multiplicaré todo lo aprendido en estos dos años en que tuve la oportunidad de vivir en estas hermosas tierras mexicanas.

Al Laboratorio de Informática de la Conservación de la UNAM, especialmente a la Dra. Tania Escalante, por soportarme invadiendo su laboratorio y por brindarme un espacio para trabajar algunos días en mi estudio.

A todos los que conocí, los del lab, Ramon, Lorenzo, Erika, Ever, Ita, Brenda, Jhonatan, Lesly, Isela, Ricardo, Irais, Ivan, Gabriel, Cristian, Mario, por la ayuda prestada, las sonrisas y los momentos compartidos.

A los de la maestría, Jesus, Selene, Fabian, Caro, Mariela, Mario, Isis, Jocabel, Maria Ines, Josue gracias por compartir su tiempo conmigo, por hacerme parte de sus albures y hasta enseñarme algunos, gracias por permitirme conocer su cultura y disfrutar de la comida mexicana.

Gracias especialmente a Eduardo Martinez, Jesus Sangabriel, Anastasia del Angel, Mario Guerrero, Esther Granados, Edda Elena Mariscal, Nancy por las charlas, su amistad, hacerme sentir como si estuviera en casa y hacer mas llevadera mi adaptación al tropical Tuxpan.

A Elkin Noguera, por siempre hacerme ver las cosas mas complejas, en cosas realmente muy simples y fáciles de solucionar, por su apoyo, consejos, llamadas de atención, aportes a la mejora del documento y su cariño.

A mi familia, por su apoyo incondicional, por alentarme a abrir las alas para volar para ver de otra manera el mundo, salir fue difícil, dejar de pasar tiempo juntos todo un reto, ahora valoro mas tenerlos a mi lado, y a pesar de que estemos separados por muchos kilómetros, su voz, sus mensajes y palabras de animo fueron clave para mantenerme firme y no tirar la toalla. Estan siempre en mis pensamientos.

DEDICATORIA

A mi madre Aida, sin ti la vida estaría vacía, eres mi ejemplo a seguir, mi luz, una mujer excepcional, para ti mi amor y gratitud eternas.

A mis hermanos Luis Carlos y Aida Victoria, mis amigos de toda la vida, cada uno me ha enseñado que la vida a pesar de tener sus piedras vale la dicha disfrutar el paisaje y salir victorioso de cualquier tropiezo. Admiro lo que son y lo que han logrado.

A ti, por acompañarme, apoyarme, quererme, hacerme sonreir y darme tranquilidad en momentos difíciles.

A los que partieron, mis abuelitos Carlos Alberto y Zoila Victoria, mis tios Amparo, Carlos y Marino, sus enseñanzas, su forma de ver y disfrutar la vida son el legado que dejaron en mi,

los recuerdo siempre.

A la vida, por llenar mis sentidos de belleza, paz, colores y demás sensaciones que llenan mi ser de alegría.

Indice General

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES 4

2.1 ANP como estrategias de conservación 5

2.2 Las ANP en México 6

2.3 Estudios realizados para evaluar las ANP en función a los grupos de vertebrados 8

3. OBJETIVOS 11

3.1 Objetivo general 11

3.2 Objetivos particulares 11

4. ÁREA DE ESTUDIO 12

5. MATERIALES Y MÉTODOS 13

5.1 Listado de especies 13

5.2 Análisis de información 14

6. RESULTADOS 17

6.1. Complementariedad de Mamíferos 17

6.2 Complementariedad entre grupos 28

7. DISCUSIÓN 45

7.1 Mamíferos en las reservas de la biosfera 45

7.2 Vertebrados terrestres en las reservas de la biosfera 54

7.3 Estrategias de conservación para los vertebrados terrestres en las Reservas de la Biosfera 61

8. Conclusiones 64

9. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL TRABAJO 66

10. BIBLIOGRAFÍA 68

ANEXOS 82

Índice de cuadros

Cuadro 1. Categorías de las áreas naturales protegidas en México …… 7

Índice de figuras

Figura 1. Reservas de la Biosfera en México……12

Figura 2. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera basado en el listado de Mamíferos de los programas de manejo…….20

Figura 3. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera basado en el listado actualizado de Mamíferos……21

Figura 4. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera basado en el listado de Mamíferos con categoría de amenaza de los programas de manejo…….22

Figura 5. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera de la lista actualizada para especies con categoría de protección…….23

Figura 6. Frecuencia de distribución de las especies de Mamíferos representadas en 36 reservas de la biosfera de los programas de manejo……...24

Figura 7. Frecuencia de distribución de las especies de Mamíferos representadas en 37 reservas de la biosfera del listado actualizado……..25

Figura 8. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Mamíferos de los programas de manejo……...26

Figura 9. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Mamíferos del listado actualizado……...27

Figura 10. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de los programas de manejo (PM) y la lista actualizada (LA).

……..28

Figura 11. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Aves basado en los listados de los programas de manejo…….….29

Figura 12. Análisis de complementariedad clase Aves especies protegidas..…...31

Figura 13. Frecuencia de distribución de las especies de Aves representadas en 39 reservas de la biosfera……32

Figura 14. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Aves…….33

Figura 15. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Aves……..….34

Figura 16. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Reptiles basado en los listados de los programas de manejo……...…35

Figura 17. Análisis de complementariedad clase Reptiles especies protegidas……...36

Figura 18. Frecuencia de distribución de las especies de Reptiles representadas en 40 reservas de la biosfera……..…....37

Figura 19. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Reptiles……38

Figura 20. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Reptiles……..……...39

Figura 21. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Anfibios basado en los listados de los programas de manejo……...40

Figura 22. Análisis de complementariedad clase Anfibios especies protegidas.....41

Figura 23. Frecuencia de distribución de las especies de Anfibios representadas en 34 reservas de la biosfera……...……...….42

Figura 24. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Anfibios……... 43

Figura 25. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Anfibios…….…44

Resumen

Las reservas de la biosfera son una estrategia de conservación reconocida a nivel mundial por permitir el aprovechamiento de los recursos en la zona de amortiguamiento. En México existen 45 reservas de este tipo distribuidas en el territorio nacional y albergan parte de la biodiversidad del país. En este estudio se evaluó la efectividad de las reservas de la biosfera para la conservación de los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) mediante el método de complementariedad, teniendo en cuenta los programas de manejo de las reservas, para el grupo de mamíferos se realizó una actualización de estos listados con la revisión de artículos científicos desde el año de publicación del plan de manejo hasta el 2015. En 41 reservas de la biosfera se encontraron 2,012 especies de vertebrados terrestres: 350 especies de mamíferos (2516 registros), 1007 especies de aves (9464 registros), 495 especies de reptiles (1937 registros) y 160 especies de anfibios (562 registros); además de un total de 720 especies en riesgo. Las reservas que mejor se complementan para todos los grupos son los Tuxtlas, Janos y Techuacán-Cuicatlán, sin embargo, el orden de las reservas varía de acuerdo al grupo. A pesar que las reservas de la biosfera albergan un gran porcentaje de la diversidad de los vertebrados terrestres del país, la representación varía de acuerdo al grupo, siendo los anfibios y reptiles los menos representados, se debe realizar una actualización de los listados de los planes de manejo con el fin de tener información para la toma de decisiones. Las reservas de la biosfera están sometidas a una variedad de factores que alteran su funcionamiento, por lo que es necesaria la articulación de las diferentes estratégias de conservación con el fin de consolidar los esfuerzos individuales por la conservación de los vertebrados terrestres del país.

Palabra clave: biosfera, complementariedad, conservación, reservas, vertebrados terrestres.

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas y su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre. Además, producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados y están sujetas a regímenes especiales de protección, restauración y desarrollo (CONANP, 2016).

En México existen siete categorías de ANP federales. Una de las categorías más importantes debido a su gran tamaño son las Reservas de la Biosfera. En 1970 se creó el Programa El Hombre y la Biosfera (MAB) por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que estimuló la creación de las reservas de la biosfera en México.

México ocupa a nivel mundial el tercer lugar en cantidad de reservas de la biosfera. En estas áreas se permite la investigación y un uso sustentable de los recursos, de tal manera que se conserva la biodiversidad teniendo en cuenta la realidad económica y social actual dentro del contexto de la sustentabilidad. En el país, las reservas de la biosfera fueron creadas por el interés de diversos centros de investigación en colaboración con los gobiernos estatales y el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (Halffter, 2011). En 1977, se estableció la primera reserva de la biosfera, Mapimí, en el estado de Durango, Chihuahua y Coahuila (UNESCO, 2016). En otros países de

Latinoamérica, las reservas de la biosfera se crearon de manera asincrónica, por ejemplo, Uruguay en 1976, Colombia en 1979, Cuba en 1984 y Brasil en 1993 (FAO, 2016; Cancillería de Colombia, 2016).

Para la conservación de la biodiversidad en las ANP, es necesario la integración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) con diferentes estrategias de protección, más que la conservación de unos pocos espacios. Adicionalmente para el establecimiento de nuevas ANP, se requiere evaluar la efectividad de la red actualmente existente, ya que en algunos casos la superficie en conservación no es suficiente para albergar la biodiversidad representativa de un país (Bezaury-Creel y Gutiérrez, 2009). Por ello se requiere de la integración de mecanismos que complementen a los esquemas de conservación como las ANP. Por ejemplo, la creación de corredores biológicos, la implementación de prácticas de uso múltiple fuera de las áreas naturales, la creación de reservas archipiélago (Calderón-Patrón *et al.,* 2012) o zonas prioritarias para la restauración ecológica han demostrado ser buenas prácticas para incrementar la conservación de la biodiversidad (Sosa-Escalante *et al.,* 2014; Sosa-Escalante, 2016).

La biodiversidad de México ha sido relacionada con la diversidad alfa o local, sin embargo, la diversidad beta parecer ser uno de los componentes de mayor importancia, por eso es considerado un país betadiverso (Rodríguez *et al.,* 2003). Uno de los métodos utilizados para evaluar la diversidad beta es el análisis de complementariedad, que identifica un conjunto de sitios que conservan la mayor cantidad de diversidad puntual (Vane-Wright *et al.,* 1991). Es decir, México

presenta una gran variedad de ecosistemas y especies a lo largo y ancho de su territorio que se complementan entre sí. Por lo tanto, la complementariedad de especies es un tema necesario para proveer explicaciones sobre su diversidad (Rodríguez *et al.,* 2003) o para proponer medidas de evaluación de la efectividad de la red de ANP en la conservación de la biodiversidad mexicana (Ceballos, 2007).

El objetivo principal del estudio fue identificar y cuantificar la riqueza de especies de vertebrados terrestres, principalmente mamíferos, dentro de las reservas de la biosfera de México y evaluar la efectividad de estas reservas para el mantenimiento de la diversidad. Se identificó cuáles reservas de la biosfera son las más importantes por ser reservorios de la riqueza de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Además, se identificó los posibles vacíos de información y sitios potenciales para la conservación de las diferentes clases de vertebrados yse determinó el número de vertebrados protegidos en las reservas de la biosfera. Se jerarquizaron las reservas de la biosfera yse propusieron bases para elaborar programas de investigación y conservación de los vertebrados, particularmente mamíferos y se actualizó los listados de mamíferos de los programas de manejo de las reservas de la biosfera.

2. ANTECEDENTES

La diversidad existente en México está amenazada por presiones antrópicas, como la ampliación de la frontera agropecuaria, la contaminación, entre otros; lo que conlleva a una disminución de las poblaciones y por ende del patrimonio natural del país (García-Morales *et al.,* 2014).

En México se entrelazan dos de las principales regiones biogeográficas del planeta, la neártica y la neotropical. En esta zona de contacto, centrada en el Itsmo de Tehuantepec, se encuentra una mezcla de elementos faunísticos y florísticos del norte y del sur de América, así como una fauna endémica que únicamente se encuentra en esta zona de transición (Mittermeier y Goettsch, 1992). Esto ha generado que México ocupe el segundo lugar en diversidad de reptiles (864 especies), tercer lugar en mamíferos, quinto en anfibios y octavo lugar en aves (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008), 174 especies de anfibios, 368 especies de reptiles, 125 de aves y 169 de mamíferos son endémicos del país (CONABIO y SEMARNAT, 2009).

Los vertebrados terrestres aportan una parte en la diversidad que posee México, con el 10% de las especies conocidas en el mundo (SEMARNAT, 2005), la conservación de estos organismos ha permitido la conservación de los ecosistemas donde habitan y mantener las interacciones con otros organismos (Sánchez*et al.,* 2011). Los vertebrados terrestres como los anfibios, reptiles, aves y mamíferos son un buen grupo de estudio, ya que son indicadores del estado de conservación de los ecosistemas que habitan, tienen diferentes requerimientos

biológicos, en cuanto a la preferencia de hábitats y recursos alimenticios; por otro lado, también son sensibles a los cambios o perturbaciones ambientales y antrópicas (Santos y Telleria, 2006; Herrera *et al.,* 2004; Parra, 2014; Sánchez *et al.,* 2011).

2.1 ANP como estrategias de conservación

La creación de ANP es una de las principales estrategias de los gobiernos a nivel mundial para la conservación de la biodiversidad existente en sus territorios, pero por si solas no son suficientes para revertir todo el daño que se ha causado a la naturaleza. Estas áreas no deben ser intocables, en estas áreas se debe permitir a la población humana de la zona de influencia la extracción de forma sustentable de los recursos que brinda la naturaleza (Halffter, 1981).

Los criterios para la selección de las áreas naturales son diversos, se tiene en cuenta la riqueza de especies, diversidad filogenética, especies raras o endémicas y la heterogeneidad del hábitat, y existen otras estrategias como iniciativas sociales de conservación y corredores biológicos (Eeley *et al.,* 2001), áreas privadas y de manejo como unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA), manejo forestal sustentable (MFS) y el ecoturismo (Sarukhán *et al.,* 2009) y en otros casos se ha considerado la particularidad de los ecosistemas como el sistema de áreas protegidas denominado reservas archipiélago (García-Grajales y Buenrostro-Silva, 2009). La selección de la estrategia para la

conservación está en manos de las entidades encargadas de estos temas, pero generalmente la más utilizada es la creación de ANP bajo alguno de los criterios mencionados.

2.2 Las ANP en México

Actualmente en el país existen decretadas 182 ANP con una superficie de 90,839,521.55 hectáreas, lo que representa 12.85% del territorio nacional (SEMARNAT-CONANP, 2016). En México, la normativa vigente reconoce siete categorías (Cuadro 1), cabe resaltar que las Reservas de la Biosfera, ocupan la mayor superficie protegida. Según la UNESCO (2016), México ocupa el tercer país con mayor cantidad de Reserva de la Biosfera, en primer lugar, esta España (48) y en segundo lugar, Estados Unidos (47).

Cuadro 1. Categorías de las áreas naturales protegidas en México

Cantidad de ANP´s	**Categoría**	**Superficie en hectáreas**	**Porcentaje de la superficie del territorio nacional**
42	Reservas de la Biosfera	12,751,149	4.64
66	Parques nacionales	1,411,319	0.34
5	Monumentos naturales	16,269	0.01
8	Áreas de protección de recursos naturales	4,503,345	2.29
39	Áreas de protección de flora y fauna	6,795,963	3.29
18	Santuarios	150,193	0.00
	Parques y reservas estatales		
178		25,628,239	10.57

Fuente: CONANP 2016.

Las ANP han sido reconocidas como el instrumento de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad (Dorfman, 2005). En México, las ANP (federales, estatales y municipales) abarcaban 9.85% del territorio terrestre nacional, 22.7% del mar territorial, 12% de la plataforma continental y 1.5% de la zona económica exclusiva (Bezaury-Creel y Gutiérrez, 2009). Algunas de estas áreas (57), que por su biodiversidad y características ecológicas son consideradas de especial relevancia para el país, integran el Sistema Nacional de Áreas Naturales

Protegidas (SINAP). A la par de las áreas federales, también se han decretado reservas a nivel estatal, municipal, comunal y privadas.

2.3 Estudios realizados para evaluar las ANP en función a los grupos de vertebrados

En los últimos años se han realizado algunos estudios que evalúan el estado de conservación de los vertebrados terrestres, en los cuales se propone la creación de áreas de conservación que incluyan ecorregiones con especies características que no se encuentran en las ANP o en las regiones terrestres prioritarias (Escalante, 2003). Otros establecen zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de los vertebrados terrestres y estas zonas están distribuidas por todo el país (Ceballos *et al.,* 2009). En algunos estudios (Ceballos, 1999), se confirma la pérdida de diversidad y se propone que se tenga en cuenta los resultados para que las entidades gubernamentales encargadas de las ANP tomen medidas en el asunto.

Existen áreas ricas en especies endémicas, como la faja volcánica transmexicana (Escalante *et al.,* 2007), en donde es urgente tomar medidas de conservación frente a la alta tasa de deforestación que ocurre en la zona. También existen estudios de especies endémicas que habitan las ANP (Ochoa-Ochoa *et al.,* 2009), cuyos resultados indican que las especies no están bien representadas en las ANP, ya que la mayoría de las especies se ubican en áreas de iniciativas de

conservación social, convirtiéndose estas áreas en nuevas estrategias que podrían fortalecer las ANP.

En otros países, como Costa Rica, se ha evaluado la efectividad de las ANP en la conservación de mamíferos y se sabe que existen áreas ricas en especies de este grupo biológico, sin embargo, estas especies no están dentro de la red de reservas, indicando que esta estrategia debería articularse con otras que aseguren el futuro de las poblaciones de vertebrados y de todos los servicios ambientales que prestan a la sociedad (González-Maya *et al.,* 2015).

Otros investigadores han reportado que es prioritaria la conservación de los mamíferos; por ejemplo, Ceballos (1999) utilizó el método de complementariedad, con 462 especies de mamíferos en 30 áreas protegidas de México (parques naturales, reservas de la biosfera y otros). El autor encontró que con 24 áreas protegidas se podría conservar buena parte de la riqueza de mamíferos protegidos del país y sugirió decretar otras áreas para proteger poblaciones adicionales, ya que la mayoría de especies protegidas está representada por una o dos poblaciones.

Por otro lado, se ha identificado áreas prioritarias para la conservación de mamíferos terrestres en México (Región neotropical y Zona de transición mexicana) que coinciden con regiones terrestres prioritarias es decir que son importantes para otros taxones (García-Marmolejo *et al.,* 2008). Otros estudios han demostrado que el orden menos representado en las áreas protegidas son los roedores (79 especies), y 95% de los mamíferos protegidos están concentrados

en 10 reservas, por lo que propone proteger varias poblaciones de las especies de mamíferos terrestres (Ceballos, 2007).

A nivel estatal, Sánchez-Jasso y colaboradores (2013) evaluaron la riqueza de vertebrados en un bosque reforestado del parque nacional Nevado de Toluca, encontraron 85 especies de vertebrados de las cuales 24 son endémicas, que representan el 11.3% de la diversidad reportada para el estado de México, sugieren considerar las especies endémicas como especies prioritarias para conservación y que el ecoturismo sea una estrategia sostenible e ingresos para los pobladores. Escobedo y colaboradores (2015) realizaron un inventario de los vertebrados terrestres en área natural protegida Cerro de Arandas, Irapuato, Guanajuato, reportaron 91 especies. García y colaboradores (2010) reportaron 29 mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, en Chiapas.

A nivel mundial, Durán *et al*. (2016) compararon la riqueza de especies de anfibios, aves y mamíferos en 400 áreas protegidas del hemisferio occidental. Para ello, calcularon métricas de fragmentación (tamaño, forma, proximidad y fragmentación), considerando a las áreas protegidas como fragmentos. Los autores encontraronque métricas de fragmentación y covariables ambientales (latitud, altitud, temperatura anual, precipitaciones anuales y Ecoregión terrestre) explican el 61% de la variación de la riqueza entre áreas protegidas, que el área tiene un efecto positivo en la riqueza y la forma y la fragmentación un efecto negativo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar la contribución de las reservas de la biosfera de México en la conservación de los vertebrados terrestres.

3.2 Objetivos particulares

- Realizar una actualización de los listados de mamíferos terrestres presentes en las reservas de la biosfera con base en los programas de manejo, mediante la comparación con literatura científica reciente.

- Analizar la complementariedad de los vertebrados terrestres (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en las reservas de la biosfera de México.

- Proponer estrategias para la conservación de los vertebrados terrestres que mejoren el papel de las reservas de la biosfera.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio incluye 41 reservas de la biosfera de competencia federal, estas áreas son importantes al ser espacios de investigación y existe información de sus planes de manejo (Figura 1).

Las reservas de la biosfera incluyen 12,751,149.12 hectáreas, 4.6% del territorio nacional terrestre y de aguas continentales y 1.15% del mar territorial. Tienen ecosistemas como selvas, bosques de encino, bosque de coníferas, bosque de pino, praderas, palmar, pastizales, vegetación acuática, manglar, matorral xerofítico, mezquital, entre otros. De los 32 estados de la República Mexicana, las reservas de la biosfera están en 23 estados (CONANP, 2015).

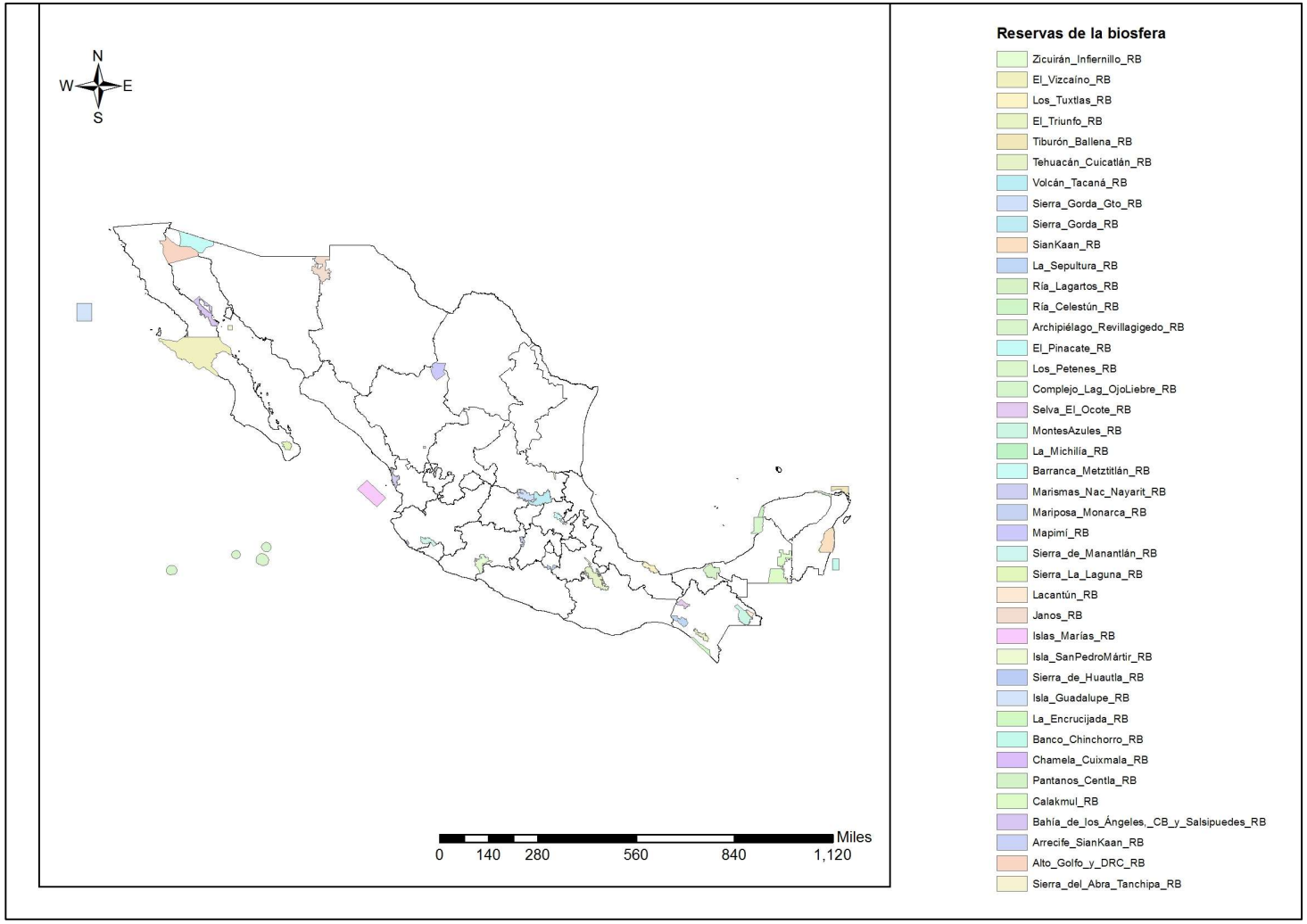

Figura 1. Reservas de la Biosfera en México.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Listado de especies

Revisión de literatura

Se sistematizó un listado base de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) a partir de la consulta de los listados de especies individuales que se encuentran en los programas de manejo (PM) de las reservas de la biosfera. El listado base de mamíferos fue actualizado teniendo en cuenta la fecha de publicación del programa del manejo, con la inclusión de información consultada en documentos científicos e informes técnicos en los cuales se mencionaban las especies de mamíferos con distribución en 41 reservas de la biosfera de México, se excluyeron las reservas Cozumel, El Cielo, Najá-Metzabok y Los Volcanes debido a la ausencia de listados taxonómicos o debido a que fueron decretadas recientemente. Algunos listados de especies de difícil acceso fueron obtenidos directamente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). En el 2016 se decretó a Cozumel como una reserva de la biosfera, esta reserva no fue incluida en este análisis.

Base de datos

Se crearon bases de datos de los vertebrados terrestres de México presentes en las 41 reservas de la biosfera en el programa Microsoft Excel (2016), que incluyeron campos como id, orden, familia, especie, reserva y categorías de riesgo. A partir de las bases de datos se construyeron 10 matrices de presencia-

ausencia (especies por reserva), es decir, cuatro matrices tomando en cuenta los listados sin actualizar, cuatro matrices considerando únicamente las especies con alguna categoría de riesgo a partir de los listados sin actualizar, una matriz de mamíferos con el listado actualizado y una matriz de los mamíferos en riesgo usando el listado actualizado. Las categorías de riesgo de las especies fueron asignadas comparando el listado base con los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2016), Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES 2015) y especies y poblaciones prioritarias para la conservación (DOF, 2014).

5.2 Análisis de información

La base de datos pasó por un proceso de control de calidad donde se corrigió y actualizó la información taxonómica (Noguera-Urbano y Escalante, 2014); se realizó una corrección de sinonimias tomando como sistema base el listado de mamíferos de Ramírez-Pulido *et al*. (2014). Se validaron los registros de los mamíferos mediante una revisión de artículos que citaban la presencia de este grupo en las reservas de la biosfera. Se realizó una comparación de la información de los programas de manejo y el listado actualizado.

Para el caso de las aves, se tomó como base para la corrección de sinonimias a American Ornithological Society (AOS, 2016), Frost*et al.* (2006), Flores-Villela y

García-Vázquez (2014) y las bases de datos en línea, *Amphibians species of the World* y *The reptile database* para el caso de la herpetofauna.

Análisis de complementariedad

Las matrices de presencia-ausencia fueron procesadas en el programa Microsoft Excel (2016) aplicando un análisis de complementariedadde las 41 reservas de la biosfera de México. El algoritmo selecciona iterativamente los sitios considerando optimizar la representación de una o más poblaciones de todas las especies de una manera eficiente. Se determinó el número de especies de vertebrados terrestres protegidos en las reservas, las reservas que albergan la mayor riqueza de cada grupo de vertebrados y las reservas que aportan el mayor número de especies nuevas, es decir, especies que no están reportadas en los programas de manejo (mamíferos), se identificaron las posibles coincidencias en el número e identidad de las reservas de la biosfera entre los grupos de vertebrados terrestres y se determinaron grupos de áreas complementarias para la conservación de los vertebrados terrestres en México.

Con los datos obtenidos en el análisis de complementariedad de los listados de los programas de manejo, se evaluó el recambio de especies de las reservas de la biosfera en la conservación de cada uno de los grupos de vertebrados, teniendo en cuenta la riqueza de cada reserva, las especies protegidas que alberga.

Además, se determinó cuántas y cuáles reservas cumplen con el criterio de conservación, que es la riqueza de especies albergada.

Con el método de complementariedad, se determinó si existen congruencias en cuanto al número e identidad de las reservas de la biosfera que requiere cada grupo biológico para estar bien representado en estas áreas.

Se realizaron gráficos de intervalos agrupando el número de reservas de cinco en cinco y la cantidad de especies que albergan. Se realizó una curva de acumulación de similitudes agrupando las reservas de la biosfera y la composición de especies a través de un agrupamiento utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard y se construyó un dendogramacon el método UPGMA a partir de lo anterior. Teniendo en cuenta la variación en el tamaño de las reservas, se analizó la relación entre la extensión de cada reserva y el número de especies protegidas mediante una correlación de Pearson. Las dos variables fueron transformadas log10. De acuerdo a los resultados, se propusieron estrategias de conservación que complementen la acción de las áreas naturales protegidas.

6. RESULTADOS

Al analizar el recambio de especies y la contribución de las reservas de la biosfera en la conservación de los vertebrados terrestres se obtuvo lo siguiente:

6.1. Complementariedad de Mamíferos

Se encontraron registros de mamíferos terrestres en 37 reservas de la biosfera de México, que corresponden al 82% de las 45 reservas existentes. Se excluyeron del análisis las reservas de la Biosfera: Tiburón Ballena, Arrecifes de Sian-ka'an, Chinchorro, Isla Guadalupe y Zona Marina Bahía de los Ángeles, debido a la inexistencia de registros de mamíferos terrestres para esas reservas.

Los listados de fauna de cinco reservas de la biosfera (La Michilía, El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Lacan-Tún y Complejo Lagunar Ojo de Liebre), fueron obtenidos por petición directa a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), debido a que los programas de manejo (PM) no estaban disponibles *online*. Tras la petición de la información a la CONANP, se obtuvieron los cinco programas de manejo.

En los PM se registraron 350 especies pertenecientes a 34 familias y 11 órdenes, en 36 reservas de la biosfera (70% del total nacional). Se revisó una base de datos de 2,639 artículos científicos dentro de un intervalo de 1996 a 2015 (Pech-Canché *et al.,* en preparación), con lo cual se incrementó la información de una reserva de la biosfera (Zona Marina Bahía de los Ángeles). Para las 37 reservas se obtuvo un listado de mamíferos de 361 especies pertenecientes a 34 familias y

11 órdenes, (73% del total nacional). En 25 reservas se adicionaron 134 registros de 11 especies nuevas que no aparecían en los PM: *Cryptotis nelsoni*, *Cryptotis tropicalis*, *Sorex oreopolus*, *Natalus mexicanus*, *Lepus alleni*, *Ammmospermophilus interpres*, *Neotamias bulleri*, *Nelsonia goldmani*, *Megadontomys nelsoni*, *Peromyscus fraterculus*, *Rheomys mexicanus* (ANEXO A). Se excluyeron del análisis especies introducidas (Aguirre *et al.,* 2009) como: *Sus scrofa*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus*. Se encontró que 135 especies contenidas en el listado obtenido a partir de los programas de manejo y la revisión de literatura no están representadas dentro de las reservas de la biosfera.

Se encontró que 146 especies del listado de los programas de manejo no están representadas dentro de las reservas de la biosfera, y con la revisión de literatura especializada esta cifra baja a 135 especies que no están dentro de esta categoría de áreas de conservación.

En el listado de los PM 126 especies de mamíferos terrestres están dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010. De acuerdo a la UICN, cuatro especies *(Dasyprocta mexicana*, *Procyon pygmaeu*s, *Reithrodontomys spectabilis* y *Tylomys tumbalensis*) son categorizados como CR (En peligro crítico), 13 EN (En peligro), 12 VU (Vulnerable). Por otra parte, se consideraron los listados CITES, en las reservas de la biosfera existen 11 especies Apéndice I, tres especies Apéndice II y 13 especies Apéndice III. Tomando en cuenta el acuerdo 2014 de especies y poblaciones prioritarias para la conservación de la Secretaria de Medio Ambiente y

Recursos Naturales (SEMARNAT), en las reservas de la biosfera existen 23 especies prioritarias para la conservación.

En el listado actualizado (LA) se encontraron 126 especies que cumplen criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a las categorías de la UICN (2017), cinco están dentro de la categoría CR (En peligro crítico), 16 EN (En peligro), 13 VU (Vulnerable). Según CITES, 27 especies se encuentran en algún Apéndice: 11 especies Apéndice I, tres especies Apéndice II y 13 especies Apéndice III. Tomando en cuenta el acuerdo de especies y poblaciones prioritarias para la conservación 2014, en las reservas de la biosfera existen 23 especies prioritarias.

De acuerdo al análisis de complementariedad, tanto para los PM como para la LA, las tres primeras reservas que albergan la mayor riqueza de mamíferos terrestres son Los Tuxtlas, Janos y Tehuacán-Cuicatlán con 229 especies para los PM y 236 especies para la LA (Figuras 2 y 3). Tanto en los PM como en el LA se requieren 10 reservas para albergar el 90% de la riqueza de mamíferos terrestres (ANEXO B y C).

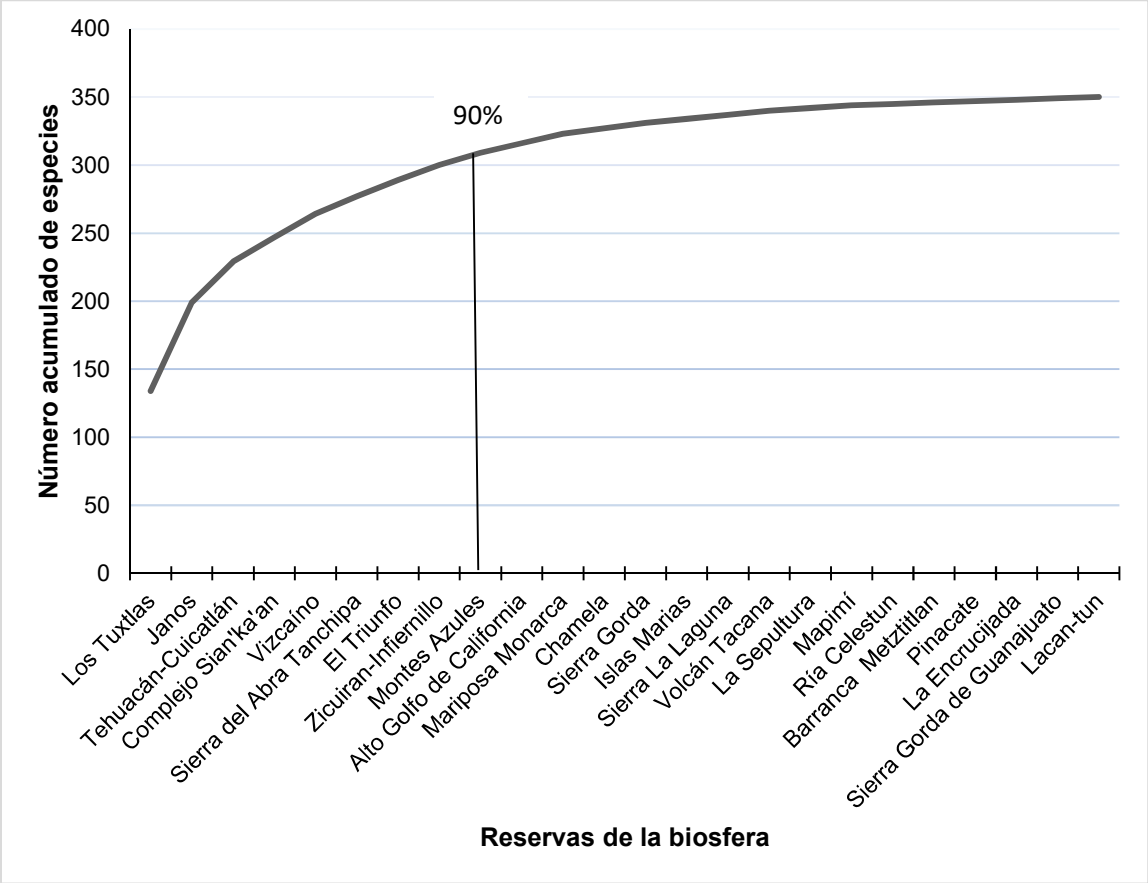

Figura 2. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera basado en el listado de Mamíferos de los programas de manejo.

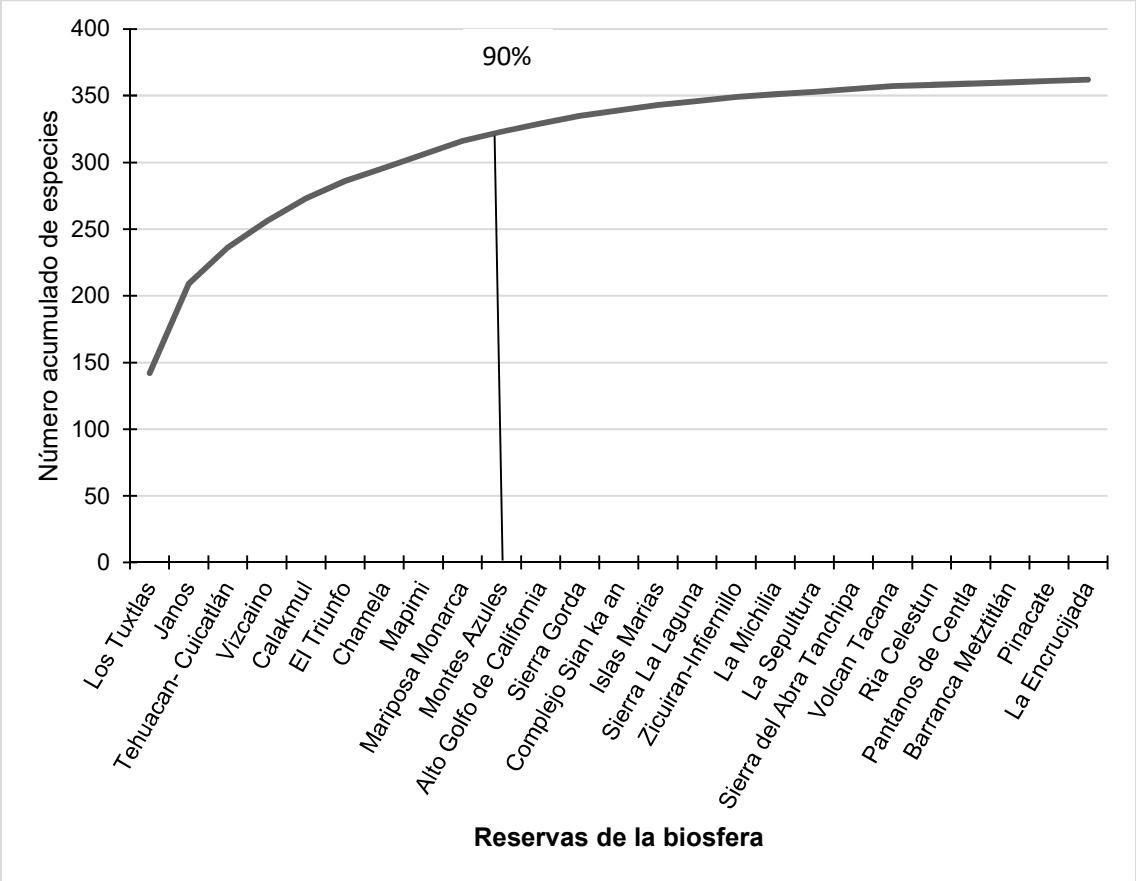

Figura 3. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera basado en el listado actualizado de Mamíferos.

En el análisis de complementariedad realizado con las especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies del acuerdo de especies y poblaciones prioritarias para la conservación (2014), 126 especies (25%) para los PM y 132 especies (26%) para el LA, se encuentran dentro de las reservas, las cuales representan el 36% de las especies a nivel de ANP (ANEXO D y E). Las reservas de la biosfera Lacan-Tún y Janos albergan la mayor cantidad de especies en

peligro, seguidas de Alto Golfo de California para los PM y El Vizcaíno para la LA (Figura 4 y 5).

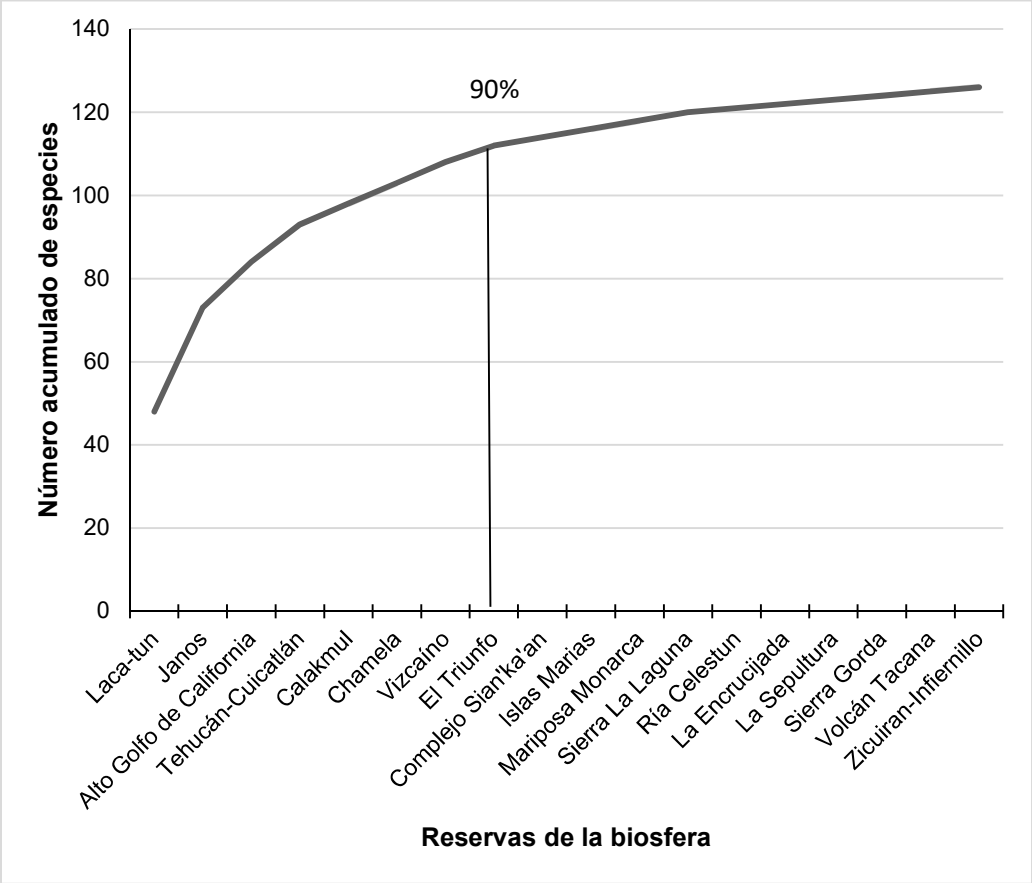

Figura 4. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera basado en el listado de Mamíferos con categoría de amenaza de los programas de manejo.

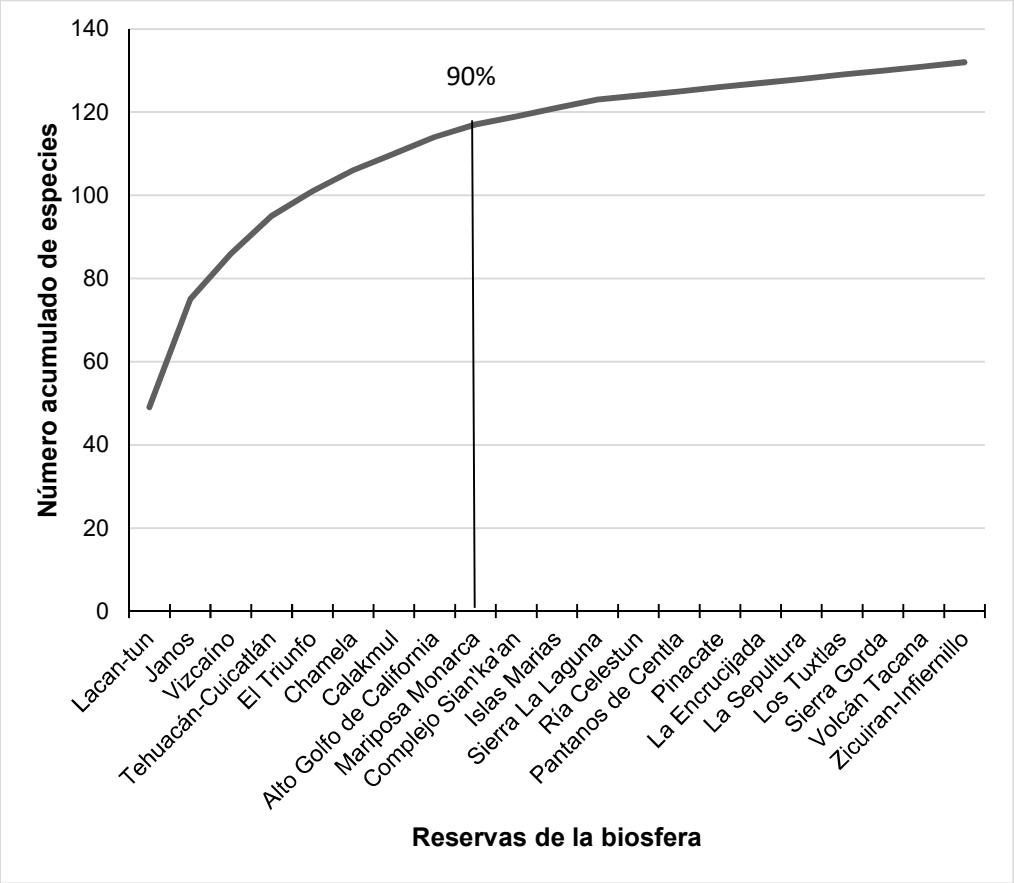

Figura 5. Análisis de complementariedad de las reservas de la biosfera de la lista actualizada para especies con categoría de protección.

En el gráfico de intervalos, número de reservas de la biosfera y la riqueza de especies (Figura 6), 146 especies no se encuentran en las reservas de la biosfera. Se observa, que la mayor riqueza de especies (184 especies) se encuentra en pocas reservas de la biosfera (Intervalo 1 a 5), mientras que especies posiblemente de distribución restringida están presentes en pocas reservas de la

biosfera (Figura 6), como: *Castor canadensis*, *Molossus aztecus, Procyon pygmaeus, Reithrodontomys spectabilis* y *Cryptotis mayensis*.

Las especies con mayor número de registros fueron *Procyon lotor* (33), *Urocyon cinereoargenteus* (31), *Odocoileus virginuanus* (30), *Puma concolor* (27) y *Nasua narica* (27).

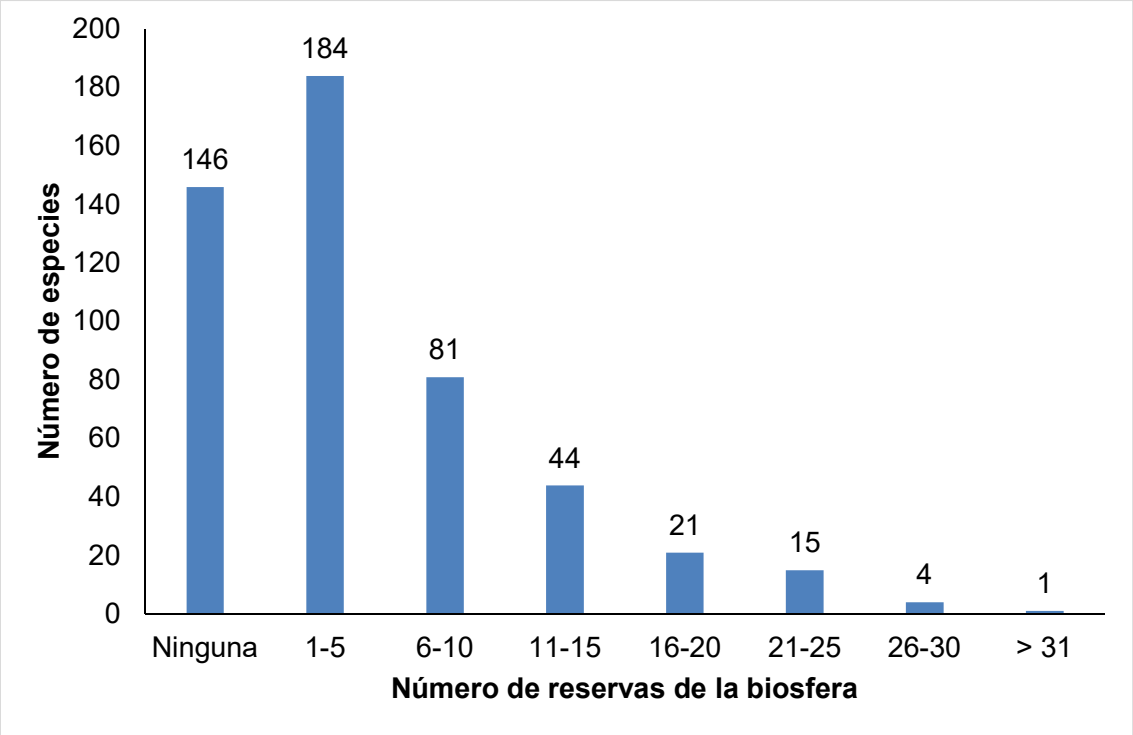

Figura 6. Frecuencia de distribución de las especies de Mamíferos representadas en 36 reservas de la biosfera de los programas de manejo.

La tendencia en los intervalos de número de reservas y número de especies de LA es similar al obtenido con PM (Figura 7). Las especies mejor representadas fueron: *Procyon lotor*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus*, *Nasua*

narica, *Canis latrans*, *Didelphis virginiana* y *Puma concolor*. Un gran número de especies de mamíferos no están representadas en las reservas de la biosfera.

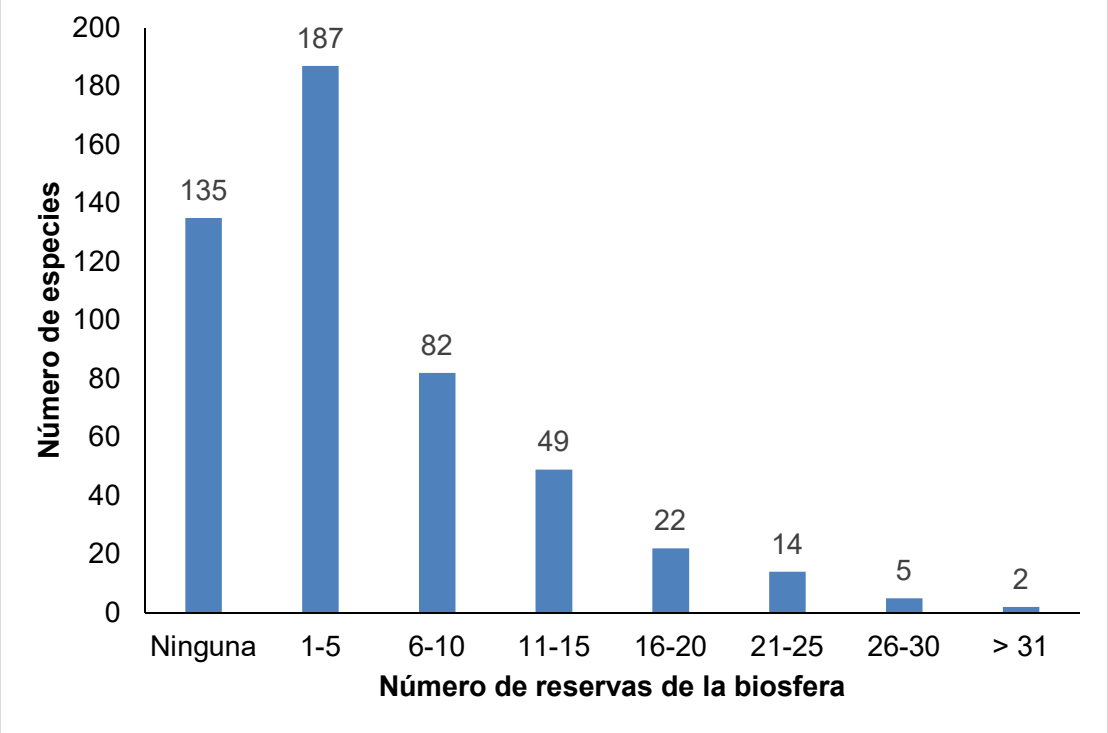

Figura 7. Frecuencia de distribución de las especies de Mamíferos representadas en 37 reservas de la biosfera del listado actualizado.

Según el análisis de similitud para los PM las reservas con mayor similitud fueron Montes Azules y Lacan-Tún, Complejo Sian ka'an y Calakmul y las menos similares son San Pedro Mártir y Complejo Lagunar Ojo de Liebre (Figura 8). En el dendograma obtenido con el LA los agrupamientos son similares a los obtenidos con los PM, la única diferencia es que la reserva Zona Marina Bahía de los Ángeles es una de las menos similares (Figura 9).

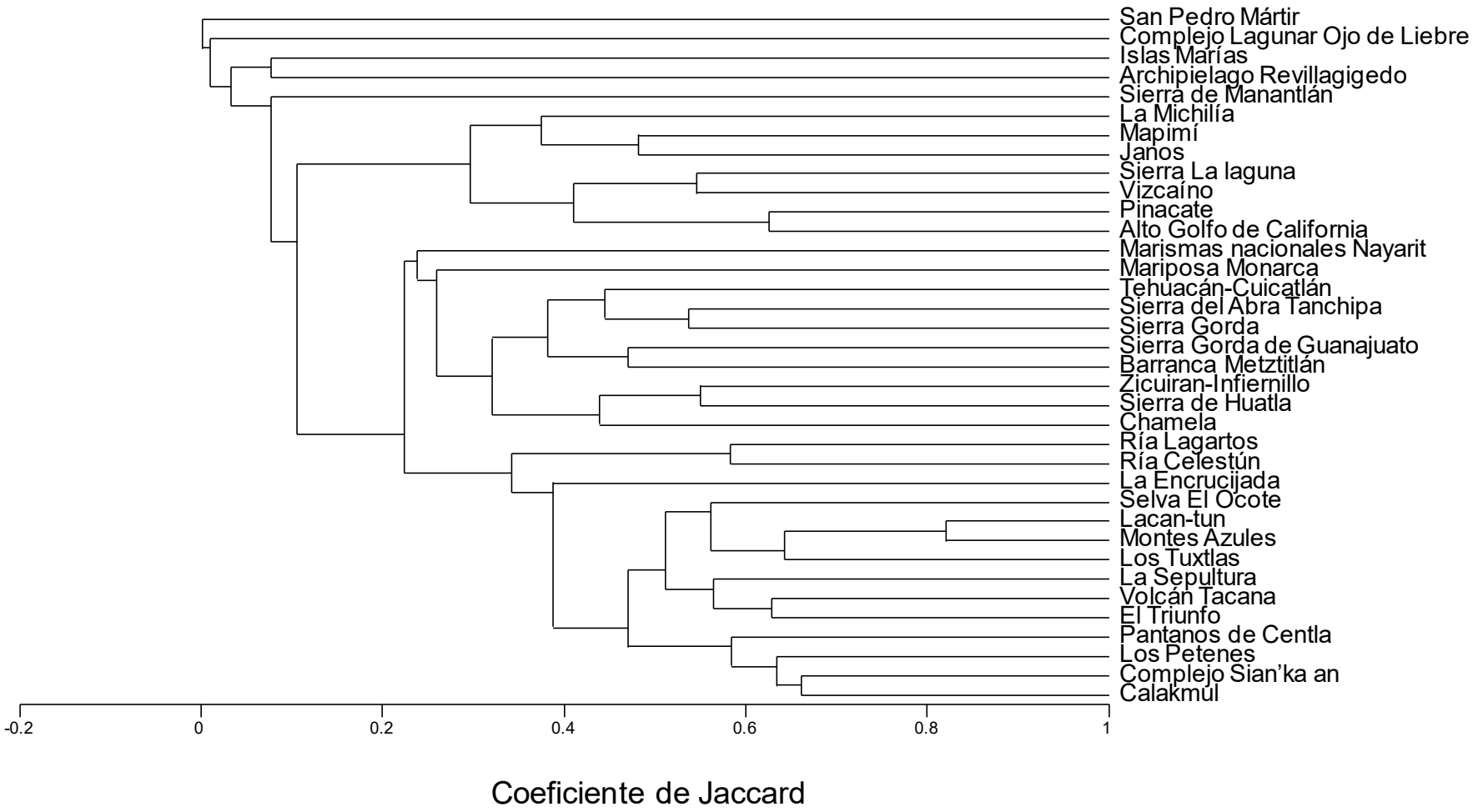

Figura 8. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Mamíferos de los programas de manejo.

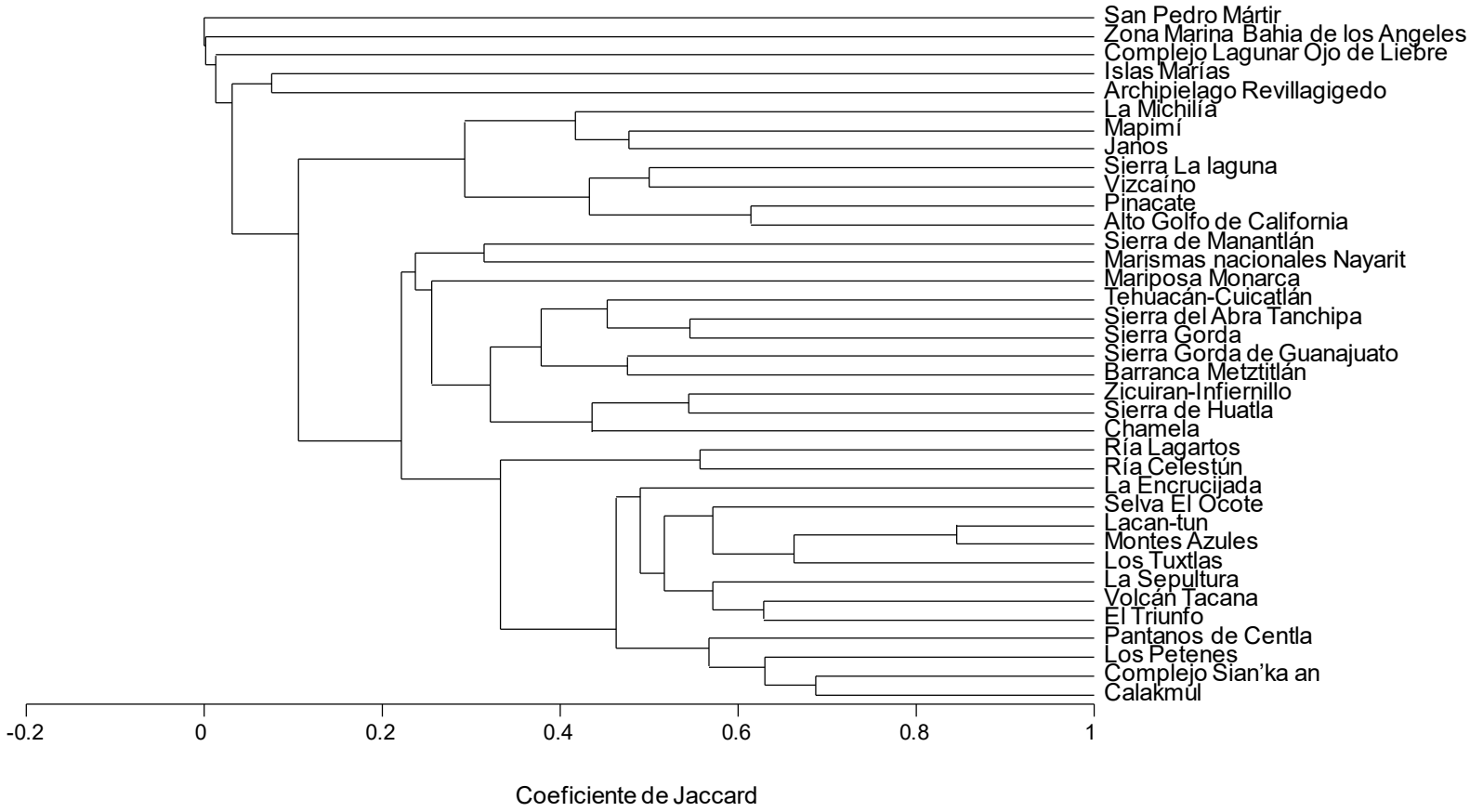

Figura 9. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Mamíferos del listado actualizado.

La prueba de correlación de Pearson indicó que existe una relación directa entre la extensión de las reservas y la riqueza de los dos listados: PM (r= 0.61; p= 0.000042) y LA (r=0.64; p=0.000015) (Figura 10).

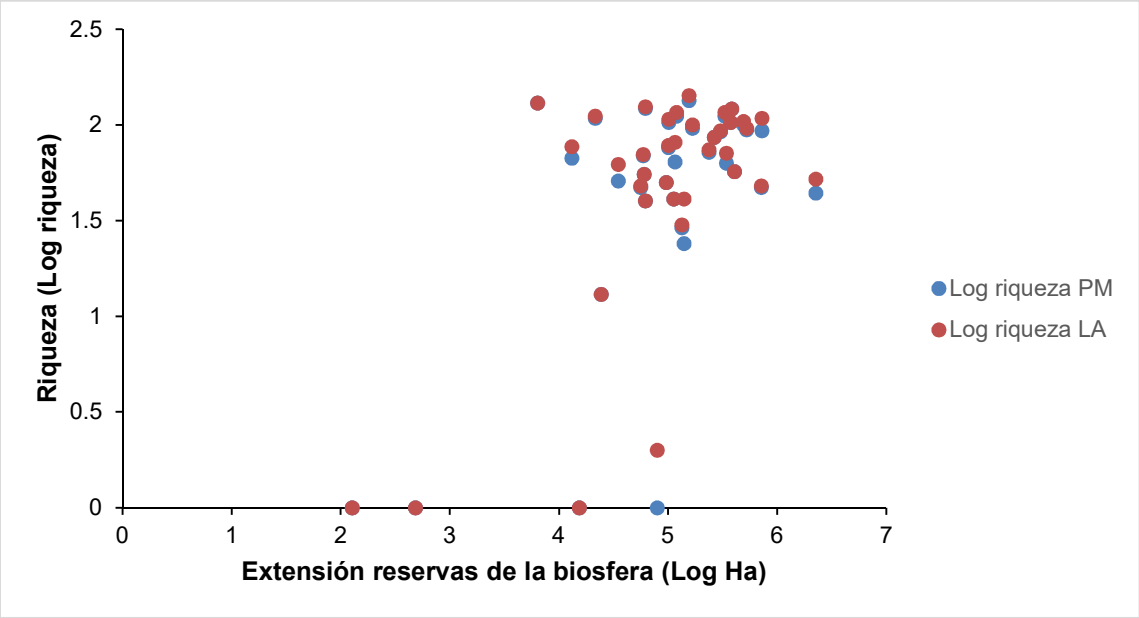

Figura 10. Correlación entre el tamaño de las reservas de labiosfera (hectáreas) y riqueza de especies de los programas de manejo (PM) y la lista actualizada (LA).

6.2 Complementariedad entre grupos

Aves

Se recopiló la información de 39 reservas de la biosfera con un total de 1007 especies de aves, pertenecientes a 25 órdenes y 91 familias (91% del total nacional). Se excluye la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena debido a la

ausencia de registros de especies y se unieron Arrecifes de Sian ka'an con Sian ka'an porque representan una sola reserva de la biosfera.

En el análisis de complementariedad las tres primeras reservas son Los Tuxtlas, Tehuacán-Cuicatlán y El Triunfo (734 especies de aves) (Figura 11). Se requieren 9 reservas de la biosfera para albergar el 90% de la riqueza de aves (ANEXO F).

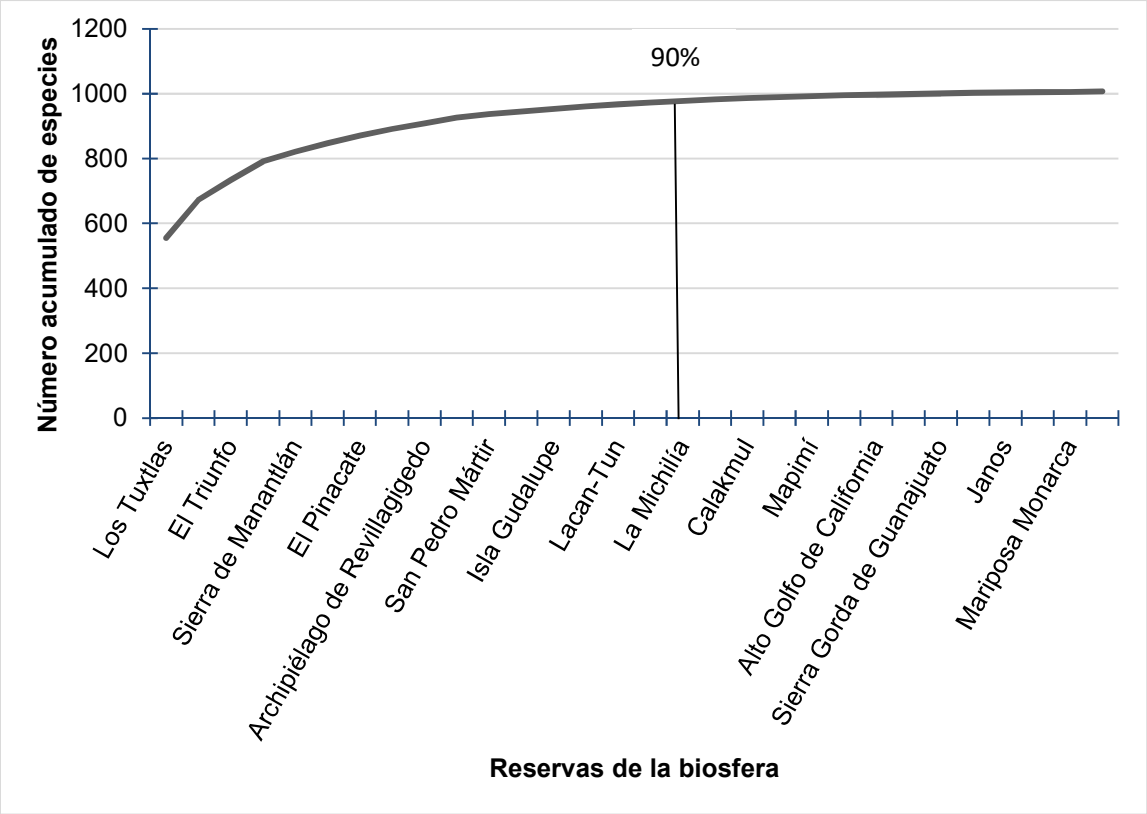

Figura 11. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Aves basado en los listados de los programas de manejo.

En total 264 especies de aves están dentro de alguna categoría de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 92 especies están en el acuerdo de especies y poblaciones prioritarias 2014 (58%). Tomando en cuenta la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), ocho especies están en el Apéndice I y una especie en el Apéndice II (*Ramphastos sulfuratus*). Según la UICN tres especies están en CR (En peligro crítico), 28 en categoría VU (Vulnerable).

En el análisis de complementariedad de clase aves de las especies protegidas (ANEXO G), con 264 especies de aves, se encontró que Los Tuxtlas, El Triunfo y Sierra de Manantlán ocupan los primeros lugares en complementariedad (Figura 12).

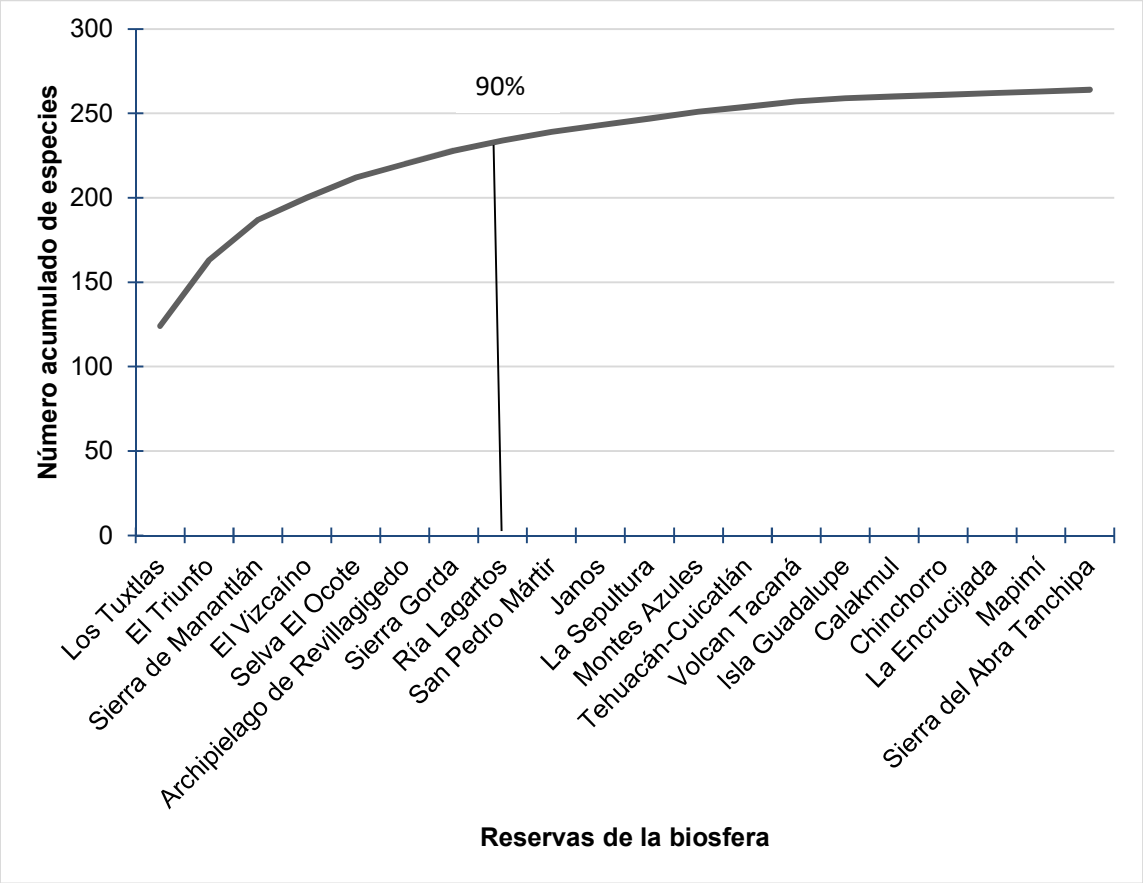

Figura 12. Análisis de complementariedad clase Aves especies protegidas

De acuerdo a la Figura 13, la mayor cantidad de especies se encuentra en pocas reservas de la biosfera, especies como *Vireo cassinii*, *Glaucidium sanchezi*, *Larus marinus*, *Puffinus puffinus* y *Turdus rufitorques* tienen una presencia debido a que algunas son especies endémicas o tienen poblaciones reducidas. Las especies con mayor número de registros fueron *Actitis macularius* (37), *Megaceryle alcyon* (36), *Falco sparverius* (35), *Ardea herodias* (35) y *Cathartes aura* (34).

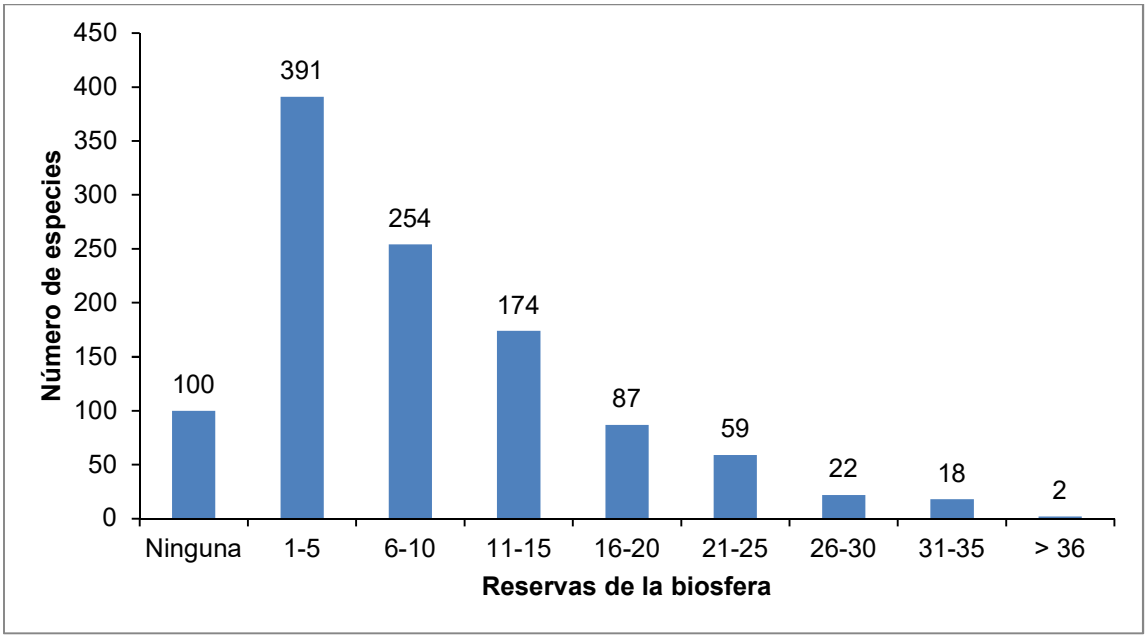

Figura 13. Frecuencia de distribución de las especies de Aves representadas en 39 reservas de la biosfera.

De acuerdo al análisis de similitud de las reservas de la biosfera y las especies de aves presentes en ellas, se encontró que las reservas más similares fueron Lacantún y Montes Azules, Ría Lagartos- Complejo Sian ka'an, Sierra del Abra Tanchipa- Sierra Gorda y las que difieren son San Pedro Mártir, Isla Guadalupe y Archipiélago de Revillagigedo (Figura 14)

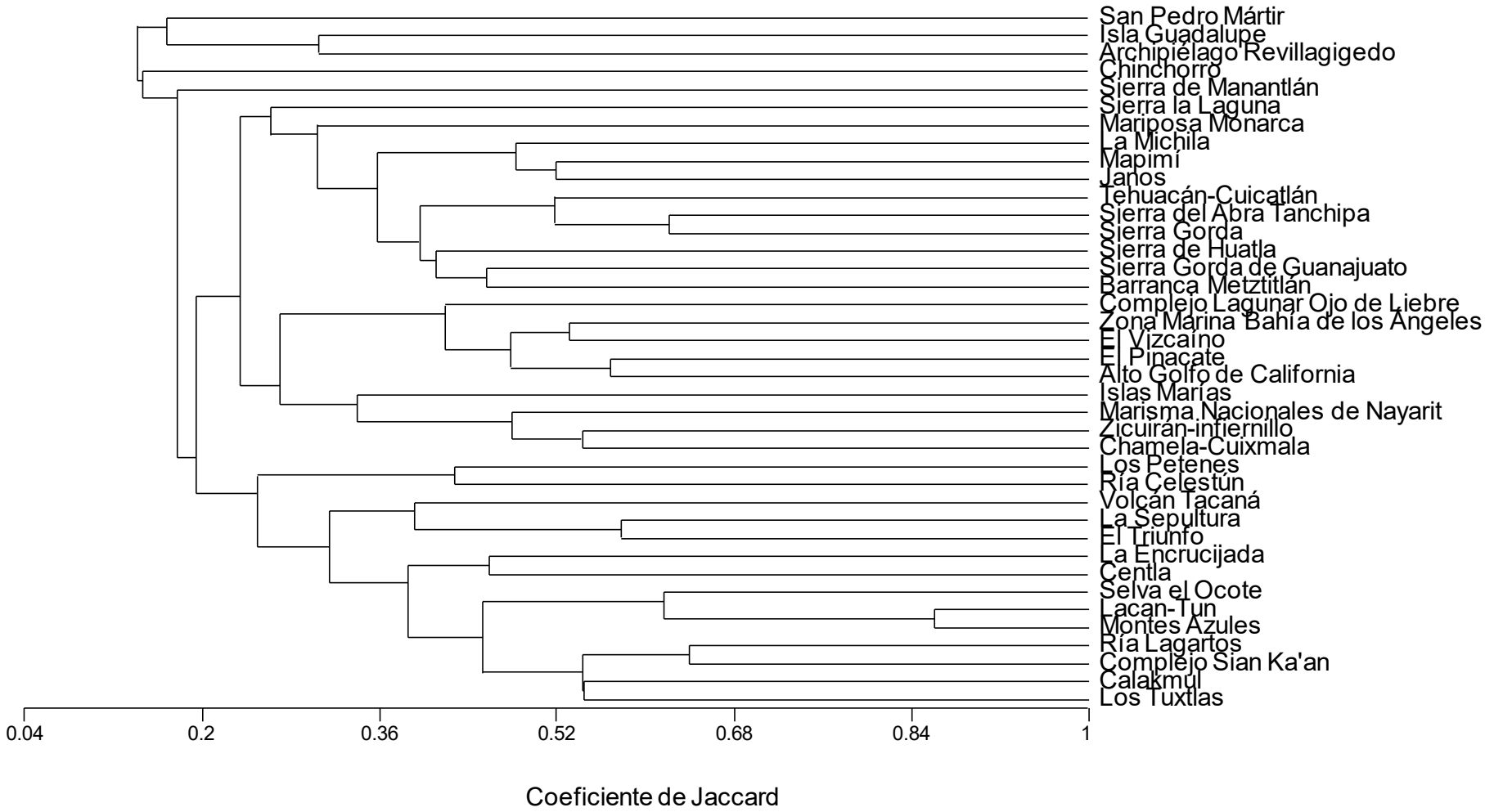

Figura 14. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Aves.

La prueba de correlación de Pearson indicó que no existe una relación entre el área de las reservas de la biosfera y la riqueza de especies (r= 0.072; p= 0.66) (Figura 15).

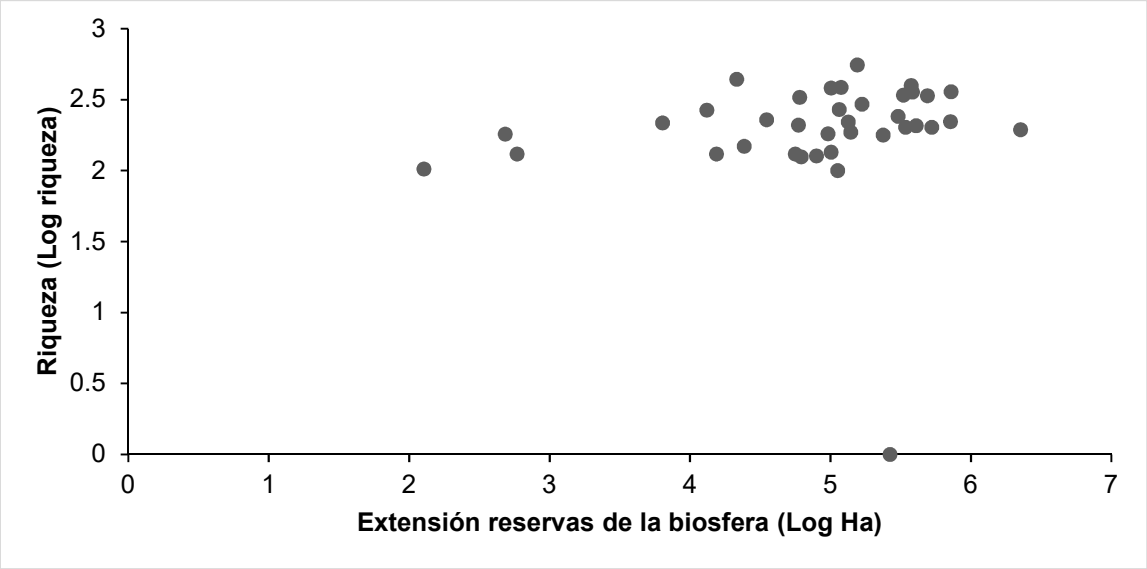

Figura 15. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Aves.

Reptiles

Se recopiló información de 495 especies de reptiles en 40 reservas de la biosfera (57% de la riqueza nacional), distribuidas en 3 órdenes y 40 familias.

Se encontró que 248 especies (50%) corresponden a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tomando en cuenta las especies CITES, 24 especies se encuentran dentro de algún Apéndice: Apéndice I hay 13 especies, Apéndice II ocho especies y Apéndice III tres especies. Según la UICN cuatro especies están en categoría CR

(En peligro crítico), 25 en categoría VU (Vulnerable) y 13 en categoría EN (En peligro de extinción).

Según el análisis de complementariedad las reservas que ocupan los tres primeros lugares son Los Tuxtlas, Tehuacán-Cuicatlán y Pinacate (Figura 16). Con 31 reservas se representa la riqueza de reptiles y con 16 reservas el 90% (ANEXO H).

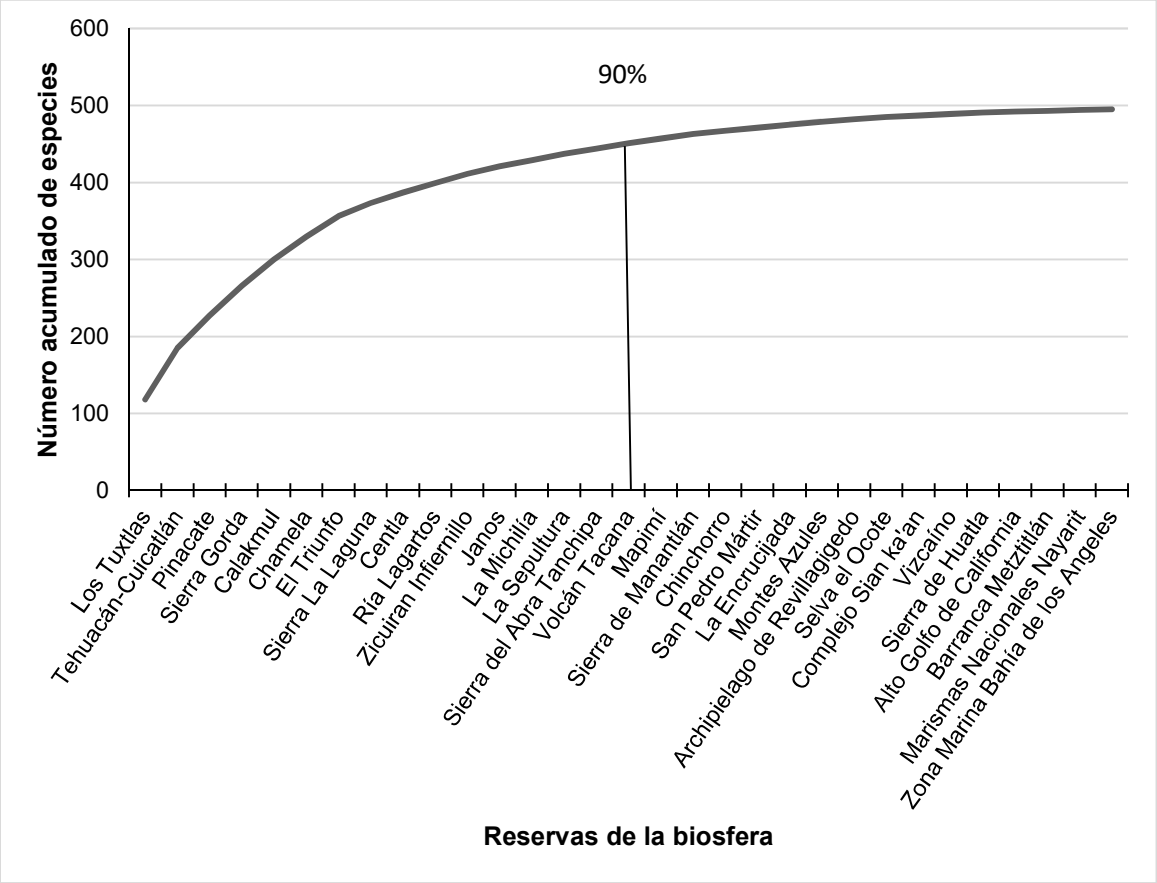

Figura 16. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Reptiles basado en los listados de los programas de manejo.

El análisis de complementariedad de las especies con alguna categoría de amenaza según la NOM-056-SEMARNAT-2010, ubicó a las reservas Los Tuxtlas, Tehuacán-Cuicatlán y Chamela en los primeros lugares (Figura 17). Son necesarias 28 reservas para representar las especies protegidas y 14 reservas para representar el 90% (ANEXO I).

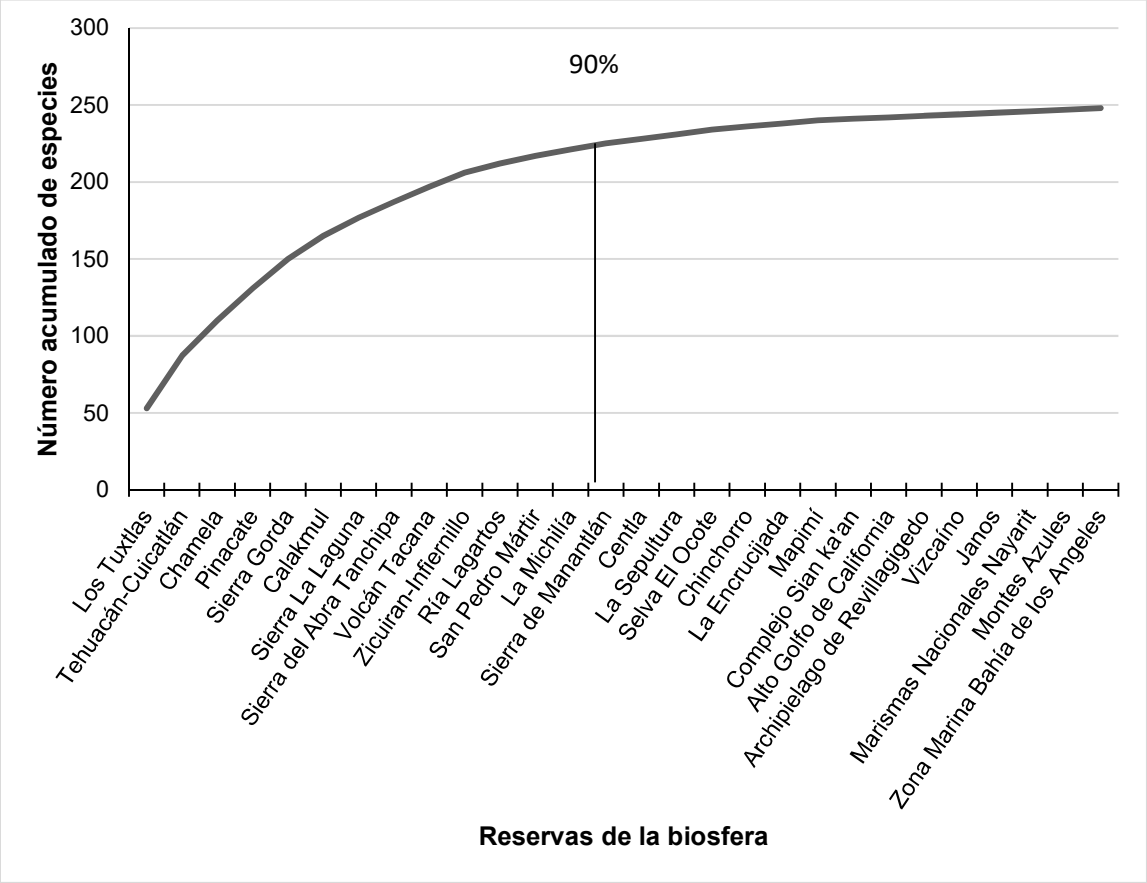

Figura 17. Análisis de complementariedad clase Reptiles especies protegidas.

En el gráfico de intervalos (Figura 18) existen gran cantidad de especies de reptiles en pocas reservas de la biosfera mientras que especies como *Trachemys grayi*, *Anolis anisolepsis*, *Sceloporus squamosus* y *Rhadinella kanalchutchan*

tienen una sola presencia en las reservas de la biosfera. Las especies con mayor número de registros fueron: *Boa constrictor* (23), *Drymobius margaritiferus* (19), *Oxybelis aeneus* (18) y *Holcosus undulatus* (18).

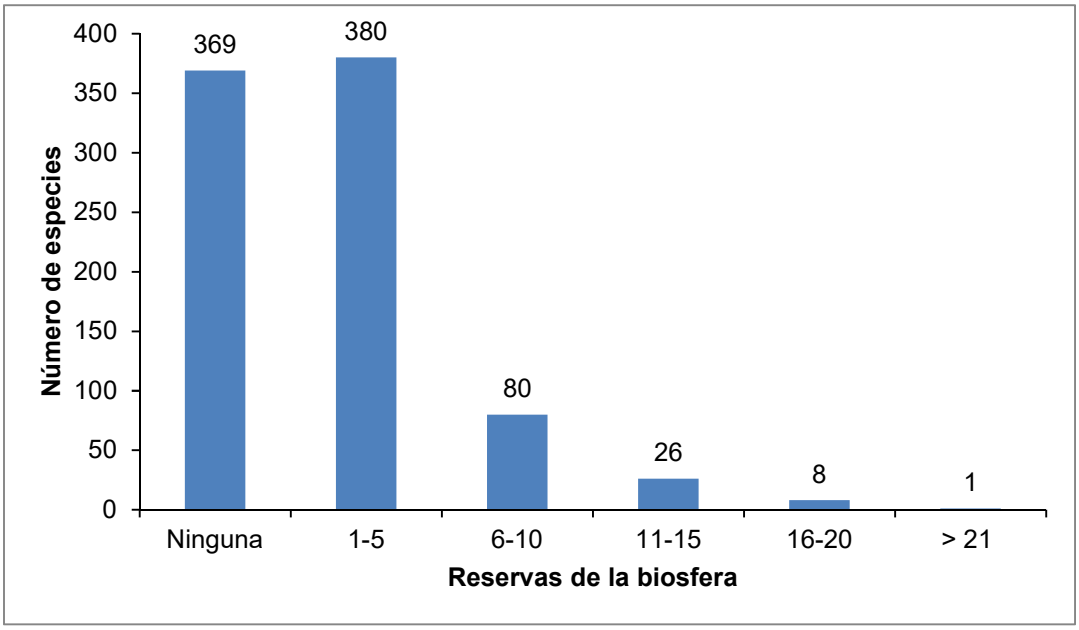

Figura 18. Frecuencia de distribución de las especies de Reptiles representadas en 40 reservas de la biosfera.

De acuerdo al análisis de similitud de las reservas de la biosfera y las especies de reptiles presentes en ellas, se encontró que las reservas más similares fueron Sierra Gorda de Guanajuato y Sierra Gorda, Lacan-Tún y Montes Azules, Pinacate y Alto Golfo de California y las que difieren son Ría Celestún y Chinchorro, La Michilía y Barranca Metztitlán (Figura 19).

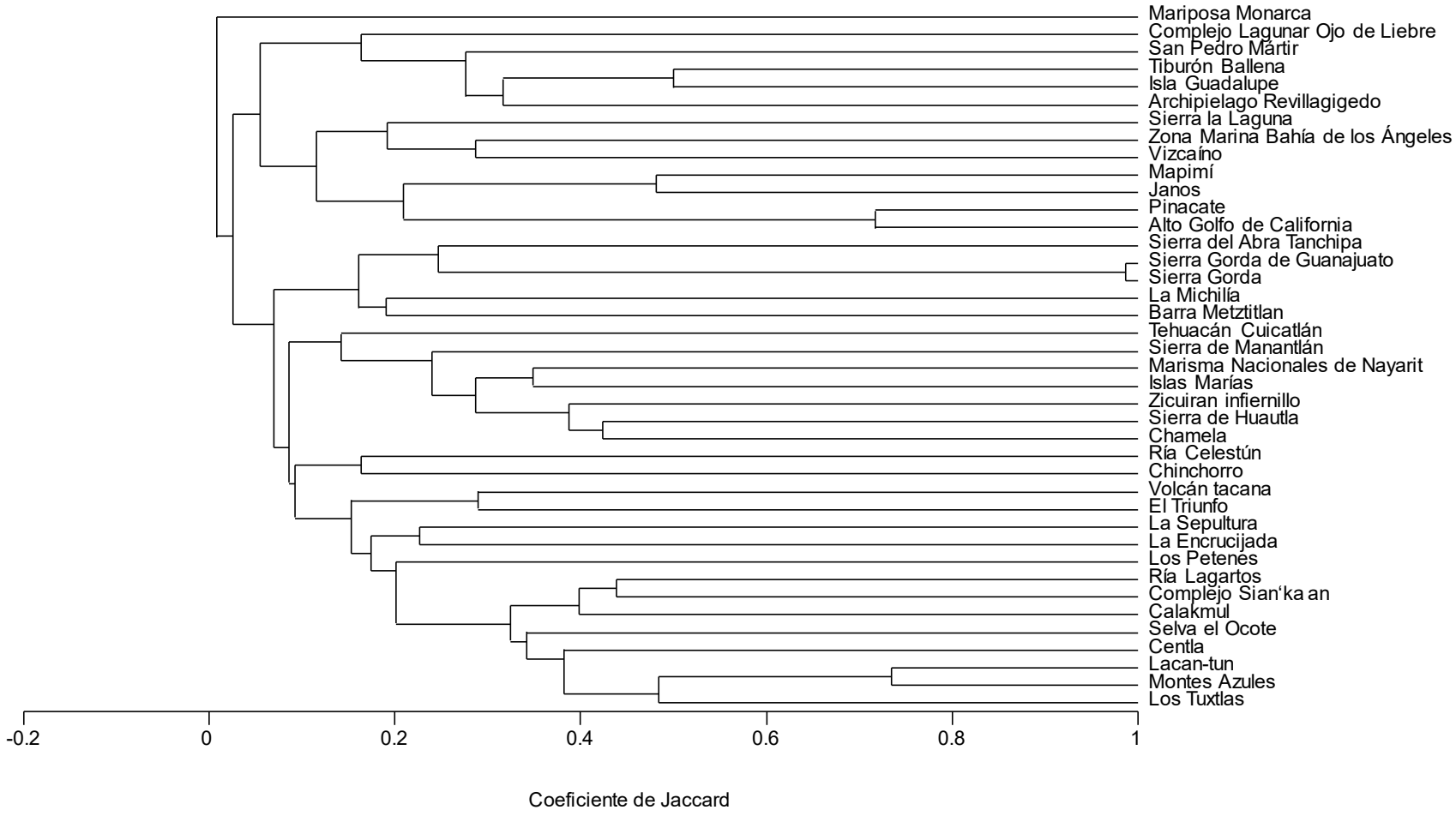

Figura 19. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Reptiles.

La prueba de correlación de Pearson indicó que no existe relación entre el área de las reservas de la biosfera y la riqueza de especies (r= 0.0073; p= 0.067) (Figura 20).

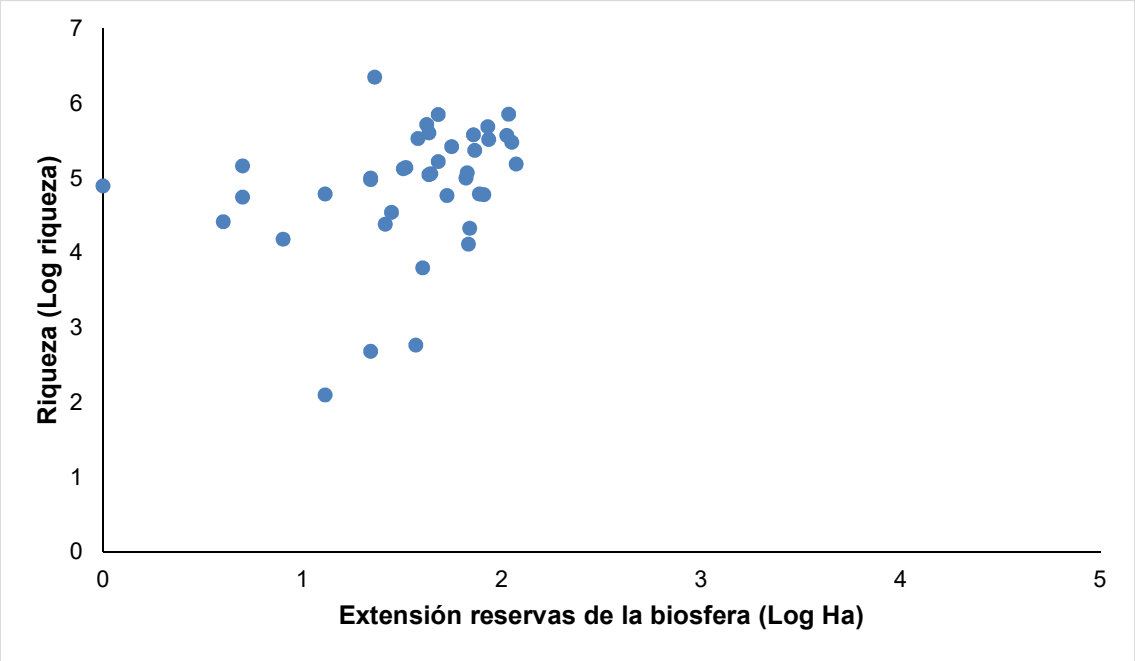

Figura 20. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Reptiles.

Anfibios

Se recopiló información de 160 especies de anfibios en 34 reservas de la biosfera (42% de la riqueza nacional), distribuidas en 3 órdenes y 15 familias.

Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encontraron 76 especies (20% a nivel nacional y 47% a nivel de ANP). Se encontraron 3 especies en CITES en el Apéndice II. Según la UICN, 13 especies están en la categoría CR (En peligro

crítico), 24 en la categoría EN (En peligro de extinción) y 23 en categoría VU (Vulnerable). En el acuerdo de especies y poblaciones prioritarias (2014) 4 especies.

Según el análisis de complementariedad las reservas que ocupan los tres primeros lugares son Los Tuxtlas, El Triunfo y Tehuacán-Cuicatlán (Figura 21). Con 21 reservas se representa la riqueza de anfibios y con 10 reservas el 90% (ANEXO J).

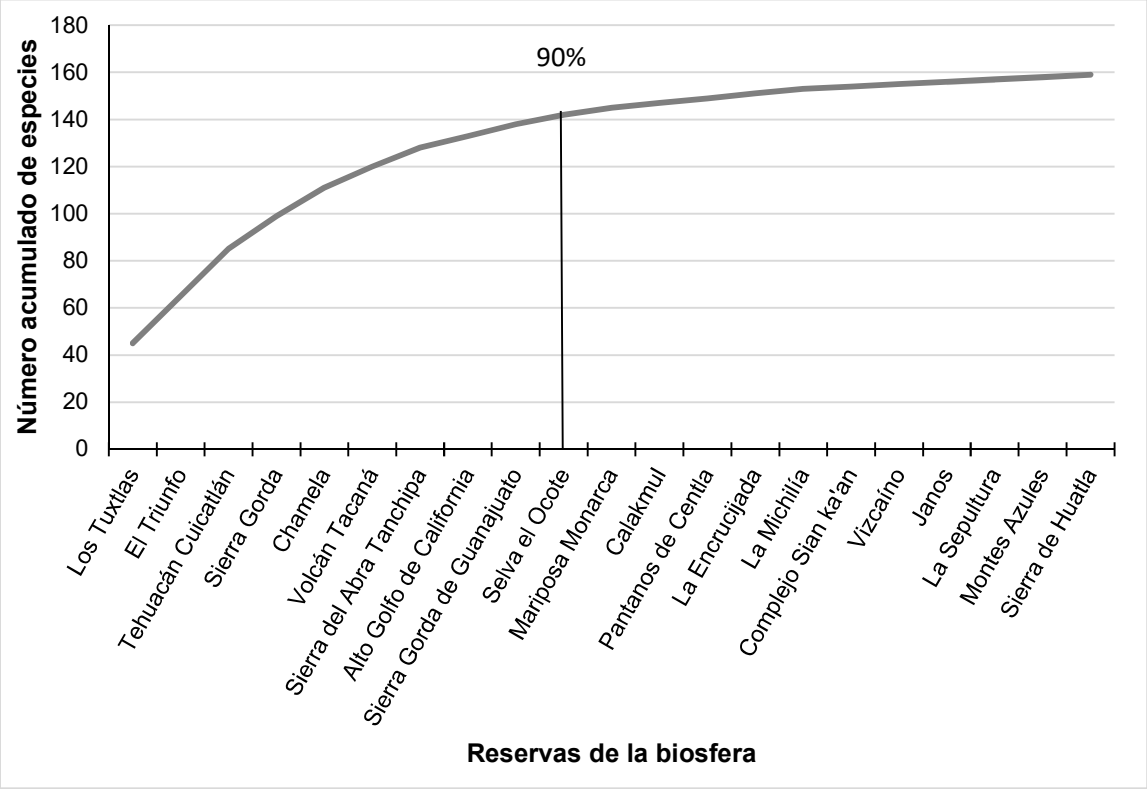

Figura 21. Análisis de complementariedad reservas de la biosfera clase Anfibios basado en los listados de los programas de manejo.

En el análisis de complementariedad de las especies con alguna categoría de amenaza según la NOM-056-SEMARNAT-2010, las tres primeras reservas fueron Los Tuxtlas, Volcán Tacana y Sierra Gorda (Figura 22). Son necesarias 15 reservas para representar las especies protegidas y 10 reservas para representar el 90% (ANEXO K).

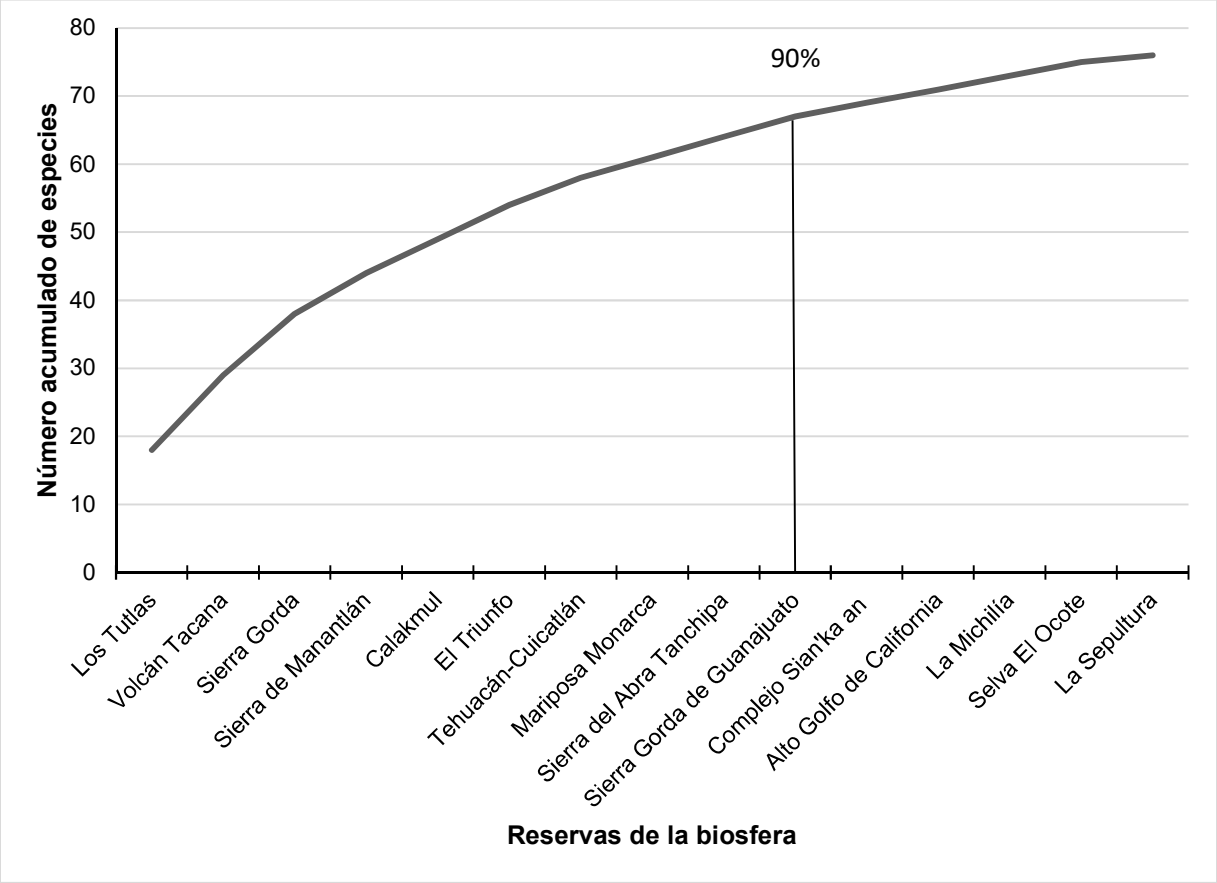

Figura 22. Análisis de complementariedad clase Anfibios especies protegidas.

En el gráfico de intervalos (Figura 23) existen gran cantidad de especies de anfibios en pocas reservas de la biosfera mientras que especies como *Ambystoma ordinarium*, *Notophthalmus meridionalis*, *Lithobates magnaocularis*y *Craugastor*

stuarti tienen una sola presencia en las reservas de la biosfera. Las especies con mayor número de registros fueron: *Smilisca baudinii* (22), *Rhinella marina* (21), *Incilius valliceps* (16) y *Leptodactylus melanonotus* (15).

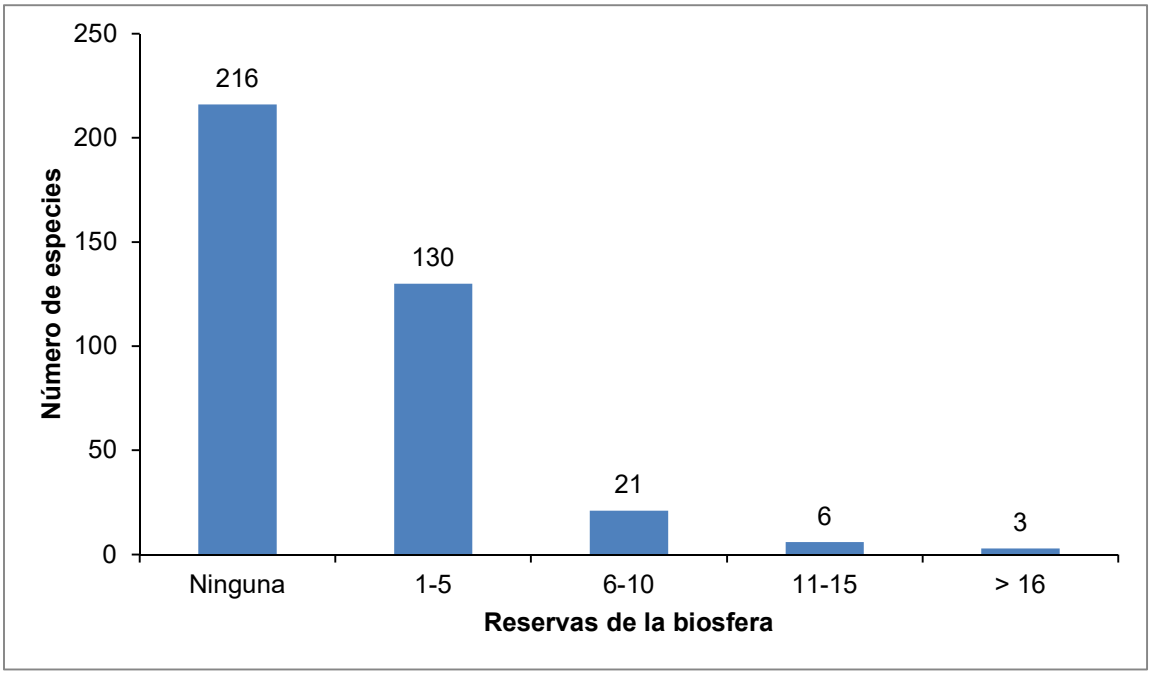

Figura 23. Frecuencia de distribución de las especies de Anfibios representadas en 34 reservas de la biosfera.

De acuerdo al análisis de similitud de las reservas de la biosfera y las especies de anfibios presentes en ellas, se encontró que las reservas más similares fueron Lacan-Tún y Montes Azules, Ría Lagartos y Ría Celestún, Sierra la Laguna y El Vizcaíno y la que difiere es Mariposa Monarca (Figura 24).

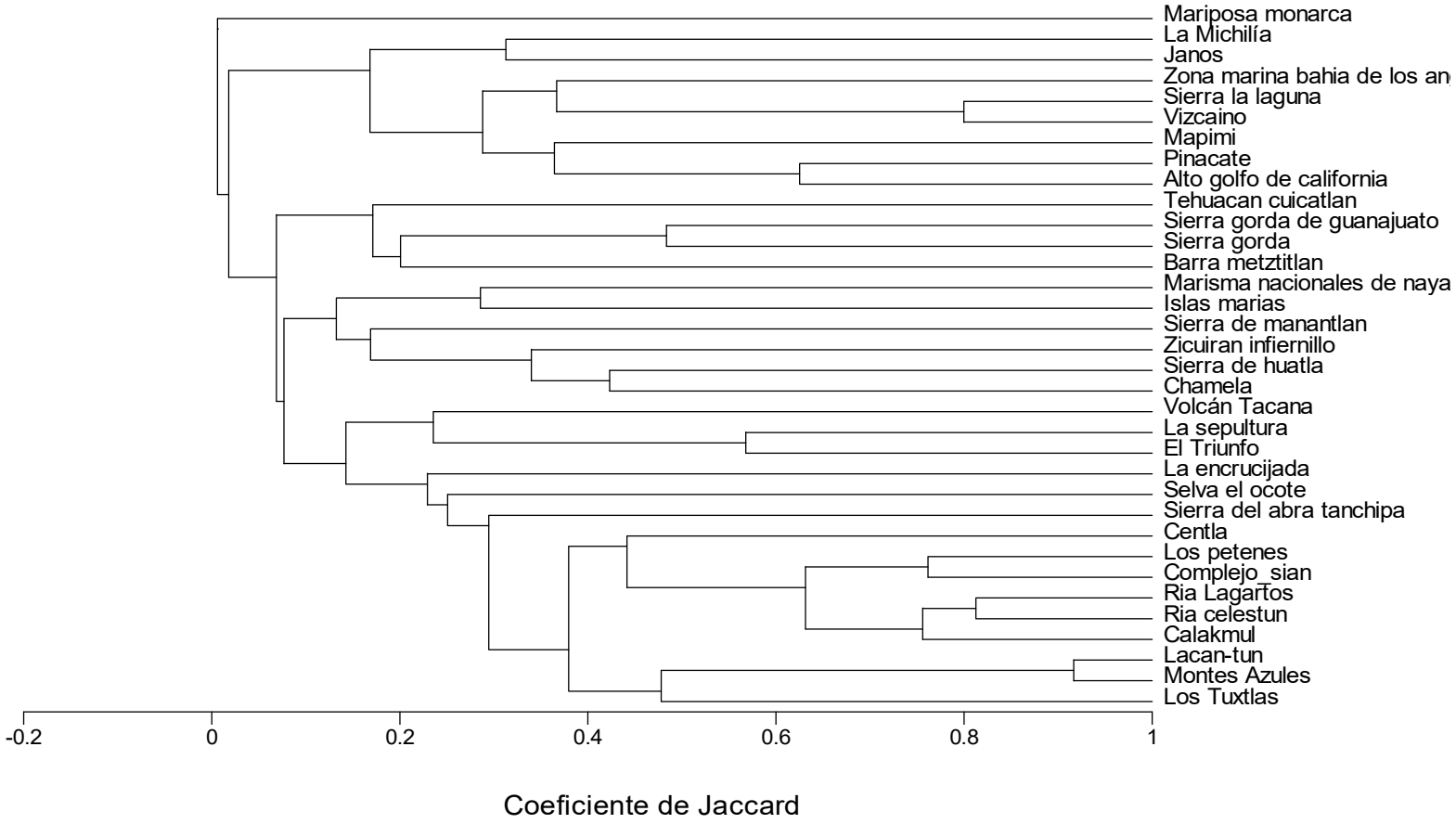

Figura 24. Similitud entre las reservas de la biosfera y las especies de Anfibios.

La prueba de correlación de Pearson indicó que no existe relación entre la extensión de las reservas y la riqueza de especies de anfibios. (r= 0.18; p= 0.29) (Figura 25).

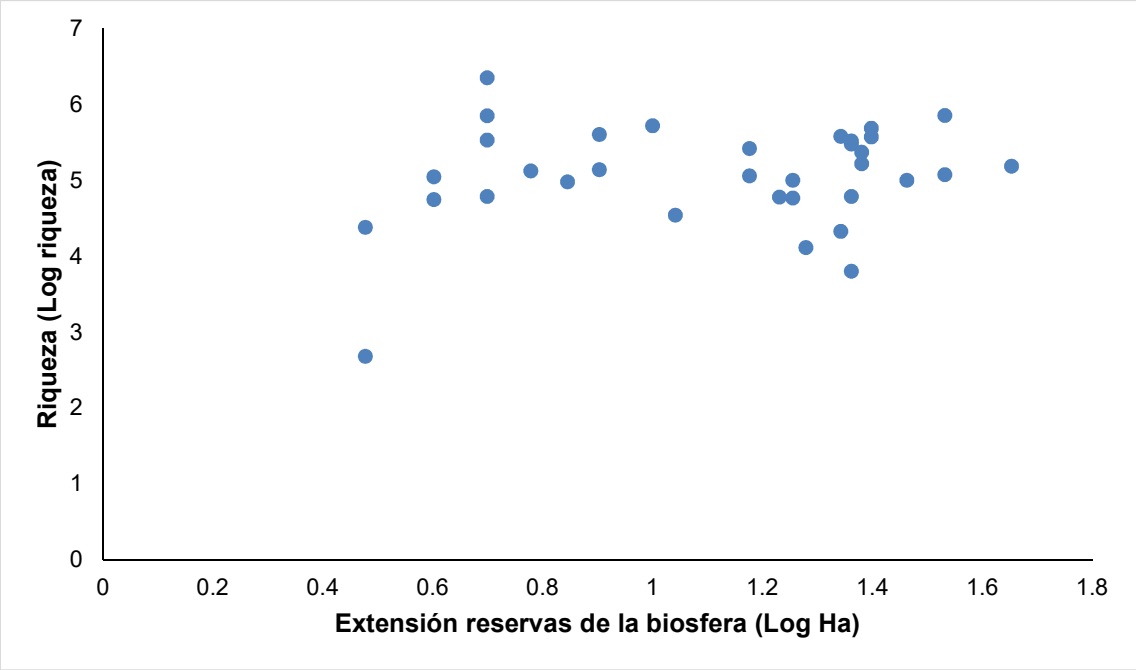

Figura 25. Correlación entre el tamaño de las reservas de la biosfera (hectáreas) y riqueza de especies de Anfibios.

7. DISCUSIÓN

7.1 Mamíferos en las reservas de la biosfera

De acuerdo al análisis de complementariedad de los mamíferos presentes en las reservas de la biosfera de México, el 73% está dentro de las reservas, este porcentaje es alto en relación al área conservada (4.6%) (SEMARNAT-CONANP, 2016). Ceballos y colaboradores (2009) reportaron 76% en parques nacionales naturales y reservas de la biosfera, que tenían inventarios completos. Lo anterior demuestra que, como estrategia única de conservación, las reservas de la biosfera no son suficientes para representar adecuadamente la riqueza de mamíferos existentes en el país, por lo cual se tendrían que considerar otros esquemas de conservación como áreas prioritarias para la conservación, reservas archipiélago, iniciativas sociales de conservación, corredores biológicos y áreas privadas.

Reservas como Los Tuxtlas, Janos y Tehuacán-Cuicatlán presentaron gran cantidad de recambio de especies, al igual que reporta Ceballos (1999, 2007) donde Janos ocupa el segundo lugar en complementariedad, la riqueza de especies se debe a que estas reservas contienen especies tropicales y especies templadas. Lo anterior puede deberse a la variación biogeográfica que existe en México, lo que demuestra que el mayor recambio de especies se puede presentar debido a grandes variaciones ambientales ya que Los Tuxtlas tienen elementos neotropicales, Janos elementos neárticos y Tehuacán-Cuicatlán elementos transicionales (Halffter *et al.,* 2008; Espinosa *et al.,* 2008).

Se necesitan 25 reservas para albergar la riqueza total reportada en este estudio, al igual que Ceballos (2007) en donde con 24 reservas se representan a todas las especies, esto demuestra el gran recambio de especies que existe en México ya que, aunque algunas en menor medida, se presentan una gran cantidad de reservas que presentan especies de manera exclusiva.

Estos resultados contrastan con lo hallado por Gil (2004) quien trabajó con siete áreas naturales protegidas de 61 que hay en Misiones, Argentina, encontrando que en cinco se concentra la totalidad de las especies de mamíferos, en este trabajo en 25 reservas se concentra el 73% del total nacional.

En Costa Rica, González-Maya *et al.* (2015), encontraron que el 98.5% de los mamíferos terrestres están dentro de las ANP, existe baja complementariedad entre las áreas protegidas, debido a que se está representando la diversidad alfa. En este estudio se encontró una alta complementariedad entre las reservas de la biosfera corroborando la diversidad beta que posee el país (Rodríguez *et al.,* 2003), México tiene una gran variedad de biomas y posee diversas zonas de transición con características nearticas y neotropicales, aspectos que aportan a la complementariedad e intercambio alto de especies que se encontró entre reservas de la biosfera.

La complementariedad que presentan las reservas de la biosfera del país denota que su elección se realizó con base en criterios adecuados para la conservación de la mayor cantidad de la biodiversidad que posee México, al menos para los mamíferos terrestres.

Dentro de las 10 primeras reservas del análisis de complementariedad, Calakmul ocupo el quinto lugar, esto coincide con Ceballos (2007) quien afirma que Calakmul tiene alta riqueza de especies y está localizada en el bioma de bosque tropical en el sur de México. Chamela a pesar de ser una reserva de tamaño pequeño (13,141.69 ha), según Ceballos (2007) esta reserva presentó un gran número de especies.

También es importante señalar que reservas como Janos y Tehuacán-Cuicatlán, están ubicadas en los estados de Chihuahua y Oaxaca, respectivamente. Chihuahua es una de las entidades del país más extensa y con baja densidad poblacional y Oaxaca tiene una alta proporción de su superficie, incluida dentro de las regiones terrestres prioritarias (Arraiga *et al.,* 2009). Las reservas están ubicadas en los estados que tienen regiones prioritarias de conservación y representan los biomas: árido subtropical (El Vizcaíno), tropical húmedo y subhúmedo (Los Tuxtlas, Sian ka'an, Calakmul) y medio montano (El Triunfo) (Arriaga *et al.,* 2009), este aspecto proporciona heterogeneidad a nivel de paisaje por lo tanto se ve reflejado en la diversidad de ecosistemas.

Las diez primeras reservas del análisis de complementariedad están distribuidas en todo el país, tanto en la parte sur: El Triunfo, Montes Azules, Calakmul, centro: Los Tuxtlas, Tehuacán-Cuicatlán, Chamela, Mariposa Monarca, norte: Janos, Vizcaíno y Mapimí, representando los diferentes ecosistemas que posee México, esto concuerda con Escalante y colaboradores (2002) quienes afirman que la mayor cantidad de registros y sitios de colecta están ubicados hacia el centro del

país y que las zonas más ricas en mamíferos están en Chiapas y las franjas oriental y occidental a lo largo de las costas.

Las reservas de la biosfera representan la gran variedad de biomas que posee el país, Los Tuxtlas, bosque tropical lluvioso; Janos, pastizales templados; Tehuacán-Cuicatlán, bosque tropical caducifolio; Vizcaíno, matorral templado o matorral xerófilo; Calakmul, bosque tropical lluvioso; El Triunfo, bosque mesófilo de montaña, bosque nublado; Chamela, bosque tropical seco; Mapimí, matorral xerófilo, matorral templado; Mariposa Monarca y Montes azules, bosque tropical lluvioso, esto podría explicar la complementariedad entre ellas.

Se recomienda realizar una actualización de los programas de manejo, con técnicas de muestreo en campo. Este tipo de actualizaciones utilizando literatura científica permitió enriquecer los listados de los programas de manejo, además hubo coincidencias en los resultados de los PM y el LA. La actualización es un método adecuado para tener listados ajustados a la realidad, además de ser un método económico ya que no es necesario realizar salidas de campo o inventarios exhaustivos con el fin de obtener datos sobre el estado de las poblaciones de mamíferos y su presencia o no. Por otro lado, es importante focalizar esfuerzos en las poblaciones de especies en alguna categoría de riesgo.

Hubo una variación en cuanto a las reservas que presentaron mayor complementariedad en cuanto a las especies protegidas en la norma oficial mexicana. Janos continúa siendo importante en este aspecto. Las reservas con mayor número de especies en riesgo son aquellas que presentan presiones

antrópicas que ponen en peligro las poblaciones de especies que en ellas habitan. La reserva que posee la mayor riqueza de especies protegidas para los PM y LA es Lacan-Tún, según Bezaury-Creel *et al.* (2009) Lacan-Tún y Montes Azules han perdido el 30% de su cobertura y está comprobado que la fragmentación tiene un efecto negativo en la riqueza de especies de mamíferos (Paz-Duran *et al.,* 2016).

Las áreas naturales están sometidas a presiones como la ampliación de la frontera agrícola para el establecimiento de monocultivos y ganadería (Halffter, 1994), fragmentación, caza, extracción de recursos entre otros, estos factores podrían explicar que reservas como Lacan-Tún, Janos, El Vizcaíno y Alto Golfo de California se complementan en cuanto a las especies amenazadas en el país.

Las reservas de la biosfera están sujetas a cambios en la cobertura vegetal por actividades como la tala ilegal y cambios en el uso del suelo, según Bezaury-Creel *et al.* (2009) la tasa de deforestación ha aumentado en tres reservas. Las causas incluyen desastres naturales (El Triunfo), incendios que preceden el cambio en el uso del suelo (Manantlán) y la tala ilegal en una reserva decretada en el año 2000 (Monarca). Las reservas de la biosfera que presentan mayor transformación de hábitat desde 1970 hasta el 2000 son Mariposa Monarca, El Triunfo y Sierra de Manantlán.

La caza es uno de los factores que afectan las poblaciones de mamíferos, se sugiere realizar un estudio sobre este aspecto dentro y fuera de las áreas naturales protegidas y la aplicación de la ley para la protección de las especies que están en riesgo. De acuerdo a Benítez *et al.* (2017), la abundancia de los

mamíferos se ve afectada por la presión de caza más fuera que dentro de las ANP.

El análisis de complementariedad de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el acuerdo de especies y poblaciones prioritarias para la conservación (2014) mostró que se necesitan entre 16 y 18 reservas para conservar el 90% de las especies de mamíferos con alguna categoría de riesgo, a pesar de que se necesiten relativamente pocas reservas esto no quiere decir que las demás reservas no sean importantes, lo son para el mantenimiento de otras poblaciones y el intercambio de genes entre ellas.

La mayor cantidad de especies no representadas en las reservas de la biosfera pertenecen al orden Rodentia, esto concuerda con González-Maya *et al.* (2015), quien encontró que *Coendou rothschildi*, *Peromyscus gymnotis* y *Reithrodonthomys paradoxus* no están representados dentro de las áreas naturales de Costa Rica y con Ceballos (2007) quien encontró que 79 especies de roedores (35%) no están dentro de las áreas protegidas que evaluó en México. Esto puede deberse a que este grupo biológico es de los menos considerados en los listados de especies de los programas de manejo, no solo por la falta de reconocimiento de los servicios ambientales que proporcionan (Hernandez y Macswiney, 2014), sino también a una fobia generalizada.

Las reservas que tienen mayor similitud están ubicadas cerca la una de la otra geográficamente, es el caso de Lacan-Tún, Montes Azules y Los Tuxtlas ubicadas en los estados de Chiapas y Veracruz, y Complejo Sian ka'an, Calakmul y Los

Petenes ubicadas en los estados de Campeche y Quintana Roo hacen parte de la península de Yucatán, lo que demuestra que las afinidades biogeográficas y la cercanía geográfica pueden ayudar a mantener un flujo de especies a nivel regional.

Especies como *Procyon lotor*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus* presentaron la mayor cantidad de registros en las diferentes reservas de la biosfera, estas especies tienen una amplia distribución y habilidades de movilidad o ámbito hogareño (Ceballos y Oliva, 2005; CONABIO, 2016; González-Maya *et al*., 2015). Por el contrario, especies con distribución restringida (Ceballos, 1999) o con preferencias de hábitat y alimento (Ceballos y Oliva, 2005) como *Castor canadensis*, *Reithrodontomys spectabilis*, *Procyon pygmaeus* (endémica) tienen un solo registro, es necesario realizar estudios poblacionales de las especies con el fin de establecer la viabilidad en el futuro.

252 especies de mamíferos están representadas en una sola reserva, en este caso es apropiado conservar otras áreas donde se encuentren otras poblaciones para asegurar la viabilidad a largo plazo. Ceballos (2007), plantea como objetivo de conservación la protección de varias poblaciones de cada especie y Gil (2004) afirma que la presencia, no asegura la conservación de las especies, son importantes áreas con grandes superficies y pocas especies al igual que especies repetidas en varias áreas y que no agregan ninguna especie nueva y que es importante incorporar aspectos como las plantas vasculares para la selección de ANP al analizar otros grupos.

La revisión de literatura especializada permitió enriquecer los listados de los programas de manejo, a pesar que algunos investigadores opinan que la información de estos trabajos es poco confiable (Ceballos *et al.,* 2009) o que los listados están desactualizados (Santos *et al.,* 2004), es la información oficial que maneja el gobierno en cuanto a los inventarios que se tienen de estos lugares. Las reservas de la biosfera son efectivas para conservar parte de la diversidad de mamíferos que tiene México.

El 34.8% de los mamíferos reportados en las reservas de la biosfera se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010; se debería tener en cuenta estas especies para la puesta en marcha de programas de manejo que protejan sus poblaciones. Muchas especies de mamíferos presentes en las reservas de la biosfera no están bien representadas en los listados internacionales, esto concuerda con lo encontrado por Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012) quienes afirman que las regulaciones internacionales son inadecuadas para la protección de la diversidad del país.

De acuerdo con Ceballos (1999), 345 especies de mamíferos se encontraban protegidas en las reservas; en este estudio se reportan 361 solamente para las reservas de la biosfera, aumentando el número de mamíferos protegidos en estas estrategias de conservación. Existen muchas especies de mamíferos de las que no se tienen datos suficientes para establecer el grado de riesgo en el que se encuentran ya sea por tener poblaciones muy pequeñas o habitar lugares muy apartados en los sitios que generalmente se muestrean para los inventarios, este

es el caso de la categoría DD (datos deficientes). En otros estudios (Escalante, 2003) también se encontró que algunas especies de mamíferos no están dentro de las áreas naturales protegidas.

Este estudio sirve para concentrar los esfuerzos de conservación en la protección y creación de reservas u otras estrategias de conservación como la conectividad entre las reservas mediante corredores biológicos, el estudio de aquellas reservas que por su ubicación y condiciones climáticas no se tiene suficiente información y la inversión de recursos a aquellas reservas que contengan la mayor cantidad de especies en riesgo, para así asegurar la viabilidad de las poblaciones de mamíferos que habitan en el país.

Las reservas de la biosfera se ven afectadas por presiones antrópicas (Castaño-Villa, 2005), como la ampliación de la frontera agrícola y la deforestación, es necesario un cambio de pensamiento de las poblaciones aledañas a estas reservas con el fin de aprovechar de manera sustentable los recursos que brindan estas áreas para que las generaciones futuras puedan disfrutar de los servicios que presta la naturaleza.

Es necesario complementar esta información con la identificación de otras áreas que no están incluidas dentro del sistema, como los corredores biológicos, las iniciativas sociales para complementar la función de conservación no solo de las reservas de la biosfera sino de todo el sistema de áreas naturales protegidas. Según Halffter (1998), se requiere de una política dual en donde se conserven grandes áreas y se fortalezcan los esfuerzos de conservación fuera de ellas,

sugiere para la conservación de la biodiversidad una única área protegida o pequeñas áreas interconectadas.

Con base en Ramirez-Pulido *et al.* (2014), en México habitan 496 especies de mamíferos terrestres, en las reservas de la biosfera falta representar a 135 especies o han sido menos estudiadas, el orden menos representado es Rodentia, seguido del orden Soricomorpha. Los órdenes mejor representados son Artiodactyla, Cingulata, Perissodactyla, Pilosa y Primates.

7.2 Vertebrados terrestres en las reservas de la biosfera

Representatividad de los vertebrados terrestres en las reservas de la biosfera

Las reservas de la biosfera albergan 71% de los vertebrados terrestres del territorio nacional, las aves son las mejor representadas (91%), seguidas de los mamíferos (70%). Los reptiles y anfibios son los grupos con menor porcentaje de representación (57% y 39%). Esto se debe a que tanto aves como mamíferos son grupos carismáticos además que se ha comprobado que el esfuerzo de muestreo y los equipos para la detección de las aves son rápidos y económicos (Kessler*et al.,* 2011).

La biología de las especies es un factor adicional que influye en las diferencias en la representatividad, ya que el hecho de que las aves y los mamíferos tengan amplios ámbitos hogareños facilita su movilidad entre las reservas de la biosfera, a diferencia de los anfibios y reptiles, cuya baja capacidad de desplazamiento las

hace más específicas espacialmente por lo que se requiere una mayor cantidad de superficie para incrementar su representación en algún esquema de conservación. Además, grupos menos carismáticos como los reptiles y los anfibios son menos trabajados, a pesar de que México ocupa el quinto lugar a nivel mundial en diversidad de anfibios (Parra-Olea *et al.,* 2014).

Complementariedad de las reservas de la biosfera para los vertebrados terrestres

Las reservas que ocuparon los primeros lugares en complementariedad fueron Los Tuxtlas, Janos, Tehuacán-Cuicatlán, El Triunfo y Pinacate. La importancia de Los Tuxtlas radica en que es una de las reservas mejor estudiadas desde el punto de vista biológico (Guevara, 2010), ya que cuenta con instalaciones para la estancia (Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, UNAM) (Halffter, 2011) y el desarrollo de investigaciones sobre los vertebrados terrestres.

De acuerdo a Guevara (2010) la reserva de la Biosfera Los Tuxtlas tiene diversidad de condiciones climáticas, variedad de tipos de suelo con un mosaico ambiental muy rico, en bosque secundario y potreros tiene una alta diversidad, con alta conectividad que permite un intercambio de los componentes del paisaje, es una de las áreas naturales mejor conservadas, con una participación de entidades nacionales e internacionales. Por otro lado, Tehuacán-Cuicatlán está considerada como un área rica en diversidad de mamíferos (Escalante, 2003).

Cabe resaltar que estas áreas naturales protegidas que ocuparon los primeros lugares en complementariedad coinciden parcialmente con puntos calientes de

riqueza de especies de México (Myers *et al.,* 2000), hecho que podría explicar la alta diversidad que tienen las tres reservas, con respecto al resto de reservas de la biosfera.

En el caso de las aves se encontró una representación del 91% en 39 reservas de la biosfera, esto contrasta con lo reportado por Ceballos *et al.* (2002) donde analizaron 42 parques nacionales y reservas de la biosfera y afirman que con 27 reservas se representa todas las especies de aves del país. Una de las reservas que ocupo uno de los primeros lugares en el análisis de complementariedad fue El Triunfo, al igual que lo reportado por Álvarez y Morrone (2004), esta reserva pertenece al nodo Oaxaca y es una de las áreas prioritarias para la conservación de aves.

La representación de reptiles y anfibios fue del 57% y 42%, existe aún un gran número de especies de ambos grupos que no están en las reservas de la biosfera. Lo cual coincide parcialmente con Santos *et al.* (2004), quienes reportaron que los anfibios tienen una representatividadde 38% en áreas naturales protegidas y que la reserva de la biosfera Los Tuxtlas aporta el mayor número de especies. Con relación a los otros grupos de vertebrados analizados en este estudio, se podría deber a la escasa cantidad de estudios que genera vacíos de información en algunas reservas de la biosfera.

Según el análisis de complementariedad en las reservas Laca-Tún, Janos, Alto Golfo de California, El Vizcaíno, Los Tuxtlas, El Triunfo, Sierra de Manantlán, Tehuacán-Cuicatlán, Chamela, Volcán Tacaná y Sierra Gorda se encuentran la

mayor cantidad de especies con alguna categoría de riesgo. Previamente se ha sugerido que las especies en riesgo son prioritarias dentro de cualquier programa y priorización de conservación (Tognelli, 2005), por lo tanto, es necesario implementar programas de conservación de las especies de vertebrados con categoría de riesgo en esas reservas.

Entre los problemas clave que presentan las reservas de la biosfera de México están la basura y los tiraderos a cielo abierto, deforestación debido a incendios forestales, cambios en el uso del suelo, plagas y tala clandestina (Sierra Gorda). En el caso de Tehuacán-Cuicatlán actividades como cambio en el uso del suelo, crecimiento urbano, desarrollo de infraestructura vial, plagas, enfermedades e incendios forestales (Arriola *et al.,* 2014), podrían contribuir a que las poblaciones de vertebrados terrestres que allí habitan se vean afectadas. En otras reservas como Sierra la Laguna se han desarrollado proyectos de explotación minera a cielo abierto (Solís*et al.,* 2014), y en las reservas Montes Azules y Lacan-tún se ha reducido la cobertura vegetal en un 70% (Bezaury-Creel*et al.,* 2009).

Algunas poblaciones de vertebrados tienen una baja representación en las reservas de la biosfera. Dentro de las aves especies con una sola presencia como *Vireo cassinii* (frecuente a poco común), *Glaucidium sanchezi* (Raro, no común), *Larus marinus*, *Puffinus puffinus* y *Turdus rufitorques*, sin embargo, son consideradas como especies endémicas, tienen poblaciones reducidas o con distribución restringida (Perlo, 2006). Este tipo de especies podrían ser priorizadas dentro de las reservas de la biosfera, debido a que, por sus hábitos especializados

y posiblemente menor competitividad, tienen mayor vulnerabilidad que otras especies de amplia distribución (Wijesinghe y Brooke, 2004).

Las especies de reptiles con baja representación de sus poblaciones fueron *Kinosternon herrerai*, *Sceloporus bicanthalis*, *Conopsis biserialis, Lampropeltis mexicana*, *Crotalus ravus*, según Ramírez-Bautista *et al.* (2010) están especies son endémicas. Las especies de anfibios con bajo número de presencias en las reservas fueron *Ambystoma ordinarium*, *Notophthalmus meridionalis*, *Lithobates magnaocularis* y *Craugastor stuarti*, *Pseudoeurycea leprosa* (endémica) (CONABIO 2011). Ceballos (1999) sugiere decretar otras reservas para conservar poblaciones adicionales para asegurar la diversidad genética.

Las reservas de la biosfera son efectivas para la conservación de mamíferos y aves, pero no son tan efectivas para conservar reptiles y anfibios. De acuerdo a los resultados de este estudio los grupos que faltan representar dentro de las reservas de la biosfera son los reptiles (57%) y anfibios (58%). Resultados similares encontraron Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010), quienes propusieron que es necesario ampliar el sistema de ANP para mejora la representatividad de la diversidad de herpetofauna mexicana. Además, es necesaria la adición de otros esquemas de conservación para garantizar la presencia de reptiles y anfibios en las ANP, en algunos casos los estudios de áreas privadas de conservación demuestran que pueden albergar especies cuyos registros se desconocían para ANP vecinas (Chavez-Lugo *et al.,* 2015).

Extensión de las reservas de la biosfera y número de especies de vertebrados

La información analizada no indica la presencia de un patrón general en la relación entre la extensión y el número de especies de vertebrados en las reservas de la biosfera. Por lo tanto, la riqueza de especies de vertebrados no está explicada por el tamaño de las reservas de la biosfera. Sin embargo, para los mamíferos la relación existente es baja, esto probablemente se deba a que las reservas de la biosfera de mayor tamaño ofrecen mayor heterogeneidad ambiental (topografía, tipos de vegetación, etc.), tal como se ha propuesto para explicar una relación similar en los parques nacionales del occidente de los Estados Unidos (EE. UU.) (Newmark, 1986). Las reservas están inmersas en un paisaje, compuesto de vegetación continua, fragmentos de vegetación, infraestructuras viales y construcciones, conformando un mosaico de elementos interconectados donde los vertebrados terrestres habitan y se movilizan de acuerdo a sus necesidades y dependiendo de qué tan conectados estén los fragmentos.

En las reservas de la biosfera no se cumple la teoría de islas de MacArthur y Wilson (1967) que afirma que en islas grandes se encontrara mayor diversidad y endemismos. Es decir, los vertebrados terrestres se ven afectados por el aislamiento de las reservas de la biosfera o la conectividad que exista con el paisaje donde estén inmersas las reservas. Por ejemplo, Parks y Harcourt (2002), afirman que los mamíferos se verían afectados en las reservas que tengan un tamaño pequeño, con efectos de tamaño de borde y aislamiento. Esto también puede afectar significativamente a los grupos con menor capacidad de

desplazamiento (anfibios y reptiles), ya que en estos el aislamiento de las reservas puede generar condiciones de insularidad que comprometa la viabilidad genética de las especies (Hager, 1998; Fahrig, 2003).

Similitud de las reservas de la biosfera y la riqueza de especies

Las reservas que comparten mayor cantidad de especies son las que se encuentran cercanas geográficamente, es decir, que comparten ecosistemas y condiciones climáticas similares, como es el caso de Lacan-Tún y Montes Azules para todos los grupos de vertebrados. Estas reservas se ubican en el estado de Chiapas, una al lado de la otra. Para el grupo de aves las reservas Complejo Sian ka'an y Ría Lagartos ubicadas en la península de Yucatán, para reptiles Sierra Gorda y Sierra Gorda de Guanajuato, ubicadas una al lado de la otra y para los anfibios Sierra la Laguna y El Vizcaíno ubicadas en la península de Baja California. Por ejemplo, en el suroeste de México (Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Puebla y Michoacán), los bosques de pino y encino mantienen una alta diversidad de especies en áreas cercanas a las áreas de conservación (Urbina-Cardona y Flores-Villela, 2010), por lo tanto, es posible los parches de bosques entre reservas de la biosfera faciliten la movilidad de especies entre algunas de ellas.

7.3 Estrategias de conservación para los vertebrados terrestres en las Reservas de la Biosfera

Se debe realizar una actualización a los programas de manejo de las reservas de la biosfera, además de articular la información que se obtiene de estudios realizados por las universidades y la CONANP, para que el esfuerzo llevado a cabo de manera individual pase a ser un esfuerzo colectivo entre diferentes entidades y de esta manera tener información completa sobre el estado de conservación de las reservas y las problemáticasambientales que presentan. Además, es necesario promover mayor inversión de las entidades gubernamentales que permitan monitoreos y seguimiento de las poblaciones de vertebrados terrestres con el fin de tomar mejores decisiones respecto a su conservación (Sánchez *et al.,* 2011).

Una alternativa que permita mejorar la conectividad entre las reservas de la biosfera es la implementación de corredores biológicos entre ellas. Dentro de estos corredores podrían ser incluidas otras ANP de tipo estatal, municipal y privadas. Se podría mejorar el sistema nacional de áreas naturales protegidas con la articulación de otras ANP diferentes a las estatales, como las Unidades de manejo ambiental (UMA), las cuales hacen parte de matrices de paisaje y corredores biológicos de gran relevancia en la conectividad en áreas o parches aislados fuera de las reservas (Sánchez *et al.,* 2011). Existe actualmente un proyecto de conectividad entre las reservas Calakmul y Sian Ka'an que

interconecta los remanentes de vegetación natural para mejorar las posibilidades de desplazamiento del jaguar (CONABIO y SEMARNAT, 2009) y el corredor mesoamericano que abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas (Ramírez, 2003). Por lo tanto, esto se vuelve una evidencia de que ese tipo de procesos son factibles.

También se debe tener en cuenta las necesidades de las poblaciones que habitan dentro y en los alrededores de las reservas de la biosfera, ya que ellos son partícipes de las alteraciones que se llevan a cabo como la tala, la caza o extracción de recursos para su sobrevivencia. Por ejemplo, los pueblos indígenas que habitan en las ANP, tienen intereses dirigidos a la preservación de los recursos naturales (Toledo *et al.,* 2002), por lo cual se deberían tomar en cuenta como actores activos de la conservación en México.

Por otra parte, según Mass *et al.* (2010), las áreas naturales protegidas se ven afectadas por las actividades que se realizan en las áreas colindantes y los programas de manejo deben incluir aspectos de restauración y aprovechamiento sustentable de las áreas aledañas. Por lo cual, se deben considerar en las zonas aledañas a las reservas de la biosfera, proyectos de conservación compatible con el aprovechamiento de los recursos. Algunas estrategias que se podrían tener en cuenta en las zonas aledañas a las reservas de la biosfera serían el pago por servicios ambientales y/o desarrollo de sistemas silvopastoriles. Esto se vuelve una necesidad si se tiene en cuenta que en un futuro cercano el crecimiento demográfico afectara las ANP, acortando la distancia entre las zonas urbanas y

las áreas protegidas (McDonald *et al.,* 2009). Incluso se podría incrementar el número de reservas privadas, ya que se ha comprobado que la conservación de varios parches es mejor para la viabilidad de las poblaciones de organismos como las aves (Abellán *et al.,* 2011).

Otra estrategia para mejorar la efectividad de las reservas de la biosfera y otras áreas de conservación, podría ser la utilización de diferentes fuentes de información en los proyectos de priorización de nuevas áreas para la conservación, por ejemplo, la inclusión de información biogeográfica, filogenética, entre otras (Álvarez y Morrone, 2004). Centrar la atención en las reservas que contienen mayor cantidad de especies en riesgo y en reservas que han sido poco estudiadas por estar lejos de los centros de estudio o por sus condiciones climáticas extremas incrementaría la representatividad de la diversidad biológica en el sistema de ANP de México. Además de realizar más estudios en grupos como los reptiles y los anfibios dentro de las reservas de la biosfera, que fueron los grupos menos representados en cuanto a su riqueza a nivel nacional facilitaría ampliar la administración y manejo de las ANP.

8. CONCLUSIONES

- La actualización del listado de mamíferos no cambió la jerarquizacion de las primeras tres reservas en el analisis de complementariedad (Los Tuxtlas, Janos, Tehuacán-Cuicatlán), a partir de ahí la jerarquización cambio.
- Al realizar la actualización del listado de mamíferos las tres primeras reservas en el análisis de complementariedad siguieron siendo las mismas, la jerarquización de ahí en adelante cambio.
- Las reservas de la biosfera en México son una estrategia de conservación efectiva para los vertebrados terrestres, ya que, aunque tienen poca superficie resguardan el 71% de la riqueza de vertebrados.
- Las aves son las que mejor están representadas dentro de las reservas, con un 91% de la riqueza a nivel nacional, debido a su capacidad de desplazamiento, además de ser un grupo muy monitoreado, por el contrario, los reptiles y anfibios tienen una representación menor al 50%.
- Se debe actualizar los listados de fauna en las reservas y crear redes de cooperación entre las instituciones, investigadores y entidades del gobierno para enriquecer los listados y las áreas de oportunidad o vacíos de información para trabajar en conjunto para mejorar las acciones de conservación.
- Es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo con los grupos menos estudiados para incrementar la representatividad de la riqueza de especies que alberguen las RB, además de incluir otras estrategias de conservación, tanto federales, estatales y municipales.

- Priorizar las estrategias de conservación de vertebrados terrestres en la RB (Los Tuxtlas, Lacan-Tún), ya que son las más importantes para todos los grupos de vertebrados y para las especies en riesgo.

9. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL TRABAJO

Los resultados del presente trabajo deberían ser utilizados por las entidades gubernamentales que administran las reservas de la biosfera para darse cuenta de que los planes de manejo requieren ser actualizados, incluyendo la información científica disponible, a fin de que realmente enlisten especies presentes en ellos.

Este trabajo puede ser utilizados para la toma de decisiones de las entidades gubernamentales, como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Instituto Naconal de Ecologia y Cambio Climático (INECC), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), concernientes a las reservas que necesitan mayor inversión, monitoreo y seguimiento, por las diferentes presiones antrópicas y naturales a las que están expuestas.

Se debe fomentar un intercambio de información entre las instituciones de gobierno, las entidades privadas y las universidades con el fin de recopilar la información dispersa, para obtener un panorama más claro sobre las directrices que se deben tomar en las reservas de la biosfera para su conservación a largo plazo.

Los datos de los grupos de Anfibios y Reptiles denotan falta de seguimiento y monitoreo de estos grupos en las reservas de la biosfera, por lo que se deberían sumar esfuerzos para la consecución de datos sobre el estado de las poblaciones de estos grupos de vertebrados, además de permitir un intercambio de información entre las universidades, investigadores y entidades con el fin de tener

información acertada sobre el estado de estos grupos en las reservas de la biosfera.

El listado actualizado de los Mamíferos que habitan las reservas de la biosfera, enriquece los programas de manejo de las reservas de la biosfera, documento que en muchos casos no han sido actualizados, brindando información incompleta de los inventarios faunísticos de las reservas.

La información recopilada sobre las especies en riesgo de cada uno de los grupos de vertebrados, conducirá a la aplicación de planes de monitoreo para verificar el estado de las poblaciones, tanto dentro como en los alrededores de las reservas.

Se requiere la aplicación de otras estrategias que permitan el flujo de la fauna entre ellas, las cuales no sólo deberán estar enfocadas a la conservación *per se*, como el establecimiento de ANP' estatales o federales, sino también de manejo y aprovechamiento, como las UMA's o plantaciones forestales, las cuales no sólo permitan al cuidado de la biodiversidad sino que también permitan una extracción sustentable de los recursos, a fin de mantener viables a largo plazo los servicios ambientales que prestan.

10. BIBLIOGRAFÍA

Abellán, M., Martínez, J., Palazón, J., Esteve, M. y Calvo, J. 2011. Efficiency of a protected-area network in a Mediterranean region: A multispecies assessment with raptors. Environmental Management. **47**:983–991.

Aguirre, A., Mendoza, R., Arredondo, H., Arriaga, L., Campos, E., Contreras-Balderas, S., Gutiérrez, M., Espinosa, F., Fernández, I., Galaviz, L., García de León, F., Lazcano, D., Martínez, M., Meave, M., Medellín, R., Naranjo, E., Olivera, M., Pérez, M., Rodríguez, G., Salgado, G., Samaniego, A., Suárez, E., Vibrans, H y Zertuche, J. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. pp.277–318. *En*: Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México.

AOS (American Ornithological Society). 2016. [actualizado al 10 de noviembre]. Página electrónica (http://www.americanornithology.org).

Álvarez, E. y Morrone, J. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleandoherramientas panbiogeográficase índices de complementariedad. Interciencia. **29(3):**112–120.

Arriaga, L., Aguilar, V. y Espinoza, J. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad.pp. 433–457.*En:* Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México.

Arriola, V., Estrada, E., Ortega-Rubio, A. Pérez, R. y Gijón, A. 2014. Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. **60:**37–49.

Benítez-López, A., Alkemade, R., Schipper, A., Ingram, D., Verweij, P., Eikelboom, J., y Huijbregts, M. 2017. The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. Science. **356:**180–183.

Bezaury-Creel, J. y Gutiérrez, D. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. pp. 385–431. *En*: Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México.

Calderón-Patrón, J., Moreno, C. y Zuria, I. 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. Revista Mexicana de Biodiversidad. **83:**879–891.

Cancillería de Colombia. 2016. [actualizado al 9 de noviembre]. Página electrónica

(http://www.cancilleria.gov.co/unesco/area/natural/reserve/).

Castaño-Villa, G. 2005. Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. Boletín Científico, Museo de Historia Natural.**10:**79–101

Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. Biodiversitas. **5 (27):**1–9.

Ceballos, G., Gomez, H. y Arizmendi, M. 2002. Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México. CONABIO. Biodiversitas. **41**:1–7.

Ceballos, G., Arroyo, J., Medellín, R., Medrano, L. y Oliva, G. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos en México. pp. 21–49. *En*: Los mamíferos silvestres de México. Fondo de cultura económica. (ed). Ceballos G. y Oliva G. México.

Ceballos, G y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1–986 pp.

Ceballos, G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse México: the efficiency of reserve networks. Ecological applications. **17(2):**569–578.

Ceballos, G., Díaz Pardo, E., Espinosa, H., Flores, Ó., García A., Martínez, L., Martínez-Meyer, E., Navarro, A., Ochoa, L., Salazar, I. y Santos, B. G. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. pp. 575–600.*En*: Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. (ed) Mellink, E. y Peña, P. Conabio, México.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. **2(1):**27–80.

Chavez-Lugo, E., Pech-Canché, J., Canseco-Márquez, L. y Lucas-Cobos, L. 2015. Registro de *Coleonyx elgans* en el norte de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. **86(4)**:1103–1106.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2011. La diversidad en Veracruz: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, vol I. Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de ecología, A.C. México. 541 pp.

CONABIO y SEMARNAT. 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.México D.F. 271 pp.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2015. [actualizado al 15 de octubre]. Página electrónica (www.conanp.gob.mx/que_hacemos/).

CONANP. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2016. [actualizado al 8 de septiembre]. Página electrónica (http://www.conanp.gob.mx/regionales/)

DOF. (Diario oficial de la federación)2014. [actualizado al 5 de marzo]. Página electrónica (http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7425/1/lista_de_especies_y_poblaciones_prioritarias_para_la_conservacion.pdf.).

Dorfman, D. 2005. Reino Marino. pp. 177. *En:* Cubriendo los vacíos, la creación de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos. (eds.). N. Dudley y J. Parrish.The Nature Conservancy (TNC), Mérida.

Eeley, H. A. C., Lawes, M. y Reyers, B. 2001. Priority areas for the conservation of subtropical indigenous forest in southern Africa: a case study from Kwazulu-Natal. Biodiversity and Conservation. **10:**1221–1246.

Escalante, T., Espinosa, D. y Morrone, J. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. **87:**47–65.

Escalante, T. 2003. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. **74(2):**211–237.

Escalante, T., Rodríguez, G., Gámez N., León-Paniagua, L., Barrera, O. y Sánchez-Cordero, V. 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. pp. 485–502. *En:* Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana. (eds.) Luna, I., Morrone J.J. y Espinosa D. UNAM, México.

Escobedo, L., Hernández, E. y Leyte, A. 2015. Inventario de los vertebradosterrestres del área natural protegida cerro de Arandas, Irapuato, Guanajuato. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI), e Instituto Municipal de Planeación de Irapuato (IMPLAN), Estación Biológica, ITESI. 21 pp.

Espinosa, D., Ocegueda, D., Aguilar, C., Flores, O, y Llorente-Bousquets, J. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural.

pp. 33–65. *En:* Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual review of ecology, evolution, and systematics. **34(1):**487–515.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2016. [actualizado a junio]. Página electrónica (ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai238s/ai238s03.pdf/).

Flores-Villela, D. y García-Vázquez, U. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. **85:**S467–S475.

Frost, D., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R., Haas, A., Haddad, C., De sá, R., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S., Raxworthy, C., Campbell, J., Blotto, B., Moler, P., Drewes, R., Nussbaum, R., Lynch, J., Green, D. and Wheeler, W. 2006. "The amphibian tree of life". Bulletin of the American Museum of Natural History. **297:**1–371.

García, Y., Estrada, A., Rocha, A., Cruz, A., Vicente, M. y Mera, M. 2010. Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, México.Proyecto CONANP/DRFSIPS/AD-ES-003/2010. 84 pp.

García-Grajales, J. y Buenrostro-Silva, A. 2009. ¿Reserva Archipiélago?, una propuesta de conservación complementaria para la costa de Oaxaca. Ciencia y Mar. XIII**(39):**55–60.

García-Marmolejo, G., Escalante, T. y Morrone, J. 2008. Establecimiento de prioridades para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México. Mastozoología Neotropical. **15(1):**41–65.

García-Morales, R., Gordillo-Chávez, E. J., Valdez-Leal, J. y Pacheco-Figueroa, C. 2014. Las áreas naturales protegidas y su papel en la conservación de los murciélagos del estado de Tabasco, México. Therya. **5(3):**725–736.

Gil, G. 2004. La complementariedad de áreas protegidas con base en la diversidad de mamíferos. Universidad autónoma del estado de Hidalgo. Instituto de ciencias básicas e ingeniería Pachuca de Soto. 170 pp.

González-Maya, J., Víquez-R, L., Belant, J., y Ceballos, G. 2015. Effectiveness of Protected Areas for Representing Species and Populations of Terrestrial Mammals in Costa Rica. PLoS ONE. **10(5):**1–16.

Guevara, S. 2010. Los Tuxtlas tierra mítica. Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana/ Secretaría de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa. 271 pp.

Hager, H. 1998. Area-sensitivity of reptiles and amphibians: Are there indicator species for habitat fragmentation? Ecoscience. **5(2):**139–147.

Halffter, G. 1981. The Mapimí biosphere reserve: local participation in conservation and development. Ambio. **10:**93–96.

Halffter, G. 1994. Conservación de la biodiversidad y áreas protegidas en los países tropicales. Ciencias. **36:**4–3.

Halffter, G. 1998. Conservación de la biodiversidad y áreas protegidas en los países tropicales. Ciencias. **36:**4–13.

Halffter, G., Llorente-Bousquets, J. y Morrone, JJ. 2008. La perspectiva biogeográfica histórica. pp. 67-86. *En:* Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. García, A., Navarro-Sigüenza, A., Ramírez, J. Conabio, México, pp. 67–86.

Halffter, G. 2011. Reservas de la biosfera: problemas y oportunidades en México. Acta Zoológica Mexicana. **27(1):**177–189.

Hernández, L. y Macswiney, M. 2014. ¿Roedores plagas indeseables o animales útiles? Biodiversitas. **115:**12–16.

Herrera, A., Olaya-M. A. y Castro-H. F. 2004. Incidencia de la perturbación antrópica enla diversidad, la riqueza y la distribución de Eleutherodactylus (Anura: Leptodactylidae) en un bosque nublado delsuroccidente colombiano. Caldasia. **26(1):**265–274.

Kessler, M., Abrahamczyk, S., Bos, M., Buchori, D., Dwi, D., Gradstein, R., Höhn, P., Kluge, J., Orend, F., Pitopang, R., Saleh, S., Schulze, C., Sporn, S., Steffan-Dewenter, I., Tjitrosoedirdjo, S. and Tscharntke, T. 2011. Cost-effectiveness of plant and animal biodiversity indicators in tropical forest and agroforest habitats. Journal of Applied Ecology. **48:**330–339.

Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota. pp. 283–322. *En:* Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.

Maass, M., Jaedel, E., Martínez-Yrízar, A., Calderón, L., Herrera, H., Castillo, A., Euán-Ávila, J. y Equihua, M. 2010. Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. Ecosistemas. **19(2)**:69–83.

MacArthur, R. and Wilson, E. 1967. The Theory of Island Biogeography. XV 203 pp. Princeton University Press.

McDonald, R., Forman, R., Kareiva, P., Neugarten, R., Salzer, D. and Fisher, J. 2009. Urban effects, distance, and protected areas in an urbanizing world. Landscape and Urban Planning. **93**:63–75.

Mittermeier, R. A. y Goettsch, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. pp. 63–73. *En:* México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sarukhan, J. y Dirzo, R. (eds). México D. F.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature. **403**:853–828.

Newmark, W. 1986. Species-area relationship and its determinants for mammals in western North American national parks. Biological Journal of the Linnean Society. **28(1-2):** 83–98.

Noguera-Urbano, E. A., y Escalante, T. 2014. Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. Revista de Biología Tropical. **62(1):**201–215.

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Norma oficial mexicana). 2010. [actualizado al 21 de junio]. Página electrónica (http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091).

Ochoa-Ochoa, L, Urbina-Cardona, J., Vazquez, L-B., Flores-Villela, O., Bezaury-Creel, J. 2009. The effects of governmental protected areas and social initiatives for land protection on the conservation of mexican amphibians. PLoS ONE. **4(9):**1–9.

Parks, S. y Harcourt, A. 2002. Reserve size, local human density, and mammalian extinctions in U.S. protected areas. Conservation Biology. **16(3):**800–808.

Parra, E. 2014. Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. CES Salud pública. **5:**59–69.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios de México. Revista mexicana de biodiversidad. **85:**S460–S466.

Paz-Duran, A., Inger, R., Cantu-Salazar, L., y Gasto, K. 2016. Species richness representation within protected áreas is associated with multiple interacting spatial features. Diversity and distributions. **22:**300–308.

Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Printing express. Hong Kong. 336 pp.

Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Mendoza-Quijano, F., Cruz-Elizalde, R., Stephenson, B., Vite-Silva, V. y Leyte-Manrique, A. 2010. Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. CONABIO. México. 104 pp.

Ramírez, G. 2003. El corredor biológico mesoamericano. CONABIO. Biodiversitas. **47:**1–3.

Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. y Arroyo-Cabrales, J. 2014. List of recent land mammals of Mexico, 2014. Museum of Texas Tech University. **63:**1–69.

Rodríguez, P., Soberón, J. y Arita, H. T. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. Acta Zoológica Mexicana. **89:**241–259.

Sanchez-Jasso, J., Aguilar-Miguel, X., Medina-Castro, J. y Sierra-Domínguez, G. 2013. Riqueza especifica de vertebrados en un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. **84:**360–373.

Sánchez, O., Zamorano, P., Peters, E. y Moya, H. 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición. México. 389 pp.

Santos, G., Pacheco, J. y Ceballos, G. 2004. La conservación de los reptiles y anfibios de México. CONABIO. Biodiversitas. **57:**1–6.

Santos, T. y Tellería, J. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Ecosistemas. **2:** 3–12.

Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. y De la Maza, J. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 pp.

SEMARNAT-CONANP (Secretaria de medio ambiente y recursos naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2016. [actualizado al 6 de junio]. Página electrónica (http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=1024)

SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Capítulo 4. 155-190 pp. Disponible en http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/.

Solís, A., Sosa, J., Jiménez, C. y Ortega-Rubio, A. 2014. Conservación en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: logros y retos. Investigación y ciencia. **60:** 78–84.

Sosa-Escalante, J., Pech-Canché, J., MacSwiney, M. y Hernández-Betancourt, S. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. Revista Mexicana de Biodiversidad. **84(3):** I–XXI.

Sosa-Escalante, J., Hernández-Betancourt, S., Pech-Canché, J., MacSwiney, M. y Díaz-Gamboa, R. 2014. Los mamíferos del estado de Yucatán. Revista mexicana de mastozoología nueva época. **4(1):**22–41.

Sosa-Escalante, J. E., G. Sánchez-Rojas, M. Briones-Salas, Y. Hortelano-Moncada, Y., y Magaña-Cota, G. 2016. Riqueza y conservación de los mamíferos mexicanos con una visión estatal. pp. 23-38. *En:* Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.

Sosa-Escalante, J. 2016. Restauración ecológica y la protección de los mamíferos en México. Therya. **7(2):**213–214.

Tognelli, M. 2005. Assessing the utility of indicator groups for the conservation of South American terrestrial mammals. Biological Conservation. **121:**409–417.

Toledo, V., Alarcón-Chaires, P., Moguel, P., Olivo, M., Cabrera, A., Leyequien, E., y Rodríguez- Aldabe, A. 2002. Biodiversidad y pueblos indios en México y Centroamérica. Biodiversitas. **43**:1–8.

UNESCO. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2016. [actualizado abril]. Página electrónica (

http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/).

Urbina-Cardona, y Flores-Villela, O. 2010. Ecological-niche modeling and prioritization of conservation-area networks for Mexican herpetofauna. Conservation Biology. **24(4):**1031–1041.

Vane-Wright, R., Humphries, C. y Williams, P. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choise. Biological Conservation. **55:** 235–254.

Wijesinghe, M. y Brooke, M. 2004. What causes the vulnerability of endemic animals? A case study from Sri Lanka. Journal of Zoology. **263(02):**135–140.

ANEXOS

Anexo A

Listado de mamiferos presentes en las reservas de la biosfera de México

	Orden	Familia	ESPECIE
1	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*
2	Artiodactyla	Tayassuidae	*Odocoileus hemionus*
3	Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus leucurus*
4	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*
5	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*
6	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*
7	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*
8	Chiroptera	Phyllostomidae	*Enchisthenes hartii*
9	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*
10	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*
11	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*
12	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura tolteca*
13	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura watsoni*
14	Chiroptera	Phyllostomidae	*Centurio senex*
15	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma salvini*
16	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*
17	Chiroptera	Phyllostomidae	*Platyrrhinus helleri*
18	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*
19	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira hondurensis*
20	Chiroptera	Phyllostomidae	*Uroderma bilobatum*
21	Chiroptera	Phyllostomidae	*Vampyressa thyone*
22	Chiroptera	Phyllostomidae	*Vampyrodes major*
23	Chiroptera	Phyllostomidae	*Anoura geoffroyi*
24	Chiroptera	Phyllostomidae	*Choeroniscus godmani*
25	Chiroptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*
26	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga morenoi*
27	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*
28	Chiroptera	Phyllostomidae	*Hylonycteris underwoodi*
29	Chiroptera	Phyllostomidae	*Leptonycteris nivalis*
30	Chiroptera	Phyllostomidae	*Leptonycteris yerbabuenae*
31	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*
32	Chiroptera	Phyllostomidae	*Diaemus youngi*
33	Chiroptera	Phyllostomidae	*Diphylla ecaudata*
34	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chrotopterus auritus*

35	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lonchorhina aurita*
36	Chiroptera	Phyllostomidae	*Macrotus waterhousii*
37	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon cozumelae*
38	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*
39	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glyphonycteris sylvestris*
40	Chiroptera	Phyllostomidae	*Phyllostomus discolor*
41	Chiroptera	Phyllostomidae	*Phylloderma stenops*
42	Chiroptera	Phyllostomidae	*Trachops cirrhosus*
43	Chiroptera	Phyllostomidae	*Vampyrum spectrum*
44	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*
45	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*
46	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*
47	Rodentia	Cricetidae	*Tylomys nudicaudus*
48	Rodentia	Cricetidae	*Nyctomys sumichrasti*
49	Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys alfaroi*
50	Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys couesi*
51	Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys fulvescens*
52	Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys melanotis*
53	Rodentia	Cricetidae	*Otonyctomys hatti*
54	Rodentia	Cricetidae	*Ototylomys phyllotis*
55	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*
56	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*
57	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis*
58	Chiroptera	Molossidae	*Eumops nanus*
59	Chiroptera	Molossidae	*Eumops auripendulus*
60	Chiroptera	Molossidae	*Eumops ferox*
61	Chiroptera	Molossidae	*Molossus molossus*
62	Chiroptera	Molossidae	*Molossus rufus*
63	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops aurispinosus*
64	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops laticaudatus*
65	Chiroptera	Molossidae	*Promops centralis*
66	Chiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*
67	Chiroptera	Molossidae	*Molossus sinaloae*
68	Didelphimorphia	Didelphidae	*Marmosa mexicana*
69	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*
70	Rodentia	Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*
71	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*
72	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*
73	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*
74	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*
75	Carnivora	Felidae	*Lynx Rufus*
76	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*
77	Didelphimorphia	Didelphidae	*Chironectes minimus*

78	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*
79	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*
80	Didelphimorphia	Didelphidae	*Philander oposum*
81	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*
82	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*
83	Didelphimorphia	Didelphidae	*Caluromys derbianus*
84	Chiroptera	Thyropteridae	*Thyroptera tricolor*
85	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles crassus*
86	Artiodactyla	Tayassuidae	*Tayassu pecari*
87	Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirella bairdii*
88	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis mexicanus*
89	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis parvus*
90	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis merriami*
91	Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*
92	Chiroptera	Natalidae	*Natalus lanatus*
93	Pilosa	Cyclopedidae	*Cyclopes didactylus*
94	Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*
95	Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*
96	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*
97	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*
98	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus gymnonotus*
99	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*
100	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*
101	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*
102	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys gaumeri*
103	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys desmarestianus*
104	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys pictus*
105	Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*
106	Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx io*
107	Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*
108	Chiroptera	Emballonuridae	*Rhynchonycteris naso*
109	Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopteryx bilineata*
110	Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*
111	Chiroptera	Emballonuridae	*Diclidurus albus*
112	Rodentia	Agoutidae	*Dasyprocta punctata*
113	Rodentia	Agoutidae	*Dasyprocta mexicana*
114	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*
115	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*
116	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*
117	Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus*
118	Carnivora	Canidae	*Vulpes macrotis*
119	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*
120	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus difficilis*

121	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*
122	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus pectoralis*
123	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma mexicana*
124	Carnivora	Ursidae	*Ursus americanus*
125	Rodentia	Erethizontidae	*Erethizon dorsatum*
126	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis auriculus*
127	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis velifer*
128	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis yumanensis*
129	Chiroptera	Vespertilionidae	*Nycticeius humeralis*
130	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*
131	Chiroptera	Vespertilionidae	*Euderma maculatum*
132	Rodentia	Castoridae	*Castor canadensis*
133	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*
134	Primates	Atelidae	*Alouatta villosa*
135	Primates	Atelidae	*Ateles geoffroyi*
136	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*
137	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*
138	Chiroptera	Vespertilionidae	*Bauerus dubiaquercus*
139	Carnivora	Mustelidae	*Conepatus semistriatus*
140	Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*
141	Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*
142	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus borealis*
143	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*
144	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*
145	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lampronycteris brachyotis*
146	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris schmidtorum*
147	Chiroptera	Molossidae	*Molossus aztecus*
148	Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*
149	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*
150	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*
151	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*
152	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*
153	Carnivora	Procyonidae	*Procyon pygmaeus*
154	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys spectabilis*
155	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*
156	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa párvula*
157	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa tumida*
158	Carnivora	Mustelidae	*Spilogale putorius*
159	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lophostoma brasiliense*
160	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lophostoma evotis*
161	Carnivora	Mustelidae	*Lontra longicaudis*
162	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis mayensis*
163	Primates	Atelidae	*Alouatta palliata*

164	Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys chapmani*
165	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus brasiliensis*
166	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis albescens*
167	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis elegans*
168	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis fortidens*
169	Soricomorpha	Soricidae	*Megasorex gigas*
170	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga commissarisi*
171	Chiroptera	Phyllostomidae	*Musonycteris harrisoni*
172	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia subruta*
173	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus hirsutus*
174	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*
175	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus colliaei*
176	Rodentia	Geomyidae	*Pappogeomys bulleri*
177	Rodentia	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*
178	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus perfulvus*
179	Rodentia	Cricetidae	*Baiomys musculus*
180	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon mascotensis*
181	Rodentia	Cricetidae	*Hodomys alleni*
182	Rodentia	Cricetidae	*Xenomys nelsoni*
183	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale pygmaea*
184	Carnivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*
185	Soricomorpha	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*
186	Chiroptera	Phyllostomidae	*Macrotus californicus*
187	Chiroptera	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*
188	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus townsendii*
189	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevilli*
190	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*
191	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus xanthinus*
192	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis californicus*
193	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis evotis*
194	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis thysanodes*
195	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis volans*
196	Chiroptera	Vespertilionidae	*Parastrellus hesperus*
197	Chiroptera	Molossidae	*Eumops perotis*
198	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops femorosaccus*
199	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops macrotis*
200	Rodentia	Geomyidae	*Thomomys bottae*
201	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus arenarius*
202	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus baileyi*
203	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus formosus*
204	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus intermedius*
205	Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus amplus*
206	Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus longimembris*

207	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys deserti*
208	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys merriami*
209	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma albigula*
210	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma lepida*
211	Rodentia	Cricetidae	*Onychomys torridus*
212	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus crinitus*
213	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus eremicus*
214	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys megalotis*
215	Rodentia	Cricetidae	*Ondatra zibethicus*
216	Carnivora	Mustelidae	*Mephitis mephitis*
217	Artiodactyla	Antilocapridae	*Antilocapra americana*
218	Artiodactyla	Bovidae	*Ovis canadensis*
219	Rodentia	Geomyidae	*Cratogeomys merriami*
220	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys phillipsii*
221	Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus flavus*
222	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*
223	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus boylii*
224	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus truei*
225	Carnivora	Mustelidae	*Spilogale gracilis*
226	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis vivesi*
227	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles angulatus*
228	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus atricapillus*
229	Rodentia	Sciuridae	*Neotamias obscurus*
230	Rodentia	Geomyidae	*Thomomys umbrinus*
231	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys simulans*
232	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus fallax*
233	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus spinatus*
234	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus eva*
235	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus bachmani*
236	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus graysoni*
237	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis findleyi*
238	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus madrensis*
239	Soricomorpha	Soricidae	*Notiosorex evotis*
240	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex arizonae*
241	Chiroptera	Vespertilionidae	*Idionycteris phyllotis*
242	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis occultus*
243	Chiroptera	Molossidae	*Eumops underwoodi*
244	Carnivora	Canidae	*Canis lupus*
245	Carnivora	Mustelidae	*Conepatus leuconotus*
246	Artiodactyla	Bovidae	*Bison bison*
247	Rodentia	Sciuridae	*Cynomys ludovicianus*
248	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus nayaritensis*
249	Rodentia	Sciuridae	*Xerospermophilus spilosoma*

250	Rodentia	Sciuridae	*Neotamias dorsalis*
251	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys ordii*
252	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys spectabilis*
253	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus eremicus*
254	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus hispidus*
255	Rodentia	Cricetidae	*Microtus mexicanus*
256	Rodentia	Cricetidae	*Baiomys taylori*
257	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma micropus*
258	Rodentia	Cricetidae	*Onychomys arenicola*
259	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus gratus*
260	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus nasutus*
261	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys montanus*
262	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon ochrognathus*
263	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*
264	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*
265	Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio albiventris*
266	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga leachii*
267	Rodentia	Geomyidae	*Orthogeomys grandis*
268	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys salvini*
269	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus variegatoides*
270	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus gymnotis*
271	Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopteryx leptura*
272	Chiroptera	Phyllostomidae	*Uroderma magnirostrum*
273	Rodentia	Sciuridae	*Glaucomys volans*
274	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus melanophrys*
275	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys mexicanus*
276	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon crenulatum*
277	Chiroptera	Vespertilionidae	*Perimyotis subflavus*
278	Rodentia	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*
279	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis melanorhinus*
280	Rodentia	Sciuridae	*Xerospermophilus tereticaudus*
281	Rodentia	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*
282	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura azteca*
283	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*
284	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex saussurei*
285	Rodentia	Geomyidae	*Cratogeomys castanops*
286	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus nelsoni*
287	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*
288	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys nelsoni*
289	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma goldmani*
290	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex monticola*
291	Rodentia	Cricetidae	*Neotomodon alstoni*
292	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus hylocetes*

293	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus levipes*
294	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus melanotis*
295	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus spicilegus*
296	Rodentia	Cricetidae	*Nelsonia neotomodon*
297	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys chrysopsis*
298	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys sumichrasti*
299	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon fulviventer*
300	Chiroptera	Molossidae	*Cynomops mexicanus*
301	Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*
302	Didelphimorphia	Didelphidae	*Metachirus nudicaudatus*
303	Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx kappleri*
304	Chiroptera	Phyllostomidae	*Macrophyllum macrophyllum*
305	Chiroptera	Phyllostomidae	*Tonatia saurophila*
306	Chiroptera	Molossidae	*Eumops hansae*
307	Cingulata	Dasypodidae	*Cabassous centralis*
308	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus aztecus*
309	Rodentia	Cricetidae	*Tylomys tumbalensis*
310	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa alleni*
311	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa gracilis*
312	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis goldmani*
313	Rodentia	Geomyidae	*Cratogeomys fumosus*
314	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon alleni*
315	Rodentia	Cricetidae	*Microtus quasiater*
316	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma angustapalata*
317	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus beatae*
318	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus furvus*
319	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus ochraventer*
320	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon leucotis*
321	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus alleni*
322	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus oculatus*
323	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex ornatus*
324	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis peninsularis*
325	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus ammophilus*
326	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia sowelli*
327	Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys rostratus*
328	Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus lineatus*
329	Rodentia	Cricetidae	*Onychomys leucogaster*
330	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus melanocarpus*
331	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon toltecus*
332	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama temama*
333	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis magnus*
334	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex ventralis*
335	Rodentia	Cricetidae	*Megadontomys cryophilus*

336	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys microdon*
337	Rodentia	Cricetidae	*Neotoma leucodon*
338	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex veraepacis*
339	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus guatemalensis*
340	Rodentia	Cricetidae	*Habromys lophurus*
341	Rodentia	Cricetidae	*Microtus guatemalensis*
342	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys tenuirostris*
343	Rodentia	Cricetidae	*Rheomys thomasi*
344	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa mira*
345	Rodentia	Sciuridae	*Notocitellus adocetus*
346	Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*
347	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis goodwini*
348	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys goldmani*
349	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*
350	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*
351*	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis nelsoni*
352*	Chiroptera	Natalidae	*Natalus mexicanus*
353*	Rodentia	Cricetidae	*Rheomys mexicanus*
354*	Soricomorpha	Soricidae	*Cryptotis tropicalis*
355*	Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus interpres*
356*	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus alleni*
357*	Rodentia	Cricetidae	*Nelsonia goldmani*
358*	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus fraterculus*
359*	Rodentia	Cricetidae	*Megadontomys nelsoni*
360*	Soricomorpha	Soricidae	*Sorex oreopolus*
361*	Rodentia	Sciuridae	*Neotamias bulleri*

*Especies consideradas en el listado actualizado

Anexo B

Análisis de complementariedad de los mamíferos presentes en 36 reservas de la biosfera en México con base en el listado obtenido de los programas de manejo.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	134	134
2	Janos	199	65
3	Tehuacán-Cuicatlán	229	30
4	Complejo Sian ka'an	247	18
5	Vizcaíno	264	17
6	Sierra del Abra Tanchipa	277	13
7	El Triunfo	289	12
8	Zicuirán-Infiernillo	300	11
9	Montes Azules	309	9
10	Alto Golfo de California	316	7
11	Mariposa Monarca	323	7
12	Chamela	327	4
13	Sierra Gorda	331	4
14	Islas Marías	334	3
15	Sierra La Laguna	337	3
16	Volcán Tacana	340	3
17	La Sepultura	342	2
18	Mapimí	344	2
19	Ría Celestún	345	1
20	Barranca Metztitlán	346	1
21	Pinacate	347	1
22	La Encrucijada	348	1
23	Sierra Gorda de Guanajuato	349	1
24	Lacan-Tún	350	1

Anexo C

Análisis de complementariedad de los mamíferos presentes en 37 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	142	142
2	Janos	209	67
3	Tehuacán-Cuicatlán	236	27
4	Vizcaíno	256	20
5	Calkmul	273	17
6	El Triunfo	286	13
7	Chamela	296	10
8	Mapimí	306	10
9	Mariposa Monarca	316	10
10	Montes Azules	323	7
11	Alto Golfo de California	329	6
12	Sierra Gorda	335	6
13	Complejo Sian ka'an	339	4
14	Islas Marías	342	3
15	Sierra La Laguna	345	3
16	Zicuirán-Infiernillo	348	3
17	La Michilía	350	2
18	La Sepultura	352	2
19	Sierra del Abra Tanchipa	354	2
20	Volcán Tacana	356	2
21	Ría Celestún	357	1
22	Pantanos de Centla	358	1
23	Barranca Metztitlán	359	1
24	Pinacate	360	1
25	La Encrucijada	361	1

Anexo D

Análisis de complementariedad de los mamíferos con categoría de riesgo presentes en 36 reservas de la biosfera en México con base en el listado obtenido de los programas de manejo.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Laca-tun	48	48
2	Janos	73	25
3	Alto Golfo de California	84	11
4	Tehucán-Cuicatlán	93	9
5	Calakmul	98	5
6	Chamela	103	5
7	Vizcaíno	108	5
8	El Triunfo	112	4
9	Complejo Sian ka'an	114	2
10	Islas Marías	116	2
11	Mariposa Monarca	118	2
12	Sierra La Laguna	120	2
13	Ría Celestún	121	1
14	La Encrucijada	122	1
15	La Sepultura	123	1
16	Sierra Gorda	124	1
17	Volcán Tacana	125	1
18	Zicuirán-Infiernillo	126	1

Anexo E

Análisis de complementariedad de los mamíferos con categoría de riesgo presentes en 37 reservas de la biosfera en México con base en el listado actualizado.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Lacan-Tún	49	49
2	Janos	75	26
3	Vizcaíno	86	11
4	Tehuacán-Cuicatlán	95	9
5	El Triunfo	101	6
6	Chamela	106	5
7	Calakmul	110	4
8	Alto Golfo de California	114	4
9	Mariposa Monarca	117	3
10	Complejo Sian ka'an	119	2
11	Islas Marías	121	2
12	Sierra La Laguna	123	2
13	Ría Celestún	124	1
14	Pantanos de Centla	125	1
15	Pinacate	126	1
16	La Encrucijada	127	1
17	La Sepultura	128	1
18	Los Tuxtlas	129	1
19	Sierra Gorda	130	1
20	Volcán Tacana	131	1
21	Zicuirán-Infiernillo	132	1

Anexo F

Análisis de complementariedad de las aves presentes en 39 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	555	555
2	Tehuacán-Cuicatlán	673	118
3	El Triunfo	734	61
4	Zona Marina Bahía de los Ángeles	791	57
5	Sierra de Manantlán	821	30
6	Complejo Sian Ka'an	847	26
7	El Pinacate	871	24
8	Selva el Ocote	891	20
9	Archipiélago de Revillagigedo	909	18
10	Sierra Gorda	926	17
11	San Pedro Mártir	937	11
12	El Vizcaíno	945	8
13	Isla Guadalupe	953	8
14	Chamela-Cuixmala	960	7
15	Lacan-Tún	967	7
16	Ría Lagartos	973	6
17	La Michilía	978	5
18	Volcán Tacana	983	5
19	Calakmul	986	3
20	La Sepultura	989	3
21	Mapimí	992	3
22	Marismas Nacionales Nayarit	995	3
23	Alto Golfo de California	997	2
24	Sierra del Abra Tanchipa	999	2
25	Sierra Gorda de Guanajuato	1001	2
26	Complejo Lagunar Ojo de Liebre	1003	2
27	Janos	1004	1
28	La Encrucijada	1005	1
29	Mariposa Monarca	1006	1
30	Sierra La Laguna	1007	1

Anexo G

Análisis de complementariedad de las aves con categoría de riesgo presentes en 39 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	124	124
2	El Triunfo	163	39
3	Sierra de Manantlán	187	24
4	El Vizcaíno	200	13
5	Selva El Ocote	212	12
6	Archipiélago de Revillagigedo	220	8
7	Sierra Gorda	228	8
8	Ría Lagartos	234	6
9	San Pedro Mártir	239	5
10	Janos	243	4
11	La Sepultura	247	4
12	Montes Azules	251	4
13	Tehuacán-Cuicatlán	254	3
14	Volcán Tacaná	257	3
15	Isla Guadalupe	259	2
16	Calakmul	260	1
17	Chinchorro	261	1
18	La Encrucijada	262	1
19	Mapimí	263	1
20	Sierra del Abra Tanchipa	264	1

Anexo H

Análisis de complementariedad de los reptiles presentes en 40 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	118	118
2	Tehuacán-Cuicatlán	185	67
3	Pinacate	227	42
4	Sierra Gorda	266	39
5	Calakmul	300	34
6	Chamela	330	30
7	El triunfo	356	26
8	Sierra La Laguna	373	17
9	Centla	387	14
10	Ría Lagartos	399	12
11	Zicuirán-Infiernillo	411	12
12	Janos	421	10
13	La Michilía	429	8
14	La Sepultura	437	8
15	Sierra del Abra Tanchipa	444	7
16	Volcán Tacana	451	7
17	Mapimí	457	6
18	Sierra de Manantlán	463	6
19	Chinchorro	467	4
20	San Pedro Mártir	471	4
21	La Encrucijada	475	4
22	Montes Azules	479	4
23	Archipiélago de Revillagigedo	482	3
24	Selva El Ocote	485	3
25	Complejo Sian ka'an	487	2
26	Vizcaíno	489	2
27	Sierra de Huatla	491	2
28	Alto Golfo de California	492	1
29	Barranca de Meztitlán	493	1
30	Marismas Nacionales Nayarit	494	1
31	Zona Marina Bahía de los Ángeles	495	1

Anexo I

Análisis de complementariedad de los reptilesen categoría e riesgo presentes en 40 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reservas	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	53	53
2	Tehuacán-Cuicatlán	87	34
3	Chamela	110	23
4	Pinacate	131	21
5	Sierra Gorda	150	19
6	Calakmul	165	15
7	Sierra La Laguna	177	12
8	Sierra del Abra Tanchipa	187	10
9	Volcán Tacana	197	10
10	Zicuirán-Infiernillo	206	9
11	Ría Lagartos	212	6
12	San Pedro Mártir	217	5
13	La Michilía	221	4
14	Sierra de Manantlán	225	4
15	Centla	228	3
16	La Sepultura	231	3
17	Selva El Ocote	234	3
18	Chinchorro	236	2
19	La Encrucijada	238	2
20	Mapimí	240	2
21	Complejo Sian ka'an	241	1
22	Alto Golfo de California	242	1
23	Archipiélago de Revillagigedo	243	1
24	Vizcaíno	244	1
25	Janos	245	1
26	Marismas Nacionales Nayarit	246	1
27	Montes Azules	247	1
28	Zona Marina Bahía de los Ángeles	248	1

ANEXO J

Análisis de complementariedad de anfibios presentes en 34 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reservas	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	45	45
2	El Triunfo	65	20
3	Tehuacán-Cuicatlán	85	20
4	Sierra Gorda	99	14
5	Chamela	111	12
6	Volcán Tacana	120	9
7	Sierra del Abra Tanchipa	128	8
8	Alto Golfo de California	133	5
9	Sierra Gorda de Guanajuato	138	5
10	Calakmul	142	4
11	Selva El Ocote	146	4
12	Mariposa Monarca	149	3
13	Complejo Sian ka'an	151	2
14	La Encrucijada	153	2
15	La Michilía	155	2
16	Centla	156	1
17	Vizcaíno	157	1
18	La Sepultura	158	1
19	Montes Azules	159	1
20	Sierra de Huatla	160	1
21	Zona Marina Bahía de los Ángeles	161	1

ANEXO K

Análisis de complementariedad de anfibios con categoría de riesgo presentes en 34 reservas de la biosfera en México.

Iteración	Reserva	Especies acumuladas	Especies
1	Los Tuxtlas	18	18
2	Volcán Tacana	29	11
3	Sierra Gorda	38	9
4	Sierra de Manantlán	44	6
5	Calakmul	49	5
6	El Triunfo	54	5
7	Tehuacán-Cuicatlán	58	4
8	Mariposa Monarca	61	3
9	Sierra del Abra Tanchipa	64	3
10	Sierra Gorda de Guanajuato	67	3
11	Complejo Sian'ka an	69	2
12	Alto Golfo de California	71	2
13	La Michilía	73	2
14	Selva El Ocote	75	2
15	La Sepultura	76	1