



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Las áreas prioritarias para la conservación de los
mamíferos terrestres en la Península de Yucatán**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I O L O G A
P R E S E N T A:**

Marisol Ocampo Sandoval

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. Héctor Carlos Olguín Monroy

Julio 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Ocampo
Sandoval
Marisol
55 20 30 10 99
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
304190342

2. Datos del tutor

M. en C.
Héctor Carlos
Olguín
Monroy

3. Datos del sinodal 1

Dra.
Livia Socorro
León
Paniagua

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Cesar Antonio
Ríos
Muñoz

5. Datos del sinodal 3

Dra.
Nancy
Contreras
Moreno

6. Datos del sinodal 4

Dr.
José Luis
Salinas
Gutiérrez

7. Datos del trabajo escrito

Las áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos terrestres en la Península de Yucatán
80
2012

A mis padres
A mi hermano
A mi compañero de vida

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Museo de Zoología Alfonso Herrera.

A la Universidad de San Carlos, Guatemala y a su Curador Sergio.

A la Doctora Livia León Paniagua.

A mis Sinodales Nancy Contreras y Héctor Olguín.

Especialmente a José Luis Salinas, Cesar Ríos y Devora. Sin ustedes esto no sería posible.

De manera particular a Fanny Rebón y Arturo Olvera por acompañarme durante todo este proceso con su cariño y aliento.

A Alejandro Gordillo, Govanni y Anahi por todo su apoyo.

A mis compañeros Aura, Mariana, Yire, Vanesa, Mónica, Luis, David, Dulce, Víctor, Rosario, Marco, Alejandra, Rocio, Romina, Carlos, Pressy, Neftaly y Toño.

A mis padres, Cecilia y Francisco.

A mi querido hermano, José Francisco.

A mi familia.

ÍNDICE

Resumen.....	7
Introducción.....	8
Antecedentes.....	12
Objetivos.....	16
Área de Estudio.....	17
Métodos.....	24
Resultados.....	32
Discusión.....	54
Literatura citada.....	65

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura. 1. Límite de la Provincia Biótica Yucatanense.....	18
Figura 2. Áreas Naturales Protegidas de la PBY y Corredor Biológico Mesoamericano	21
Cuadro 1. Distribución de registros de colecta por Orden.....	33
Figura. 3. Patrones de riqueza de los mamíferos de la PBY.....	35
Figura. 4. Patrones de endemismo de los mamíferos de la PBY.....	36
Figura. 5. Patrones de distribución de los mamíferos de la PBY que se encuentran en la lista Roja de la IUCN.....	37
Figura. 6. Áreas consideradas en el análisis de Complementariedad.....	39
Figura. 7. OGUS agrupadas.....	40
Cuadro 2. OGUS con mayor riqueza de especies de mamíferos.....	41
Figura. 8. OGUS con mayor riqueza de mamíferos.....	42

Cuadro 3. OGUS con mayor riqueza de especies de mamíferos endémicas a la PBY.....	43
Figura. 9. OGUS con mayor riqueza de especies de mamíferos endémicas a la PBY.....	44
Cuadro 5. Resultados del Complemento Residual.....	45
Figura. 10. OGUS con el menor valor de Complemento Residual.....	46
Cuadro 6. Resultados de la Porción complementaria Acumulada.....	47
Figura. 11. OGUS resultantes de la Porción Complementaria Acumulada	49
Cuadro 7. Índice de endemidad.....	50
Cuadro 8. Diversidad Filogenética.....	51
Figura 12. OGUS seleccionadas para la Conservación.....	53

RESUMEN

La Provincia Biótica Yucatanense (PBY) incluye la región del Peten en Guatemala, Belice y los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán en México. La PBY tiene un índice elevado de degradación, la vegetación secundaria ocupa la mayor parte de su territorio. Este trabajo tiene como objetivo el proponer áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos terrestres en la PBY que complemente el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SIANP) existente a partir de modelos de distribución geográfica, los patrones de riqueza y endemismo, el cambio de uso de suelo, las Areas Naturales Protegidas (ANPS) ya establecidas en la región y un análisis de complementariedad. El principio de complementariedad se utiliza para dar prioridad al elegir áreas para la conservación. Se utilizaron los siguientes índices para evaluar las áreas seleccionadas: Complemento residual, Índice de complementariedad, Porción complementaria acumulada y diversidad filogenética. Se recopilaron 12 352 registros de localidades únicas para 122 especies de mamíferos registradas en la PBY. Se proponen 12 áreas para la conservación, las cuales corresponden a áreas poco perturbadas y que no han sido incluidas en los SIANP. Dos de las áreas incluyen las siete especies endémicas continentales a la PBY; cuatro incluyen más de 110 especies. Seis de las áreas no coinciden con otras propuestas. El corredor biológico mesoamericano coincide con algunas áreas planteadas en este trabajo en zonas de la costa norte de Yucatán, noroeste y centro de Quintana Roo y del centro de Belice.

INTRODUCCIÓN

Debido a la topografía, los distintos tipos de vegetación, los patrones climáticos y su dinámica historia geológica, la región Mesoamericana es una zona de gran riqueza y diversidad, tanto de especies como de ecosistemas, desde arrecifes coralinos y bosques húmedos tropicales hasta sabanas; lo cual alberga el 7% de la biodiversidad total del planeta (Ceballos y Navarro, 1991; Herrera y Finegan, 2005). Esta región comprende los cuatro estados del sureste de México (Campeche, Belice, Quintana Roo y Yucatán), así como los siete países centroamericanos que corresponden a Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (INE/SEMARNAP 1996; CCAD, 1998a; CCAD, 1998b).

La Provincia Biótica Yucatanense (PBY) ha sido considerada una subdivisión de la región Neotropical (Morrone, 2005); una de las características notables de la PBY es que en ella se ha establecido un gradiente de diferenciación de la fauna (efecto de peninsularidad) desde la base hasta el ápice que se acentúa a causa de los tipos de suelo y los climas, que delimitan zonas vegetales que en general corren de este a oeste y que reemplazan una a otra en dirección sur a norte (Barrera, 1962).

De acuerdo con los trabajos de Goldman y More (1945), Barrera (1962), Ibarra-Manríquez *et al.* (2002), Espadas Manríquez *et al.* (2003) y Ortiz-Pérez *et al.*, (2007), la Península de Yucatán incluye la región del Petén en Guatemala, Belice y los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán en México.

Guatemala y Belice son países pequeños pero excepcionalmente diversos, ambos fueron sitios de migración de fauna de origen Neotropical y Neártica, debido a que junto con el resto de Centroamérica, forman una franja de tierra entre América del Sur y Norte; además de que dividen a los dos océanos más grandes del planeta (Lara, 1992). Guatemala ocupa el segundo lugar en Centroamérica en número de vertebrados endémicos a Mesoamericana y es el país con mayor riqueza de especies de la región (Lara, 1995). Belice alberga más de 250 especies de mamíferos, 540 de aves y 152 de anfibios y reptiles en una superficie que llega solo a la mitad de Dinamarca (Lara, 1992). Por otra parte, México posee una gran riqueza biológica y un alto número de endemismos que lo ubican como el cuarto país megadiverso del mundo (Ceballos y Navarro, 1991; Arita y Rodríguez, 2002). A pesar de que el territorio nacional comprende alrededor del 1.6% de la superficie continental del planeta (1 972 547 km²), el país mantiene el 11 % de todas las especies de mamíferos del mundo (Mittermeier *et al.*, 1997; Ceballos *et al.*, 2005).

En la actualidad, la pérdida de la biodiversidad biológica es un problema grave de consecuencias impredecibles. Entre sus principales causas esta la transformación de los ecosistemas, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales con fines económicos (Alvarez Mondragón y Morrone, 2004). Lamentablemente, el manejo y la conservación de los recursos, se encuentra muy abajo en las listas de prioridades y generalmente cuando existen políticas favorables no hay presupuestos suficientes, ni profesionales capacitados para implementar estrategias adecuadas (Lara, 1992).

Por estas razones resulta fundamental contar con información confiable que sustente las estrategias propuestas para el uso, manejo y conservación de las especies (Alvarez Mondragón y Morrone, 2004). Una de las políticas más exitosas demostradas a la fecha es la búsqueda de la sostenibilidad es la conservación de las áreas naturales protegidas (ANP) y de sistemas, que incluye otras modalidades de conservación como los corredores biológicos o las unidades de manejo (Robles, 2009). Si bien las áreas protegidas por sí mismas no logran el éxito de la conservación, han y son la columna vertebral sobre la cual se sostiene la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad a escala local, regional y global (Margules y Sarkar, 2009).

Muchas de las redes de ANP se han seleccionado de forma oportunista, lo que resulta en conjuntos de reservas ineficientes, ubicadas en sitios que no contribuyen a representar la biodiversidad o que protegen una menor diversidad en relación en su superficie (Vane-Wright, 2001; Balford, 2002; Margules y Pressey, 2002). Ante la escasez generalizada de recursos humanos y económicos surgen diferentes propuestas para definir áreas prioritarias para su conservación (Pressey *et. al.*, 1993). La Planeación Sistemática de la Conservación, es la rama de la Biología que identifica áreas que deben tener prioridad para la distribución de los escasos recursos dedicados al manejo de la biodiversidad y desvincular estas áreas de los factores que amenazan su persistencia (Margules y Sarkar, 2009). El concepto clave en el que se basa la Planeación Sistemática de la Conservación es la Complementariedad (Vane-Wright, 2001; Margules y Sarkar, 2009). La Complementariedad, se utiliza como una medida del valor de un área para la conservación; un sitio tiene mayor complementariedad que otro si cuenta con un mayor número de especies que aún no han sido representados en el sistema de áreas protegidas, de acuerdo con las metas de conservación establecidas; dicho de otro modo, la complementariedad se mide como la contribución que hace un área para alcanzar el objetivo de conservación (Margules y Sarkar, 2009).

Además, los métodos de complementariedad pueden maximizar el número de especies representadas en el menor número de áreas protegidas (Pressey *et al.*, 1993).

La Planeación Sistemática de la Conservación, se debe fundamentar en estudios precisos que representen significativamente los patrones de distribución de las especies registradas en el área de estudio (Margules y Sarkar, 2009). Los métodos biogeográficos permiten analizar e interpretar los patrones de distribución de los seres vivos, con base en la expresión de resultados es posible identificar prioridades en las áreas a conservar y preservar (Alvarez Mondragón y Morrone, 2004).

Por último, es necesario considerar las áreas de conservación sujetas a planeación con el propósito de determinar la medida en la que los objetivos de conservación se cubren e identificar los vacíos que se deben complementar por nuevas áreas de conservación (Margules y Sarkar, 2009).

En consideración a la importancia que posee la Provincia Biótica Yucatanense, desde el punto de vista natural, biogeográfico, arqueológico e histórico y dado el grado de modificación que presenta por efectos actuales o prehispánicos, todos los esfuerzos para su conservación resultan necesarios, importantes e incluyentes (Chiappy y Gama, 2004). En este trabajo se propone una estrategia de selección de áreas prioritarias para la conservación de mamíferos de la PBY, con base en las modificaciones ambientales recientes y a partir del estado actual de conocimiento de la distribución del grupo, los patrones de riqueza de especies, el endemismo y las categorías de riesgo de la IUCN.

ANTECEDENTES

Un Área Natural Protegida es una superficie de tierra o mar específicamente designada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados y que se administra a través de medios jurídicos (Maza, 2003; Vié *et. al.*, 2009). Las áreas naturales protegidas son el instrumento principal y determinante en la conservación de la biodiversidad y de los procesos que la sustentan (Herrera y Finegan, 2005; Yañez, 2007).

Los antecedentes de la protección de las zonas naturales de la región Mesoamericana se iniciaron en 1876 con el Parque Nacional Desierto de los Leones (Maza, 2003; Yañez, 2007). Para tal efecto se tomo como ejemplo la promulgación de la declaración de Yellowstone, como Parque Nacional, en Estados Unidos de Norteamérica realizada en 1872 (Yañez, 2007)

Los parques y refugios de vida silvestre creados antes de 1917 no contaron con un diseño previo a su delimitación. A partir de este año, apoyado en la similitud de reservas naturales y hábitats insulares, surgió el campo de diseño de reservas naturales. Específicamente en los trabajos de Diamond (1975) y Diamond y May (1976), se plantearon los seis principios para el diseño de reservas naturales (Pozo y Llorente, 2003).

El surgimiento del concepto de reserva de la Biosfera con la creación del programa MAB (El Hombre y la Biosfera) en el seno de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas por la Educación, la Ciencia y la Cultura) fue un hecho importante ocurrido al inicio de la década de los sesenta. Este concepto dio un nuevo impulso al establecimiento de una red mundial de reservas y desencadenó procesos regionales de gran trascendencia como el caso de la red latinoamericana de cooperación técnica en parques nacionales y otras áreas protegidas (Maza, 2003). Simultáneamente, se dio lugar a la ampliación de la frontera agrícola aplicada en forma intensiva, lo que propició la destrucción del recurso forestal y la industria del turismo comenzó un desarrollo intensivo en la PBY, particularmente en Quintana roo, con la creación de grandes complejos turísticos, donde ha impactado todos los ámbitos ecológicos de la flora y la fauna, llegando inclusive a la explotación del subsuelo (Sánchez y Rebollar, 1999).

En la última década se han aplicado algunos métodos de la biogeografía histórica con fines de conservación de la biodiversidad, analizando diferentes grupos taxonómicos y escalas geográficas (Alvarez Mondragón y Morrone, 2004; García-Marmolejo *et al.*, 2008). La introducción del principio de complementariedad fue una de las innovaciones más importantes en el diseño de Sistemas de áreas para la conservación (Pressey *et al.*, 1993; Rodríguez y Gaston, 2002; Margules y Sarkar, 2009).

Sin duda el desarrollo de los sistemas de información geográfica abrió nuevas perspectivas para llevar a cabo la plantación sistemática de la conservación, considerando a los ecosistemas, complejos de especies o comunidades como unidades de análisis (Scott *et al.*, 1993)

En cuanto a los esfuerzos de conservación, la PBY cuenta con áreas decretadas y legisladas dentro de los Sistemas Nacionales de Áreas Naturales Protegidas; la mayoría de las cuales se concentran en el bosque tropical (Daltabuit *et al.*, 2006; García-Marmolejo *et al.*, 2008; Escobar y León Barrios, 2011)

Entre las diferentes propuestas de conservación que incluyen a la PBY, destaca el trabajo de Santos-Prado y Arita (1996) y, Arita y Santos-Prado (1999) realizaron un análisis de diversidad filogenética de cada especie con base en una filogenia compuesta de filogenias parciales elaboradas con diferentes marcadores y métodos pertenecientes a 155 filogenias publicadas en 94 escritos. Para 426 especies de mamíferos donde encontraron que de manera general, las áreas más importantes para la conservación se encuentran en el sureste.

Ese mismo año, Ceballos evaluó la representatividad de los mamíferos en las ANP establecidas obteniendo la complementariedad de treinta reservas mexicanas.

Ceballos, en el 2005 indica que del 23 a 25% de los mamíferos endémicos no están representados en una ANP. Mientras que Vázquez (2005) afirma que la cifra es más elevada hasta alcanzar el 33%.

En el trabajo de García-Marmolejo *et al.* (2008) se establecen prioridades para la conservación de los mamíferos terrestres neotropicales en México utilizando herramientas pambiogeográficas y el análisis de complementariedad.

En cuanto a los estudios de interés que se han realizado en la PBY destacan; Gaumer (1917) quien realiza la primera monografía de la PBY en la que recopila las especies registradas en la región. En 1974, se realizó una segunda recopilación detallada de los mamíferos de la PBY por volúmenes, que describen a todas las especies registradas actualizando la información recopilada hasta ese año (Knox *et al.*, 1974)

Durante ese mismo año, se publicó la guía completa de los mamíferos de la Península de Yucatán cuya segunda edición se publicó en el 2009 (Alcerreca *et al.*, 1974). Además, entre otros estudios destacan, zoogeografía de vertebrados (Álvarez y Lachica, 1974) estudios paleontológicos (Álvarez, 1982).

OBJETIVO

General

- Proponer áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos terrestres en la Provincia Biótica Yucatanense (PBY).

Particulares

- Modelar las distribuciones potenciales de los mamíferos de la PBY.
- Describir los patrones de distribución, de endemismo y de riqueza de especies de mamíferos en la PBY.
- Delimitar áreas que contribuyen a representar a todas las especies de mamíferos en el sistema de áreas para la conservación en la PBY

ÁREA DE ESTUDIO

La Provincia Biótica Yucatanense (PBY), como se le denomina a lo largo de este trabajo, constituye una unidad biológica y biogeográfica bien definida (Torres-Colín *et al.*, 2009) que incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán así como áreas de Tabasco, Chiapas, del Departamento de Petén en Guatemala y Belice (Goldmman y Moore, 1946; Barrera, 1962; Ryan, 1963; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002 y Espadas Manríquez *et al.*, 2003).

Barrera (1962) e Ibarra-Manríquez *et al.* (2002) coinciden en que la Provincia Biótica Yucatanense se limita altitudinalmente a los 2000 msnm en su porción suroeste; los límites de la PBY se extienden al sureste hasta el río Sarstún entre Belice y Guatemala (Figura. 1). La PBY, mantiene interesantes relaciones biogeográficas con la región de las Antillas y el Caribe, lo que la diferencia en gran medida del resto del Continente Americano, aspecto que se ha discutido por diferentes autores (Chiappy y Gama, 2004).

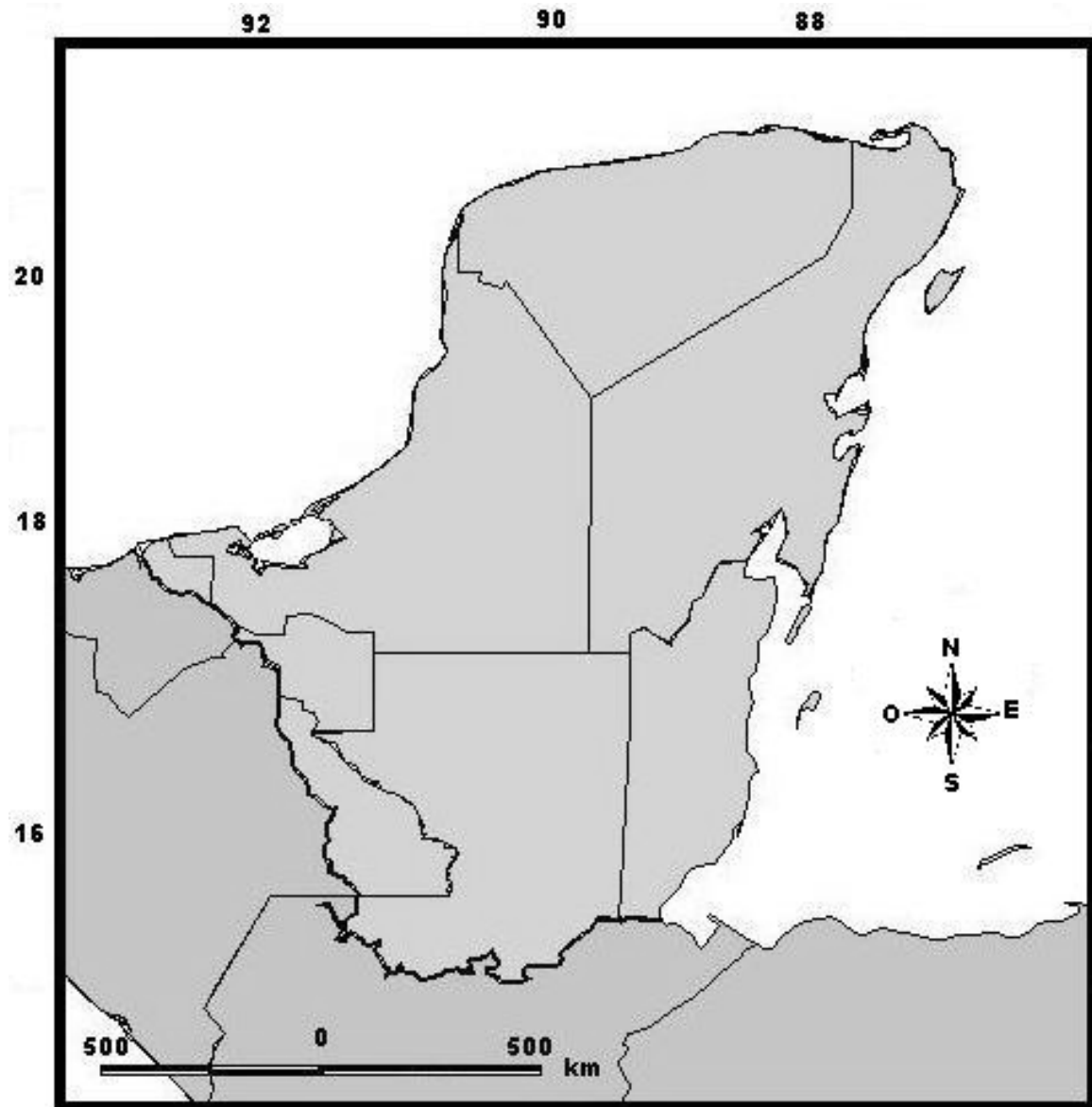


Figura 1. La línea negra representa el límite de la PBY. El mapa hace referencia a la división política de la PBY con la finalidad de especificar espacialmente su ubicación.

La PBY, es una plataforma calcárea única, sin plegamientos cuyo límite es la falla Motagua y la falla del Polochic (Schmitter-Soto *et al.*, 2002; Iturralde-Vinent, 2006); se originó durante el Cenozoico, se desarrolló a lo largo del Terciario y alcanzó su forma actual durante el Cuaternario (Duch, 1991). Los registros geológicos anteriores al cenozoico pueden ser encontrados en algunas partes de Belice, Guatemala y en mucha menor proporción al nororiente de la península (Escobar-Nava, 1986, Ferrusquía-Villafranca, 1998; Young, 2008).

La PBY se caracteriza por la ausencia de rasgos orogénicos, 90% de su superficie está a menos de 2 000 msnm, donde la Sierrita de Ticul y las Montañas Mayas son las únicas elevaciones prominentes (Barrera, 1962; Schmitter-Soto *et al.*, 2002).

La parte norte de la PBY carece casi por completo de corrientes superficiales debido a la permeabilidad del suelo, esta ausencia es compensada con depósitos de agua subterránea (Duch, 1991). Los cenotes son abundantes en la zona noreste de la región y se encuentran en diferentes etapas de formación (Perry *et al.*, 1995).

El clima de la PBY es cálido, tropical en la región sur y seco en la parte noroeste. La temperatura tiene un comportamiento más homogéneo entre más cerca de la costa (Duch, 1991). Los vientos del norte y los huracanes que se forman en el Caribe afectan la distribución y cantidad de la precipitación anual (Contreras-Arias, 1958). Además, la Sierrita de Ticul es una pequeña barrera geográfica que favorece la lluvia sobre la parte sur del territorio (Duch, 1991). En el extremo noreste las condiciones climáticas son más secas y áridas debido a que allí se junta la corriente del noreste, que es fría y seca, con la corriente del Caribe y el Atlántico, que es cálida y húmeda (Contreras-Arias, 1958).

La vegetación de la PBY se considera diversa para una planicie costera. Posee aproximadamente 2 477 especies de plantas que tienen una afinidad mayor con elementos de las Antillas que con Centroamérica o el resto de México (Espadas-Manrique *et al.*, 2003). Conforme la precipitación disminuye de sur a norte, la vegetación cambia de asociaciones perennifolias a caducifolias (Miranda, 1958).

La PBY a sufrido drásticas transformaciones de la cobertura vegetal, especialmente por el turismo en la zonas cercanas a los restos arqueológicos o las playas (Chiappy y Gama, 2004); a pesar de ello, en la región existen una erosión y fertilidad moderadas (Chiappy y Gama, 2004). Como parte de las estrategias de conservación *in situ*, La PBY cuenta con áreas decretadas y legisladas para su protección dentro de los Sistemas Nacionales de Áreas Naturales Protegidas que se observan en la figura 2 (Alvarez Mondragón y Morrone, 2004; Daltaubuit *et al.*, 2006; García-Marmolejo *et al.*, 2008; Escobar y León Barrios, 2011; Maza, 2003). A pesar de su relevancia, muchas de estas áreas son relativamente pequeñas, aisladas y rodeadas por áreas alteradas (Herrera y Finegan, 2005) Además, maneja la única reserva del jaguar en el mundo (Daltaubuit *et al.*, 2006). Los problemas presentes en la región, no permiten que este tipo de estrategias reviertan del todo los procesos de destrucción del ambiente. Aunado a ello, los medios con los que cuentan los gobiernos para gestionar las áreas protegidas son insuficientes (Maza, 2003).

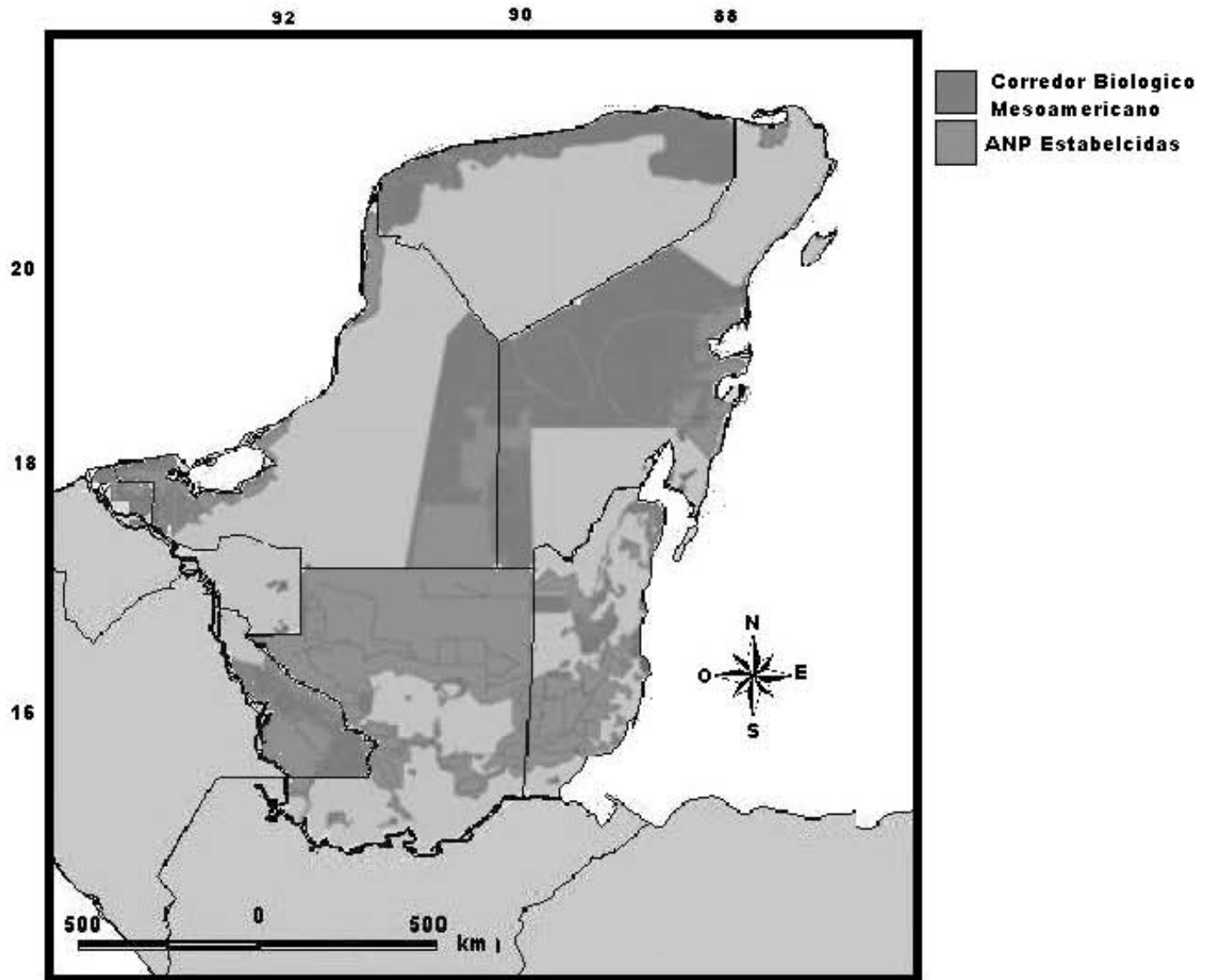


Figura 2. Mapa que muestra las ANP establecidas en la PBY y el CBM

Entre otras propuestas de conservación en la PBY destaca el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM); es una iniciativa de gran relevancia para Centroamérica y el sur de México (March *et al.*, 2009). Entre sus objetivos esta proteger una de las diversidades mas ricas del mundo mientras se promueve el desarrollo sostenible en sus territorios, al mismo tiempo que permite la conectividad entre las ANP de la región al colocar corredores entre las ANP (Figura 2) de la región (Zuñiga, 2002)

MÉTODOS

Selección de especies

Se consideraron los registros de las especies de mamíferos terrestres que se han reportado para la PBY correspondientes a 11 órdenes y 30 familias a partir de Hall (1981) y Wilson y Reader (2005). Debido a que las diversas fuentes de datos se basan en distintas autoridades taxonómicas, se revisaron los equivalentes taxonómicos entre: Hall (1981), Reid (1997) y Wilson y Reader (2005), con la finalidad de evitar la omisión y duplicidad de los datos.

Además de los registros de las especies seleccionadas dentro del área de estudio, se incluyeron todos los pertenecientes al resto de México y los países Centroamericanos faltantes (El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), debido a que los registros de la Península son insuficientes para la mayoría de las especies y, de manera particular, para 29 de ellas que cuentan con menos de 5 registros en la PBY, por lo que no podría realizarse un modelo de distribución potencial. Cabe mencionar que entre los principales objetivos de la complementariedad de áreas se encuentra el representar el 100 % de las especies de una región, por lo que estas 29 especies no podían omitirse del análisis.

Base de datos

Se construyó una base de datos de la mastofauna de la PBY en Access 2003 con la información taxonómica y geográfica de cada especie. Los registros fueron obtenidos directamente de las bases de datos en línea correspondientes al *Mammal Networked Information System* (<http://manisnet.org/>); *Global Biodiversity Information Facility* (<http://www.gbif.org>), *Smithsonian National Museum of Natural History* (<http://www.mnh.si.edu/>), *American Museum of Natural History* (<http://research.amnh.org/>), *Arctos* (<http://arctos.database.museum.cfm>), Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, (www.remib.org/) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (<http://www.conabio.gob.mx/>); y a partir de la literatura (Hall, 1981; Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005). Además, se incluyó la base de datos de CECON (Centro de Estudios Conservacionista) de la Universidad Nacional de San Carlos, Guatemala (Ver Agradecimientos). Todas estas fuentes fueron consideradas con la finalidad de tener el mayor número de registros de presencia por especie, y en particular, recopilar registros de ocurrencia a lo largo de toda la distribución dentro del área de estudio.

La base de datos paso por un proceso de control de calidad con la intención de actualizar y corregir la información curatorial, taxonómica y geográfica. En caso de que las localidades no contaran con sus coordenadas geográficas, éstas fueron georeferenciados en formato decimal con una exactitud de 0.01° utilizando el gacetero en línea *Fallingrain Global Gazetteer* (<http://www.fallingrain.com>) y *BioGeomancer Project* (<http://www.biogeomancer.org>).

Se verificó que los registros coincidieran con las distribuciones conocidas para cada especie utilizando la literatura (Hall, 1981; Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005; Wilson Reader, 2005) con el objetivo de eliminar los registros de ocurrencia que se encontraran muy alejados de la distribución de cada especie. Para poder visualizar los registros durante el proceso de revisión en el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2. (ESRI, 1999).

Patrones de distribución

Los patrones de distribución no son aleatorios ni uniformes, cada especie tiene una distribución única dentro del espacio ambiental que se encuentra determinada por sus características genéticas, sus requerimientos fisiológicos y sus interacciones con los factores bióticos y abióticos del hábitat en el que se encuentran (Peters, 1999; Illoldi-Rangel y Escalante, 2008; Margules y Sarkar, 2009; Peterson *et al.*, 2009).

Con la finalidad de obtener las hipótesis de distribución más precisas de las especies consideradas se obtuvieron las distribuciones geográficas para cada especie registrada en el área de estudio utilizando el Algoritmo Genético de Producción de Conjuntos de Reglas (GARP, por sus siglas en inglés; Stockwell y Peters, 1999).

GARP utiliza un algoritmo genético para la búsqueda de asociaciones entre variables ambientales y la ocurrencia conocida de las especies, contrastándola con las características ambientales a lo largo de toda el área de estudio; esto genera el intervalo de características ambientales que permite la supervivencia y reproducción de los individuos (Morrison y Hall, 2002). En general, GARP selecciona un porcentaje de los registros al azar que serán utilizados para realizar los modelos (Margules y Sarkar, 2009); con ellos obtiene reglas de fusión (atómicas, de intervalos, de intervalos negados y de regresión lógica) que generan la distribución geográfica potencial de la especie; con las localidades restantes evalúa las posibles soluciones hasta alcanzar aquella óptima (Stockwell y Peters, 1999; Anderson *et. al.*, 2003). Las hipótesis finales son entonces proyectados en el espacio geográfico como mapas digitales.

El uso de modelos generados en GARP permite predecir la distribución geográfica de las especies, además de que añade valor al escaso muestreo que existe para algunas especies al incrementar la cobertura y resolución (Illoldi-Rangel y Escalante, 2008).

Antes de que una hipótesis de distribución fuera utilizada en el análisis, se sumaron los best subsets para generar un mapa consenso que elimine significativamente la sobrepredicción del modelo. Posteriormente se eliminaron las áreas predichas correspondientes a ausencias históricas utilizando la literatura (Hall, 1981; Reid, 1995; Ceballos y Oliva, 2005) así como la historia natural de cada especie y su vagilidad.

Patrones de riqueza, endemismo y delimitación de áreas

Para obtener las OGUS que serán consideradas como unidades de plantación, la PBY fue dividida en celdas utilizando una gradilla (Margules y Sarkar, 2009).

Las hipótesis de distribución se estandarizaron como mapas binarios (0-1) en formato raster. A partir de ello se obtuvieron los patrones de riqueza y endemismo de los mamíferos de la península así como la distribución de las especies que se encuentran en la lista roja de la IUCN ([www.iucn.org/es/recursos/lista roja/](http://www.iucn.org/es/recursos/lista_roja/)) que hasta la fecha es el sistema más usado y representativo para la clasificación de la vulnerabilidad de las especies (Vié *et al.*, 2009).

Con base en la gradilla y las coberturas Zonas de Vida de Holdridge y cambio de uso de suelo (<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landcover>), se realizó un análisis espacial entre los patrones de uso de suelo, los tipos de vegetación (Yañez, 2007) y la distribución de las áreas de conservación de la PBY con la que se definió una nueva cobertura A.

Al utilizar esta nueva cobertura A y los patrones de distribución de los mamíferos de la PBY se obtuvo una matriz de datos que contiene el número de especies por cada Unidad Geográfica Operacional (OGU) así como la composición para cada una de las áreas. Conocer la composición de cada OGU permite medir la similitud biogeográfica que contienen a través de la semejanza de los componentes bióticos (Murgia y Rojas, 2003). Es decir, entre mayor sea el porcentaje de especies en común que contienen dos áreas, mayor es su similitud biogeográfica (Murgia y Rojas, 2003).

Se obtuvo la composición de especies de mamíferos por cada una de estas OGUS y con base en ella se realizó un fenograma utilizando el paquete estadístico NTSYS y el índice de similitud de Jacard cuya fórmula es:

$$J = (a + b) / c$$

En donde a es el número de especies presentes en el área uno; b el número de especies presentes en el área dos y c el número de especies presentes en uno y en dos.

Análisis de complementariedad

Para priorizar las OGUS que se obtuvieron a partir de la cobertura A y su comparación con el fenograma, se utilizó el principio de complementariedad, el cual consiste en la elección de dos áreas o más que juntas contengan la mayor diversidad posible (Vane-Wright, 1991). El primero debe poseer el mayor número de especies y el segundo el mayor número de especies diferentes y así progresivamente se adicionan áreas bajo este principio. Este análisis permite identificar la diversidad biológica máxima en un número mínimo de áreas, lo que es un requisito fundamental para la conservación (Vane-Wright, 1991; Scott, 1997). Considerando la representatividad en la elección de áreas para la conservación se utilizaron los siguientes índices para evaluar las áreas seleccionadas:

Complemento residual

Para este criterio se utilizó el complemento residual con la finalidad de obtener el número de especies omitidas por área en relación a la riqueza total, por lo que la mayor diversidad biológica de un área específica es inversamente proporcional al valor de complementariedad residual (García-Marmolejo *et al.*, 2008). Para determinarla se obtuvo el valor de la diferencia entre la riqueza de especies analizadas y el número de especies presentes en un área (Álvarez Mondragón y Morrone, 2004).

Índice de complementariedad

El valor complementario de un par de áreas esta dado por las especies no compartidas entre ambas (Colwell y Coddington, 1994); se define como el valor de la diferencias respecto a la composición entre un par de áreas, así mismo, permite medir las especies compartidas entre dos áreas. (García-Marmolejo *et al.*, 2008). Para calcular la diferencia entre la composición de dos áreas se empleó el Índice de Complementariedad (IC) de Colwell y Coddington (1994):

$$IC = (A + B - 2J) / (A + B - J)$$

Donde A es el número de especies del área 1, B es el número de especies en el área 2 y J es el número de especies compartidas entre ambas áreas.

El valor de complementariedad 0 indica coincidencia total respecto a la composición de especies del par de áreas y 1 que la complementariedad es total, es decir, ninguna especie es compartida entre ambas áreas. El IC X 100 es el porcentaje de especies complementarias para cada par de áreas (Álvarez Mondragón y Morrone, 2004).

A partir de estos índices y la cobertura A se delimitaron todas las OGUS que pueden ser utilizadas en cualquier análisis de conservación futuro.

Porción complementaria acumulada

Adicionalmente se utilizó la porción complementaria acumulada para establecer el número mínimo de áreas requeridas que permiten representar el porcentaje total de las especies de mamíferos empleadas en el análisis. Se determinó a partir de la adición del porcentaje de especies adicionales; para ello se eligió el área con menor valor de complemento residual, luego el área que la complementa y así sucesivamente hasta tener el 100% de los taxones utilizados. (Álvarez Mondragón y Morrone, 2004; García-Marmolejo *et al.*, 2008).

Diversidad filogenética

La diversidad filogenética cuantifica las diferentes categorías taxonómicas representadas en un conjunto de especies y permite establecer prioridades entre grupos de especies que se evalúan, otorgando mayor importancia a los taxones con categorías superiores (García-Marmolejo *et al.*, 2008). Se obtiene de contar para cada área el número de órdenes, número de familias, número de géneros y total de especies. Además se calculó el porcentaje de estas categorías por cada OGU (Álvarez Mondragón y Morrone, 2004).

Índice de endemidad

Este índice se utilizó para establecer el número mínimo de áreas requeridas que permitan representar el porcentaje total de especies endémicas; para ello se eligió el área con mayor riqueza de especies endémicas, después el área que la complementa; el procedimiento termina cuando todas las especies endémicas son incluidas (Rebelo, 1994).

Posteriormente cada una de las áreas fue ordenada de acuerdo con su prioridad para conservación, con base en los criterios que se mencionan previamente (Complemento Residual, Porción Complementaria Acumulada, Índice de Complementariedad, Diversidad Filogenética e Índice de Endemidad).

RESULTADOS

Base de datos

Se recopilaron 12 352 registros de presencia correspondientes a las 122 especies de mamíferos que se distribuyen en la PBY correspondientes a 11 de órdenes, 30 familias y 90 géneros cuya distribución por orden se presenta en el Cuadro 1, Los tres órdenes más diversos son Chiroptera, Rodentia y Carnivora con 66, 18 y 18 especies respectivamente, el Orden Rodentia contiene el 50% de las especies endémicas con 4 taxones. Chiroptera y Rodentia cuentan con 7 300 y 2 194 registros que representan el 59.09 y el 17.76% respectivamente. Por otro parte, el Orden Perissodactyla es el menos representado con cerca del 1% de los registros totales.

El valor mínimo de registros fue de ocho localidades únicas correspondientes a *Mazama pandora*, una especie endémica a la provincia y el valor máximo fue de 591 datos para *Artibeus jamaicensis*.

Cuadro 1. Distribución de los registros de ocurrencia por orden de mamíferos presentes en la PBY

Orden	Familias	Géneros	Especies	% de especies	Número de registros	% de registros	Especies endémicas	% de especies endémicas
Didelphimorphia	3	6	7	5.73	707	5.72	0	0
Cingulata	1	1	1	0.81	85	0.68	0	0
Pilosa	1	2	2	1.63	92	0.74	0	0
Primates	1	2	2	1.63	128	1.03	0	0
Lagomorpha	1	1	1	0.81	194	1.57	0	0
Soricomorpha	1	1	1	0.81	56	0.45	1	12.5
Chiroptera	8	44	66	54.09	7300	59.09	1	12.5
Carnivora	5	15	18	14.75	1201	9.72	1	12.5
Perissodactyla	1	1	1	0.81	74	0.59	0	0
Artiodactyla	2	4	5	4.09	310	2.50	1	12.5
Rodentia	6	13	18	14.75	2194	17.76	4	50.0
TOTAL	30	90	122	100	12352	100	8	100

Patrones de distribución

Se obtuvieron 121 modelos potenciales de distribución de los mamíferos de la PBY desde México hasta Panamá. En el caso particular de la especie *Procyon pigmeus*, no se realizó ningún modelo potencial de distribución debido a que es una especie endémica a la Isla de Cozumel. El valor promedio de omisión fue de 5.58, el mínimo de 0 y el máximo de 17.14

Utilizando las hipótesis de distribución se obtuvieron los patrones de riqueza y endemismo de mamíferos de la península de Yucatán como se muestran en las Figuras 3 y 4 respectivamente; así como la distribución de las especies en riesgo de acuerdo con la lista roja de la IUCN (www.iucn.org/es/recursos/lista_roja/) que se muestra en la Figura. 5.

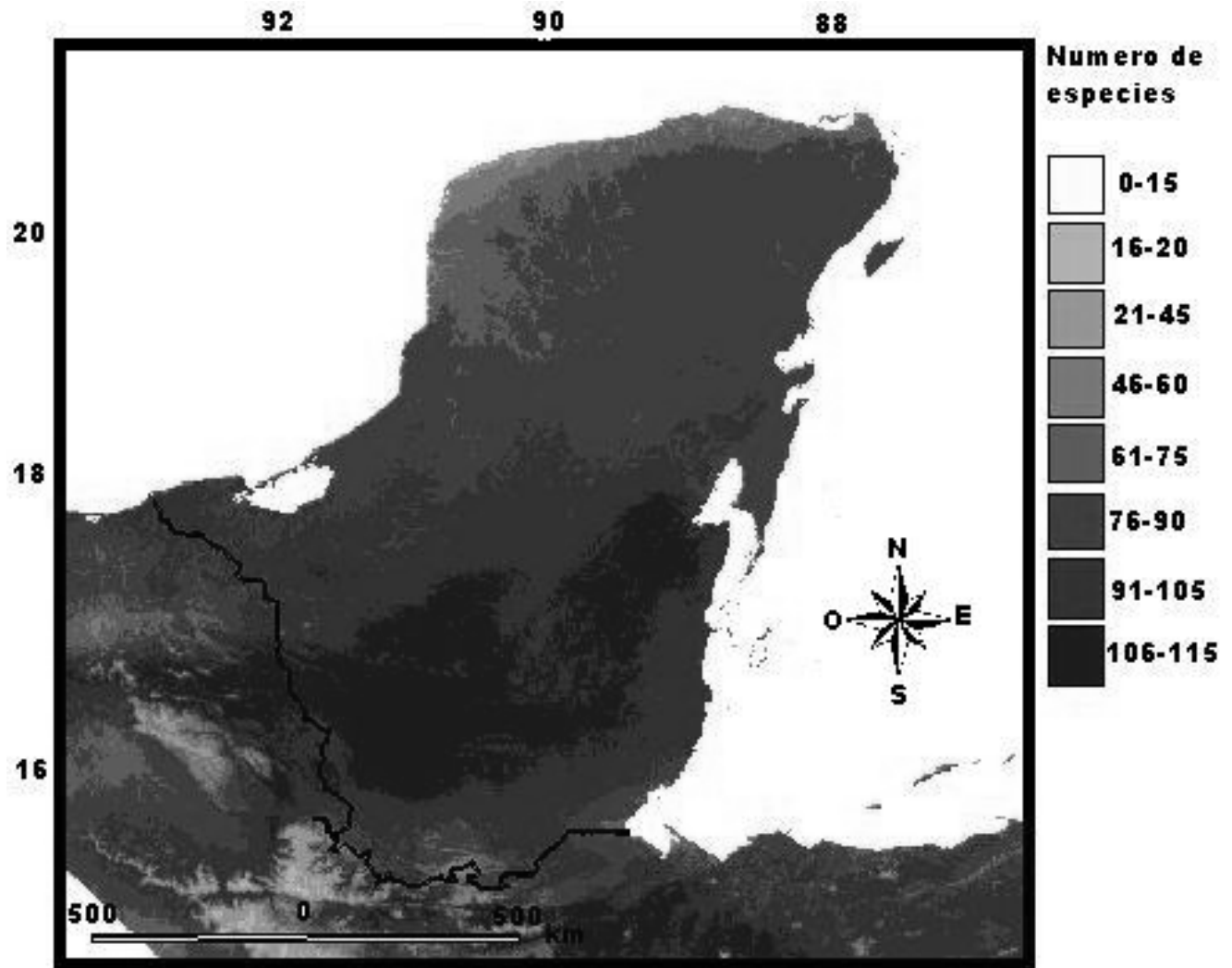


Figura 3. Patrones de riqueza de los mamíferos de la PBY. Nótese que el valor máximo de riqueza de mamíferos es de 115 especies. La línea negra indica el límite de la PBY.

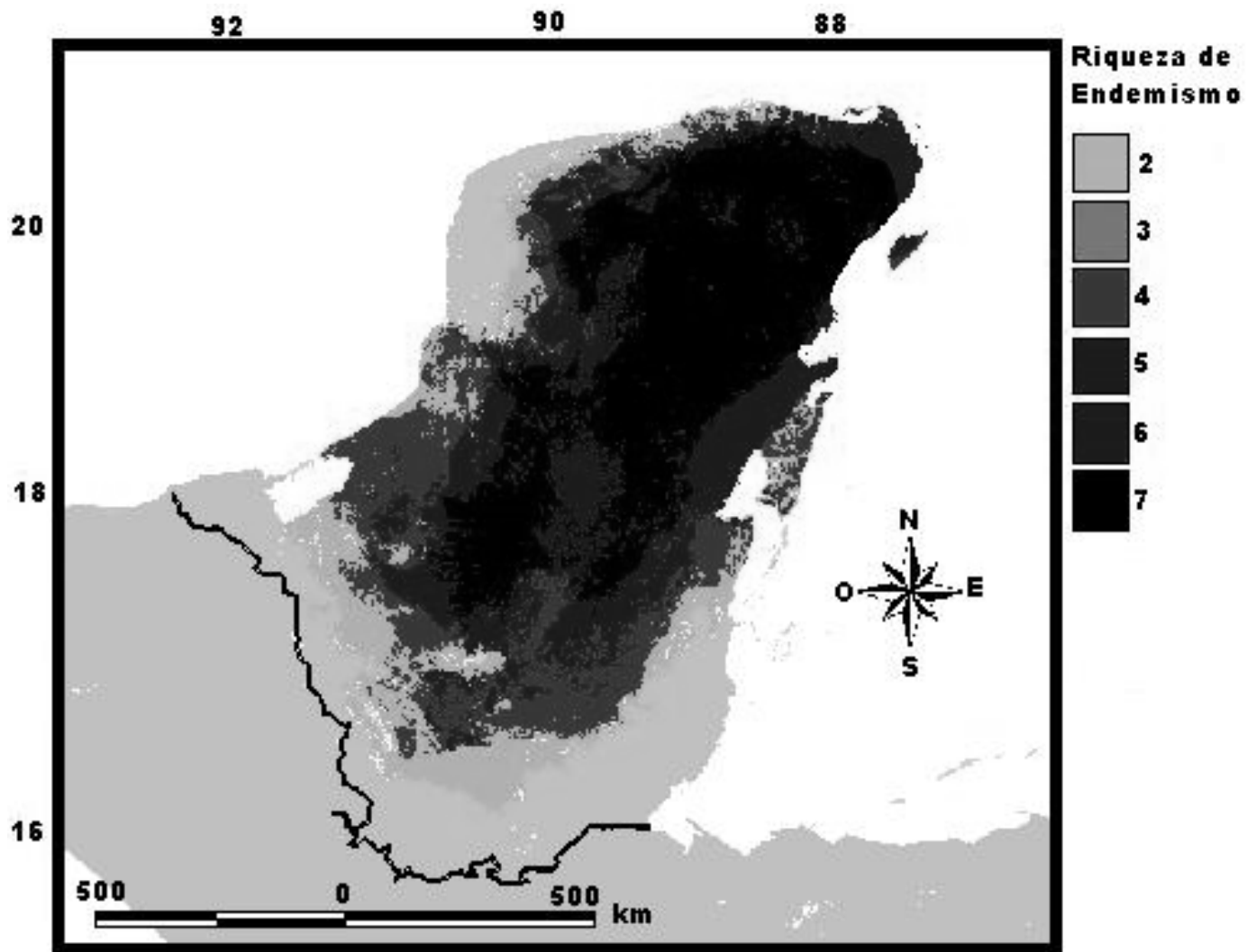


Figura 4. Patrones de endemismo de los mamíferos de la PBY. Nótese que el valor máximo de endemismo de mamíferos es de 7 especies. La línea negra indica el límite de la PBY.

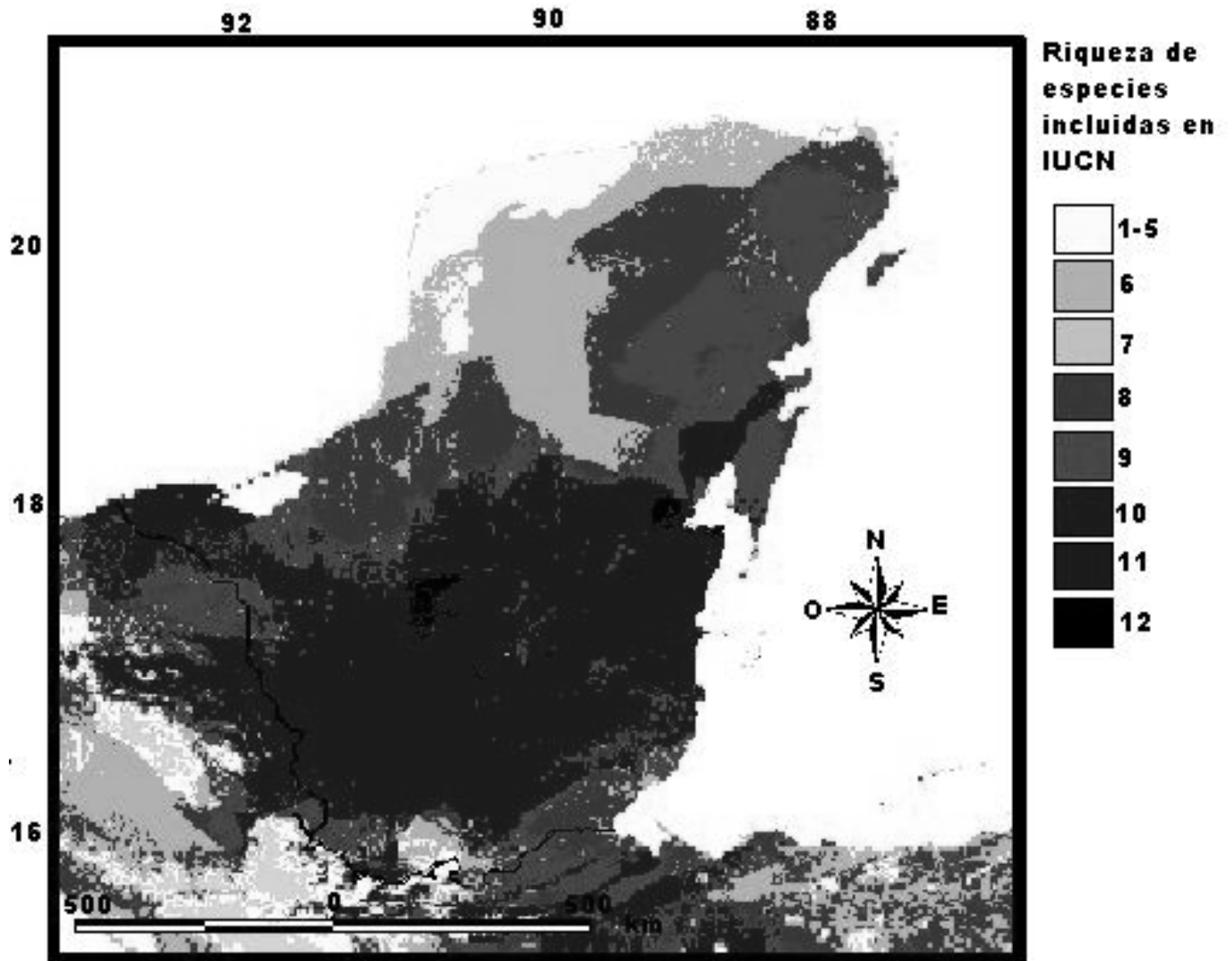


Figura 5. Patrones de distribución de los mamíferos de la PBY que se encuentran en la lista roja de la IUCN. Nótese que el valor máximo es de 12 especies. La línea negra indica el límite de la PBY.

Adicionalmente, a partir de la gradilla se obtuvo una cobertura de 636 celdas (figura 6) que son la representación geográfica del área total potencial para la conservación de la PBY que puede considerarse en cualquier esquema de planificación y manejo, ya que incluye solo vegetación natural y la superficie no considerada en los sistemas de áreas para la conservación ya establecidos. Lamentablemente, no existe una cobertura disponible de uso de suelo lo suficientemente actualizada y detallada que permita delimitar mejor estas áreas para la conservación.

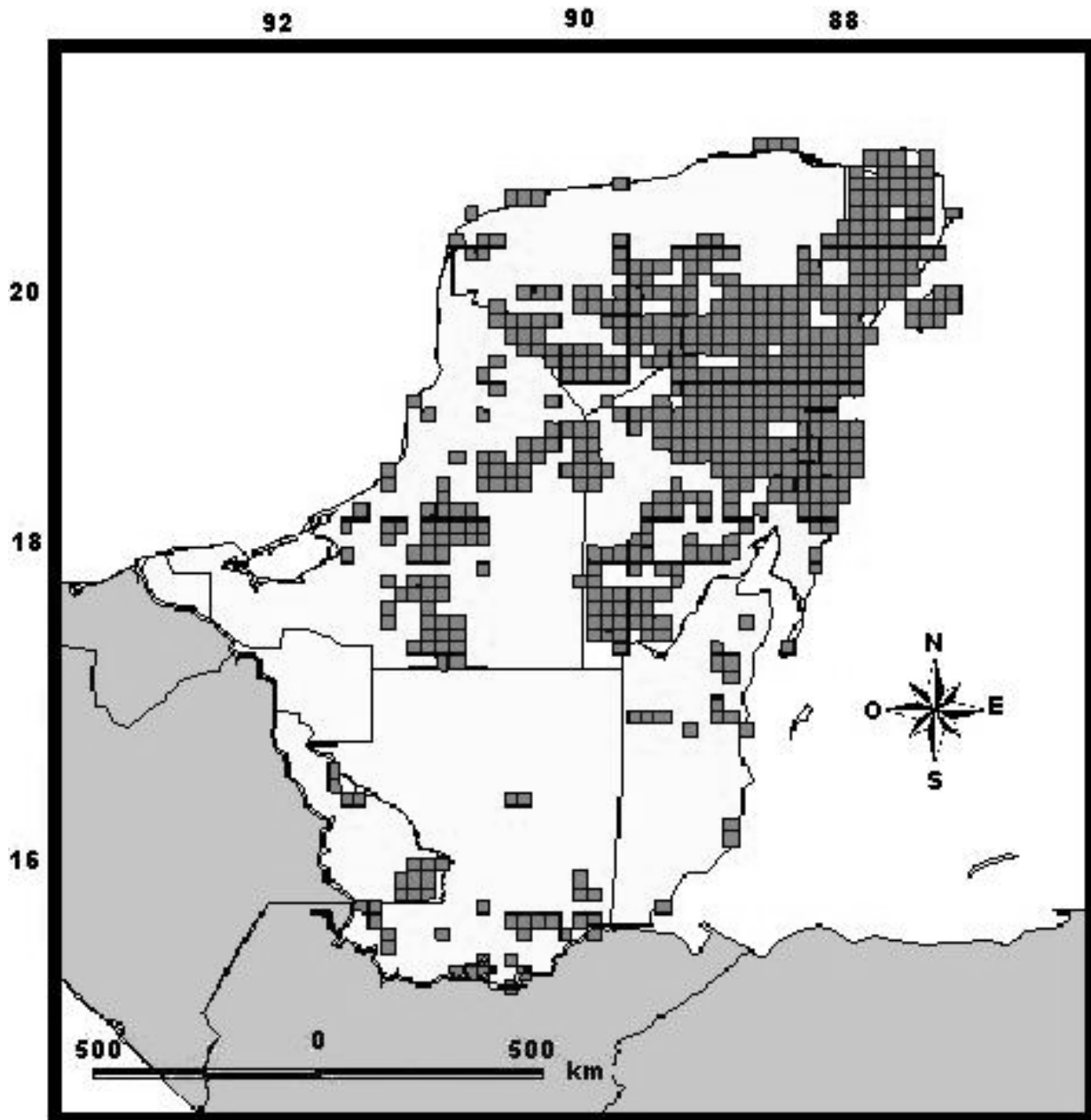


Figura 6. Mapa que muestra 636 celdas que no son consideradas dentro de algún programa de áreas para la conservación y que han sido poco afectadas por el cambio de uso de suelo en la PBY. La línea negra indica el límite de la PBY.

A partir de el fenograma y la distribución espacial de las áreas se obtuvieron 233 OGUS, éstas cumplen con las condiciones de conservación, además de contener la misma composición de especies de mamíferos; estas OGUS se muestran en la Figura 7.

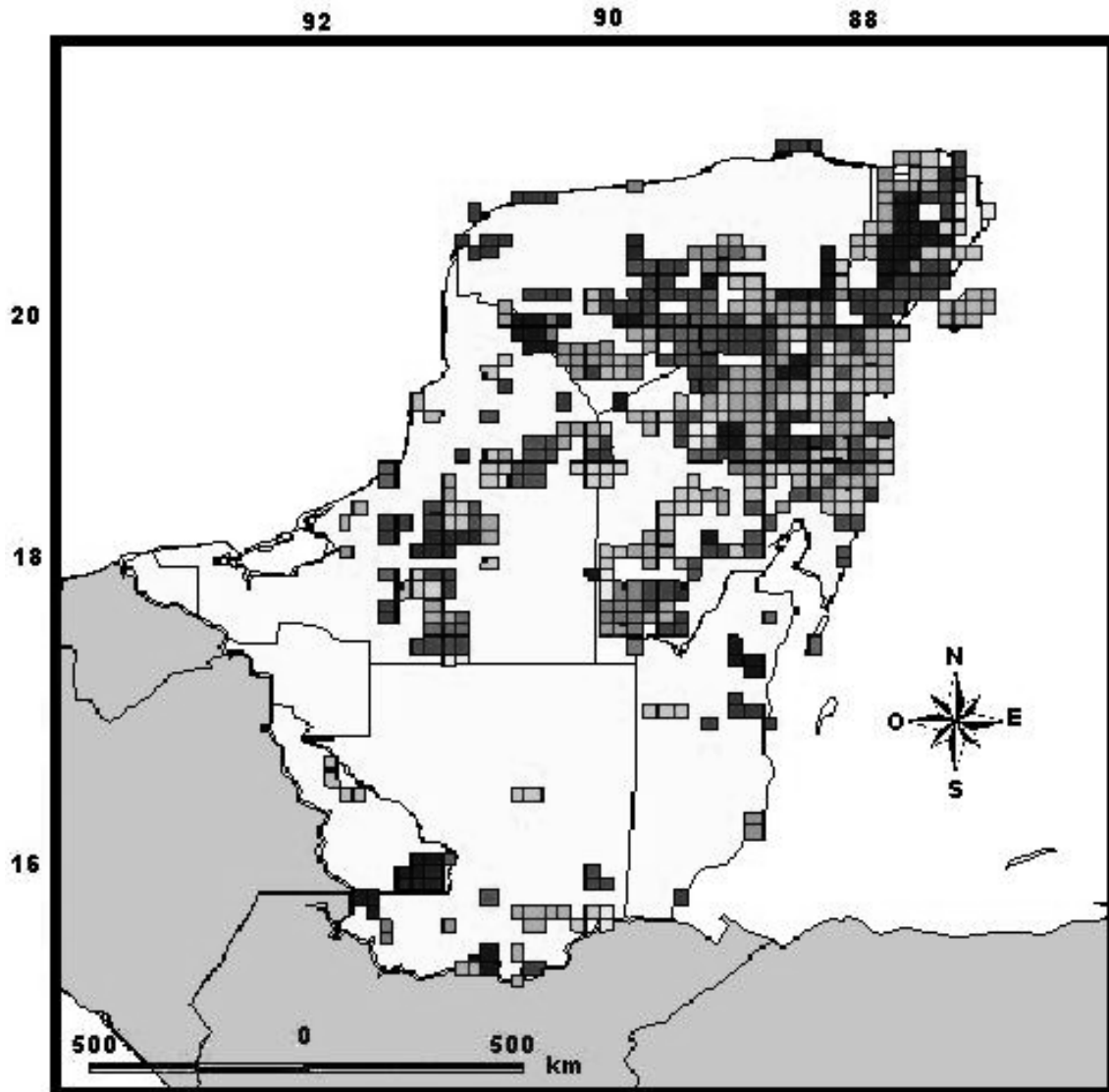


Figura 7. Mapa que muestra de las 636 celdas agrupadas por composición mastozoológica que no son consideradas dentro de algún programa de áreas para la conservación y que han sido poco afectadas por el cambio de uso de suelo en la PBY. La línea negra indica el límite de la PBY.

El Cuadro 2 muestra las 20 OGU'S con mayor riqueza de las áreas consideradas para la PBY La Figura 8 muestra su distribución en el área de estudio.

Cuadro 2. OGUS con mayor riqueza.

OGUS	Riqueza de especies	OGUS	Riqueza de Especies
14	115	17	112
16	114	24	112
15	113	230	111
60	113	233	111
64	112	25	111
222	112	59	111

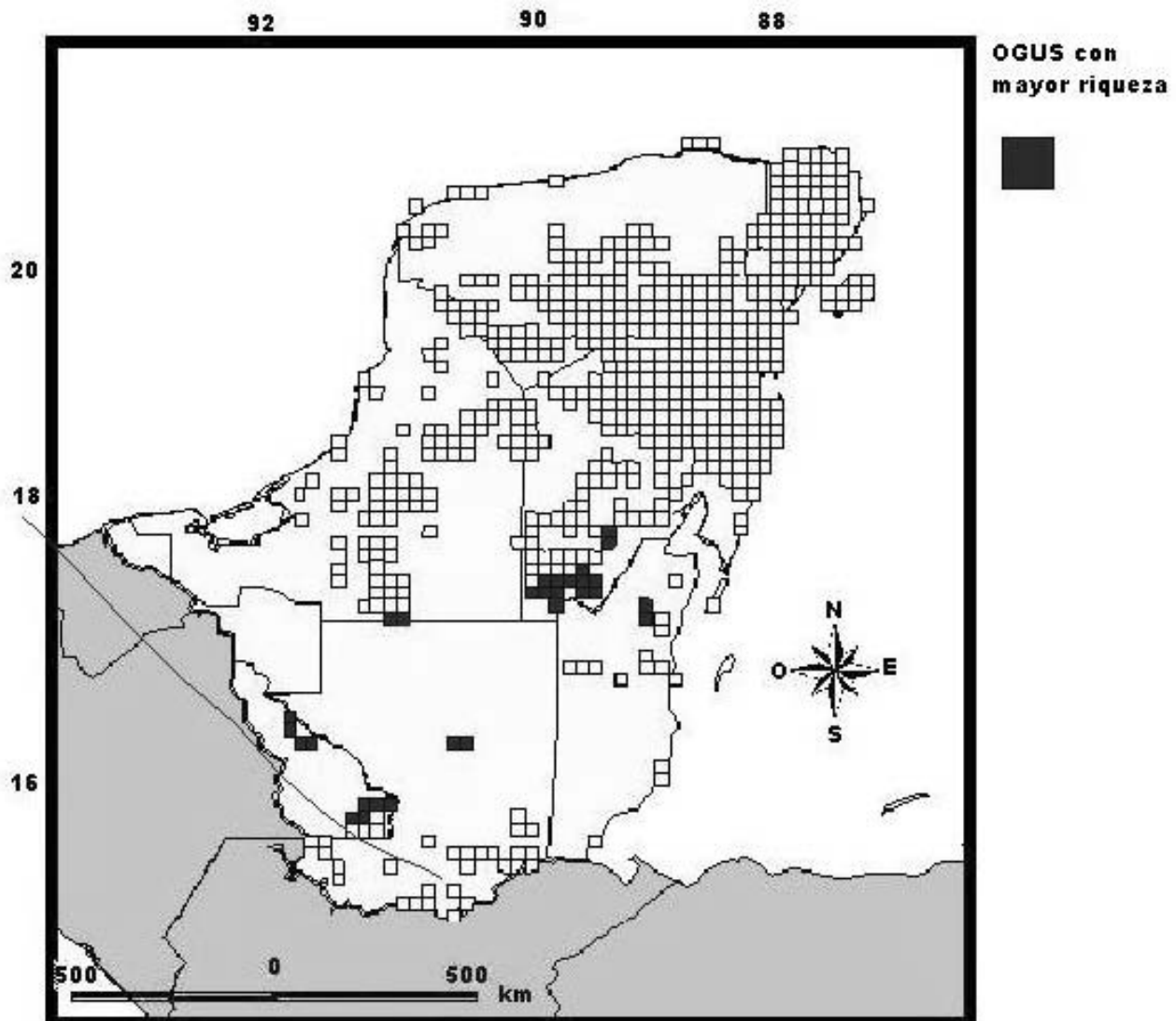


Figura 8. OGUS con mayor riqueza de mamíferos en la PBY.

El Cuadro 3 muestra las 30 OGUS con mayor riqueza de endemismo de un total de ocho especies que se distribuyen en la península y la Figura 9 muestra su distribución.

Cuadro 3. OGUS con mayor riqueza de endemismo.

OGUS	Riqueza de Endemismos	Riqueza de especies	OGUS	Riqueza de Endemismos	Riqueza de especies
60	7	113	67	7	110
59	7	111	57	7	109
64	7	111	61	7	108
62	7	110	63	7	108
65	7	110	68	7	107
66	7	110	210	7	107

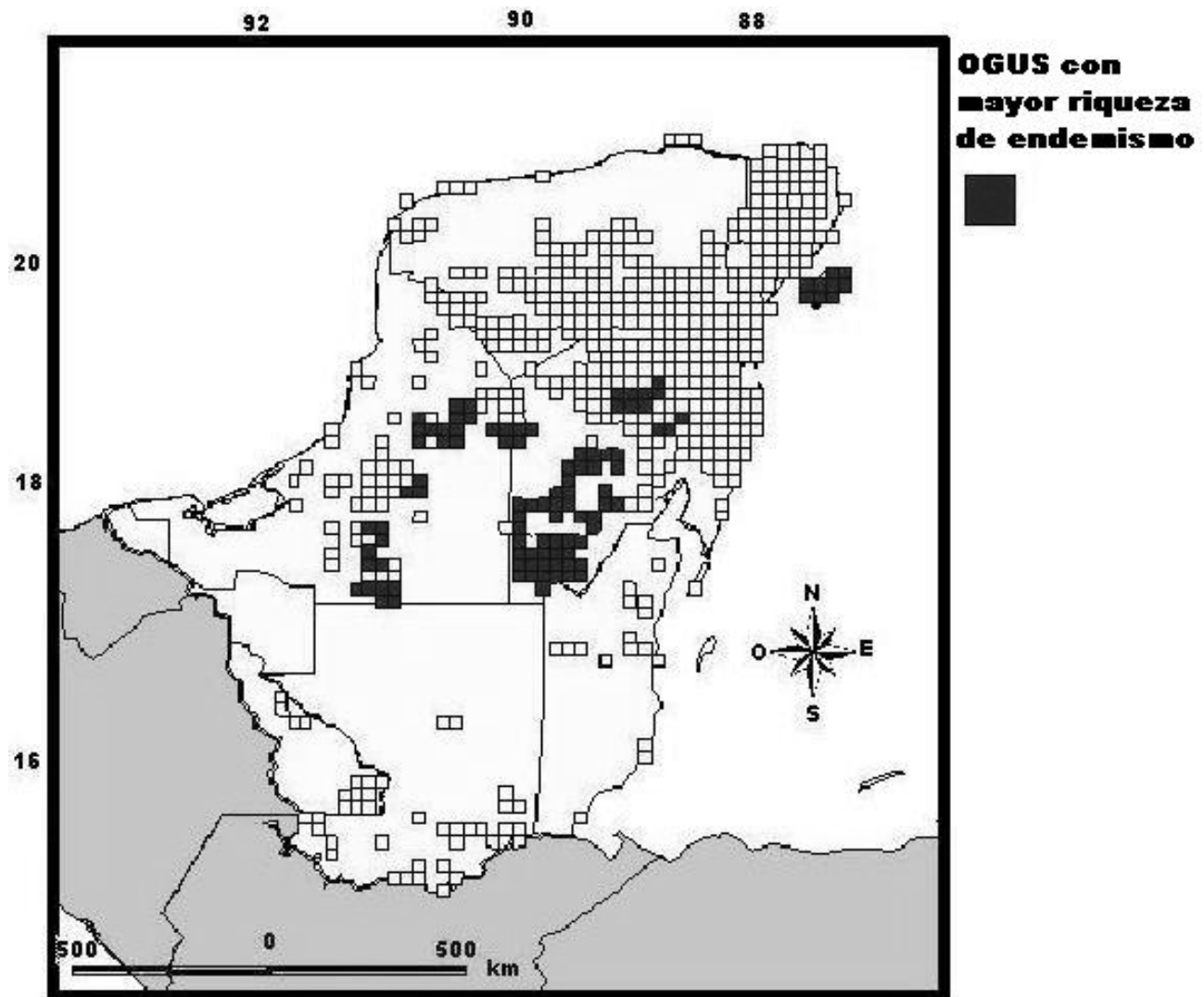


Figura 9. OGUS con mayor riqueza de mamíferos endémicas a la PBY.

Análisis de complementariedad

El Cuadro 5 simplifica los valores más pequeños resultantes de la diferencia en la riqueza de las OGUS y la riqueza total de área de estudio en orden creciente, es decir, el complemento residual. Para llevar a cabo este análisis se consideró 115 como complemento total, pues este es el número de especies máximo que se encuentra representado en un área. La Figura 10 muestra estas OGUS.

Cuadro 5. OGUS con menor complemento residual

OGUS	Complemento Residual	OGUS	Complemento Residual
14	0	17	3
16	1	24	3
15	2	222	3
60	2	25	4
17	3	59	4
24	3	64	4

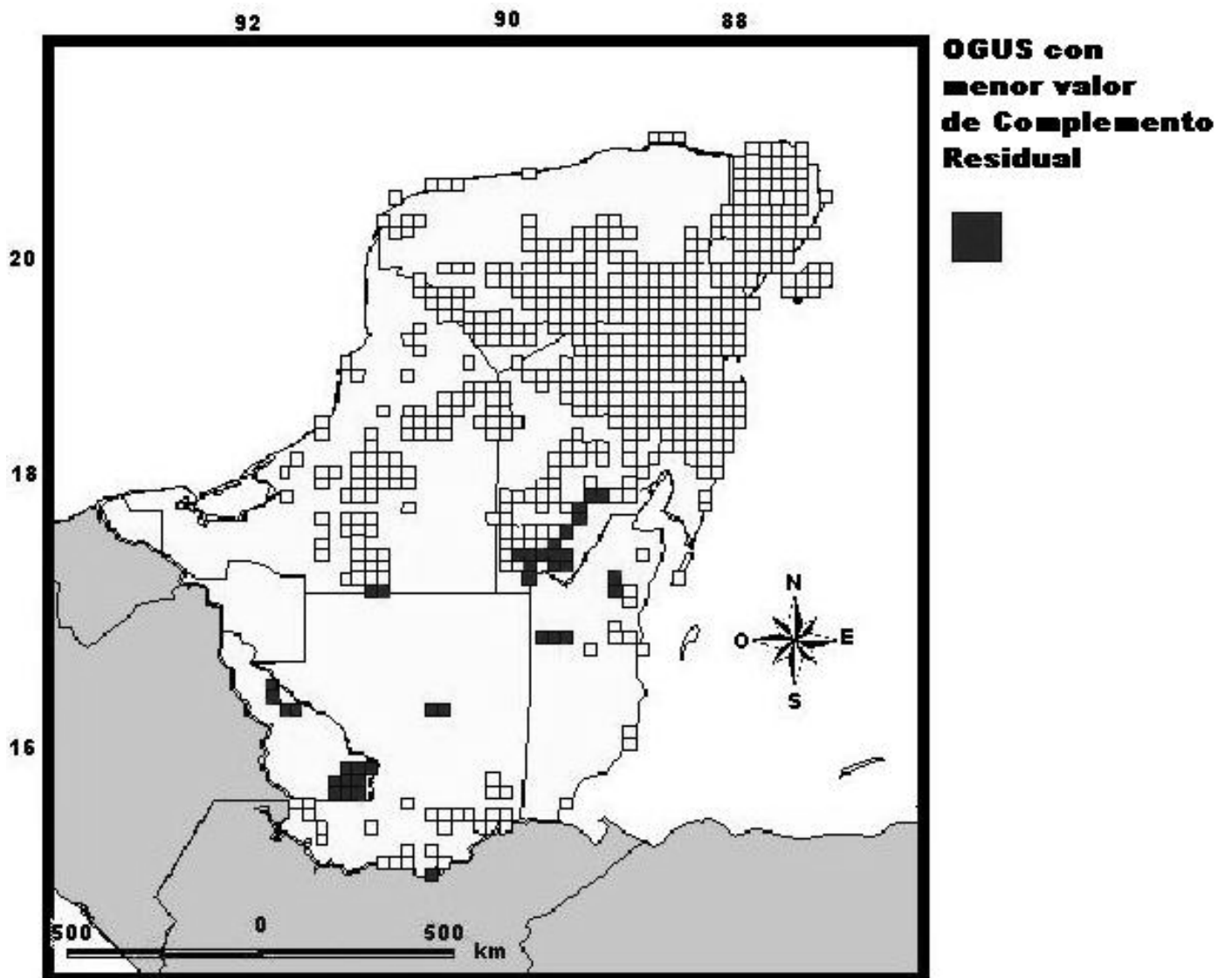


Figura 10. OGUS con el menor valor de Complemento residual en la PBY.

Porción Complementaria Acumulada:

El Cuadro 6 y la Figura 12 muestran los grupos de OGUS que incluyen el 100 por ciento de las especies de la península complementando la representación de las especies de la OGU 14.

Cuadro 6. OGUS resultantes de la Porción Complementaria Acumulada

OGU	Riqueza de especies	% de especies representadas	Riqueza de endemismo
215	92	75.40	5
212	90	73.77	7
211	90	73.77	7
206	83	68.03	7
194	82	67.21	7
193	84	68.85	7
191	83	68.03	7
190	84	68.85	7
189	83	68.03	7
182	86	70.49	7
101	80	65.57	7
100	79	64.75	5
98	83	68.03	7
97	87	71.31	7
96	88	72.13	7
93	82	67.21	7
92	83	68.03	7
91	89	72.95	7
90	86	70.49	7
88	86	70.49	7
75	84	68.85	7
76	84	68.85	7

77	84	68.85	7
78	83	68.03	7
94	83	68.03	7
189	83	68.03	7
57	106	86.88	7
58	102	83.60	7
53	101	82.78	7
51	99	81.14	7
52	99	81.14	7
214	96	78.68	7
47	94	77.04	5
74	94	77.04	7
103	91	74.59	7
116	90	73.77	7
203	89	72.95	7
117	89	72.95	7

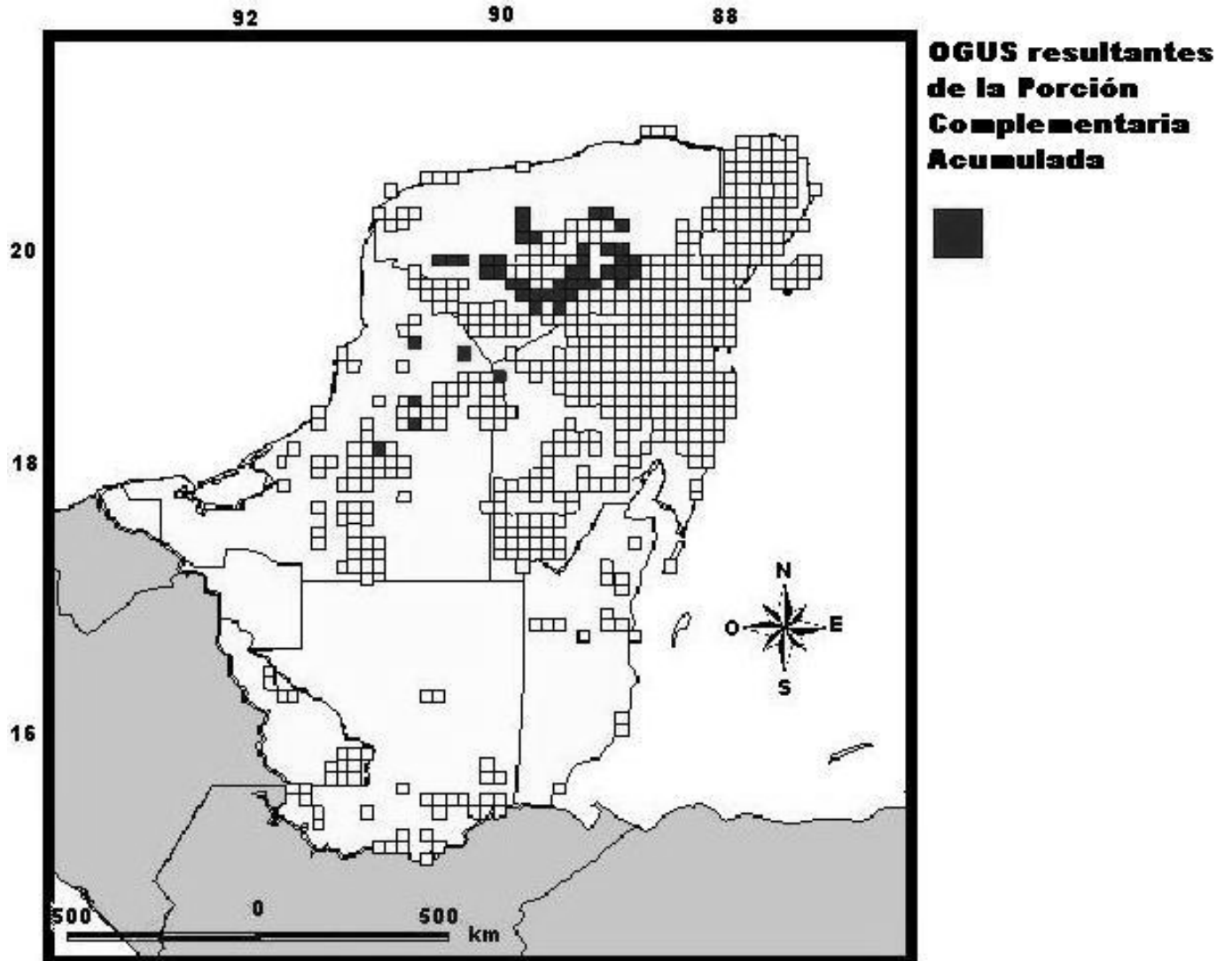


Figura 11. OGUS con el menor valor de Complemento residual en la PBY.

Índice de Endemicidad:

Este índice nos muestra que las OGUS que deben tener prioridad es la OGU número 60 debido a que contiene el mayor número de especies y el 100% de los endemismos de la PBY. Sin embargo, cualquiera de las áreas del cuadro 4 es suficiente para representar todas las especies endémicas continentales.

Cuadro 7. OGUS resultantes del índice de endemicidad.

OGUS	Riqueza de Endemismos	Riqueza de especies	OGUS	Riqueza de Endemismos	Riqueza de especies
60	7	113	67	7	110
59	7	111	57	7	109
64	7	111	61	7	108
62	7	110	63	7	108
65	7	110	68	7	107
66	7	110	210	7	107

Diversidad filogenética:

En el Cuadro 8 se encuentran las OGUS con mayor Diversidad Filogenética donde se aprecia el número de especies, géneros y familias.

Cuadro 8. OGUS con mayor Diversidad Filogenética.

OGUS	Numero de Ordenes	Número de Familias	Numero de géneros	Número de especies
14	10	29	86	115
16	10	29	85	114
2	11	30	88	113
3	10	29	87	113
4	10	29	87	113
5	10	29	87	113
15	10	29	86	113
7	10	29	86	113
60	10	29	84	113
6	10	28	86	113
8	10	29	86	112
11	11	30	86	112
12	11	30	86	112
17	10	28	85	112
24	10	29	84	112
222	10	29	85	112

Índice de Complementariedad

Este índice se consideró poco informativo para el análisis, por lo tanto no se hace mención alguna de él.

OGUS resultantes

A partir de los resultados del análisis de complementariedad se obtuvieron 12 OGUS que pueden ser consideradas dentro de cualquier esquema de conservación de acuerdo con los valores que se presentan en los cuadros de los análisis anteriores. La ubicación de las OGUS puede apreciarse en la Figura 11.

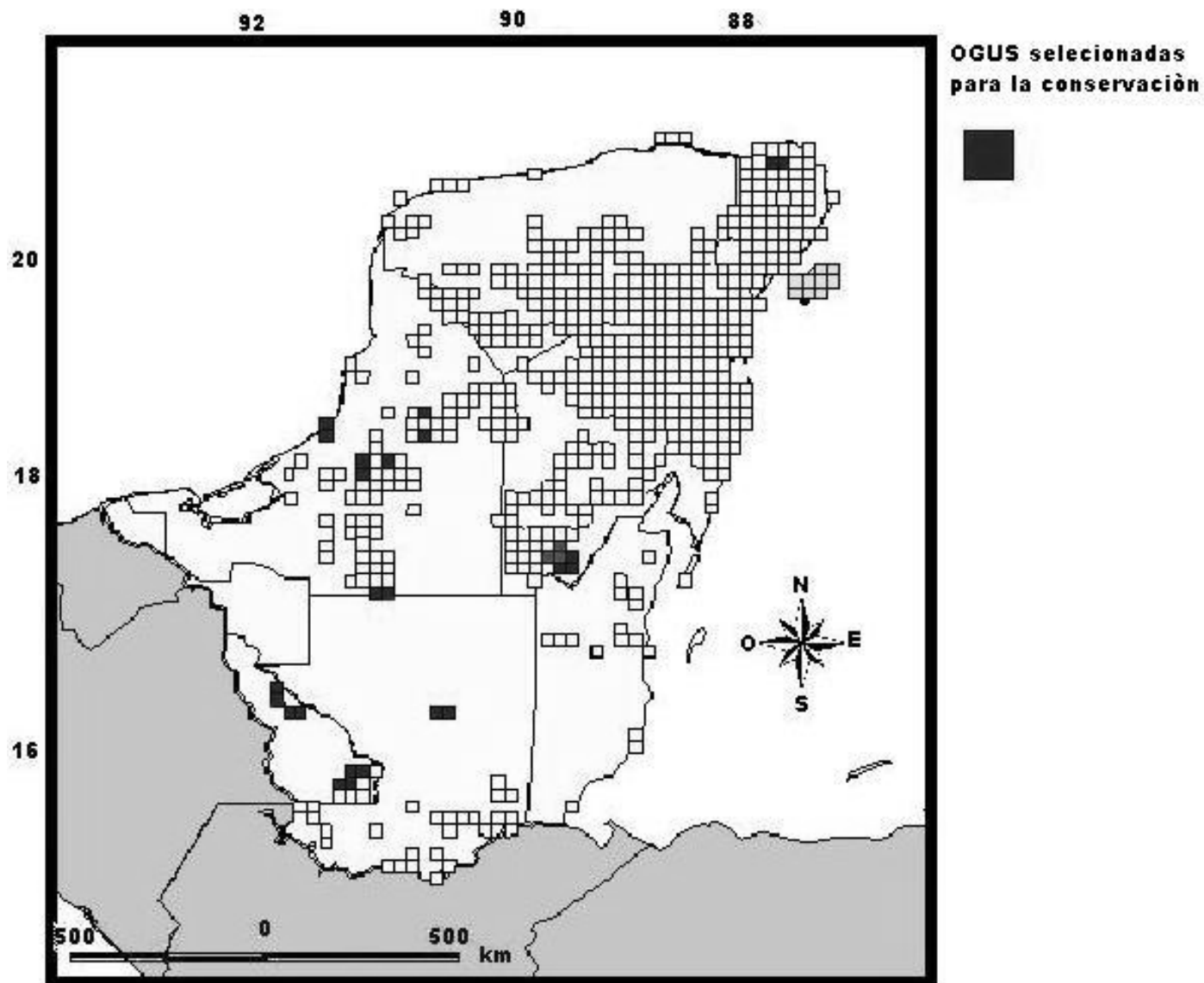


Figura 12. OGUS resultantes de el análisis de complementariedad.

DISCUSIONES

Base de datos

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el investigador al hacer este tipo de análisis es superar los sesgos que existen en la información básica sobre su distribución geográfica, ya que conocer sus áreas de distribución es fundamental para cualquier esquema de conservación (Koleff et al., 2009)

Respecto a la proporción de registros por orden, es imposible tener el mismo esfuerzo de recolecta para todas las zonas o especies como se muestra en el cuadro 1, debido a diversos factores; por ejemplo, orografía, objetivos de colecta, acceso al área de estudio, disponibilidad de acceso a la información de colecciones mastozoológicas que no se encuentran en línea, grupo de estudio, tipo de vegetación, abundancia de ejemplares, problemas económicos o de intereses. Y cuando existen no se especifican las zonas donde no hay éxito; asimismo la mayor parte de los registros de colecta coincide geográficamente con las redes de caminos o alrededor de asentamientos humanos (Salinas-Gutiérrez, 2010; Margules y Sarkar, 2009).

En la PBY, Belice ha sido poco muestreado debido a la falta de personal capacitado, los recursos económicos y la legislación necesaria para llevar a cabo esta tarea. En caso de que esta labor se realice, los registros no son de fácil acceso debido a que la información se mantiene de manera local, como es el caso de Guatemala.

México cuenta con mayor número de registros, sin embargo, la mayoría se concentran en ecosistemas específicos. Así mismo, el trabajo de recolecta se concentra en estados o departamentos concretos, como el Peten y Alta Verapaz en Guatemala o Yucatán en México.

En cuanto a los muestreos de ejemplares, son pocos los registros físicos de mamíferos medianos y grandes que se encuentran en base de datos en línea como *Chironectes minimus*, *Puma yaguarondi* o *Cyclopes didactylus*. Adicionalmente, las especies endémicas, raras y poco carismáticas como *Otonyctomys hatti*, *Diaemus youngi*, *Cryptotis mayesis*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Phyloderma stenops*, *Centronycteris centralis* y el género *Eumops* son poco estudiadas y sus registros escasos.

Modelos de nicho ecológico

Es pertinente indicar que la biología de la conservación ha crecido en las últimas décadas de forma notable, no sólo por el volumen de la información disponible en la actualidad (e.g., Williams *et al.* 2002, Navarro *et al.* 2003) y el desarrollo de algoritmos computacionales, sino también conceptualmente, de manera que dichas priorizaciones sean herramientas aplicables que contribuyan efectivamente a la conservación de la biota (Mace *et al.* 1998; Robinson 2006; Navarro Siguenza *et al.*, 2010)

Para planear la conservación, los estudios deben ser precisos al representar lo mejor posible las áreas y límites de distribución de las especies registradas (Margules y Sarkar, 2009). Existen diferentes parámetros que deben ser considerados para definir un área de distribución, como la unidad taxonómica y la escala geográfica (Salinas-Gutiérrez, 2010). Dado que los trabajos que consideran a la PBY en algún esquema de planeación se restringen a límites estatales, políticos (por ejemplo, Ceballos, 1999; García-Marmolejo *et al.*, 2008; March *et al.*, 2009) o a escalas más amplias como a nivel Mesoamericano (López y Jiménez, 2007; March *et al.*, 2009). Este es el primer análisis de planeación que considera a la PBY como una unidad de estudio definida.

Debido a que el programa GARP utiliza solo datos de presencia; los modelos no pueden predecir las ausencias dentro del área de estudio (Anderson *et al.*, 2003), por lo que la predicción puede incluir zonas de gran tamaño considerados como espacio de incidencia potencial, que en realidad corresponden a áreas con condiciones ambientales favorables para la especie pero que históricamente no mantiene poblaciones naturales (Margules y Sarkar, 2009). Por ello que es necesario eliminar estas áreas y calcular el porcentaje de registros conocidos de la especie que quedaron excluidos de la hipótesis de distribución resultante, contrastándolos con el total, es decir, el porcentaje de omisión. De acuerdo con los resultados presentados en el Cuadro 2, la omisión promedio fue de 5.58%; lo que indica, que de manera general, la calidad de los modelos obtenidos es bastante buena. La omisión máxima fue de 17.14%, a pesar de que este valor muestra que el modelo no tiene suficiente calidad; para los fines de este trabajo, y al no obtener un valor menor; fue preferible considerar esta hipótesis que excluir a la especie del resto del análisis.

Patrones de riqueza y endemismo

La ubicación de la PBY tiene un gradiente de humedad norte-sur, determinado por la cantidad de lluvia y estacionalidad de la misma, que da lugar a diferentes subtipos de climas y vegetación; estas condiciones determinan los patrones de riqueza y endemismo de la región (Goldman y Moore, 1946; Barrera, 1962; Duch, 1991; Espadas-Manrique, 2003; Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010). La mayor parte de la riqueza de especies de mamíferos se distribuye en la sur central de la PBY, como se muestra en la Figura 2, estos patrones coinciden con otros grupos de vertebrados, como por ejemplo, aves (Cortés, 2006), peces dulceacuícolas (Schmitter-Soto *et al.*, 2002), anfibios, reptiles (Campbell, 1999; Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010), e incluso con plantas vasculares (Espadas-Manrique, 2003).

La PBY es una de las áreas de mayor endemismo en Centroamérica (Peterson *et al.*, 1998) y se concentran en su parte noreste. Estos patrones son similares a los encontrados por Olgún (2010) y a otros grupos de estudio (Barrera, 1962; Schmitter-Soto *et al.*, 2002; Espadas-Manrique, 2003; Cortes, 2006). Escalante *et al.*, (2007) reconoce 12 especies de mamíferos endémicas para la PBY entre los que considera tres subespecies.

En cuanto a la riqueza de las especies de mamíferos incluidos en la lista roja de la IUCN, estas se concentran en la sur-central de la PBY, al igual que en los patrones de la riqueza; sin embargo, como el número de especies es pequeño, los patrones de riqueza de especies incluidas en la lista de la IUCN es más evidente que los patrones de riqueza general para la PBY.

Áreas para la conservación

La eliminación de los bosques en las latitudes tropicales ha ocasionado la erosión de los suelos, la sedimentación de redes fluviales, la perturbación de ciclos de nutrientes, empobreciendo la capacidad regenerativa de los bosques y suelos (Weischet y Caviedes, 1993)

La deforestación y el crecimiento de la frontera agropecuaria son considerados por prácticamente todos los países como el principal problema que enfrentan los sistemas de áreas naturales protegidas (Maza, 2003). Este problema se ha hecho patente en la PBY; Este caso es muy alarmante debido a la frágil naturaleza de sus suelos y su escasa capacidad de recuperarse (Sanchez y Rebollar, 1999); por lo que es indispensable considerar un esquema de cambio de uso de suelo en cualquier método de conservación (Maza, 2003).

En el caso de la PBY, la reciente pérdida de bosques ha sido concentrada en el departamento del Peten así como en las áreas cercanas a zonas urbanas y a las principales reservas de la biosfera. (Moales-Barbosa, 1995) Las causas de deforestación son muy variadas, incluyen el cambio de uso de suelo, la construcción de presas exploración del subsuelo, turismo, aprovechamientos inadecuados de los recursos forestales, aplicaciones de políticas inadecuadas y fenómenos meteorológicos como huracanes y ciclones (Santos, 1997; Toledo, 1992).

Es por ello que las 636 celdas simplifican las áreas que pueden ser consideradas dentro de cualquier esquema de conservación por su poco nivel de perturbación en comparación con el resto de la superficie de la PBY. Por si fuera poco, contienen superficie de casi todos los tipos de vegetación, suelos y climas de la PBY así como muestras significativas de las distintas comunidades bióticas que en ella se encuentran y que aún no están consideradas dentro de esquemas de manejo adecuadas y establecidas.

Análisis de complementariedad

El análisis global usando los mamíferos como un taxón representativo o emblemático, realizado por Ceballos y colaboradores en el 2005, mostró que la combinación de rareza, impactos antropogénicos y endemismo geopolítico ha puesto a una cuarta parte de los mamíferos terrestres y una fracción mayor de sus poblaciones en riesgo de extinción. Un análisis de complementariedad con una base de datos exhaustiva mostró que alrededor del 11% de la superficie del mundo debería estar dedicada de forma estratégica a conservar al menos el 10 % de las áreas de distribución de los mamíferos.

Comúnmente, en las propuestas de conservación, por ejemplo, Álvarez-Mondragón y Morrone (2004), Álvarez-Mondragón et al. (2004) Miranda (2006) y Torres y Luna (2006), quienes utilizan herramientas panbiogeográficas para identificar áreas complementarias a las ya existentes. Sin embargo, este tipo de análisis no incluyen a todas las especies del área de estudio ni a toda la superficie.

El uso de la gradilla, en toda el área, permite evitar la exclusión de áreas con poca riqueza pero con alto valor de complementariedad debido a su composición; por ejemplo, Ceballos (1999) utilizó una gradilla para evaluar la representatividad de los mamíferos en el sistema de áreas naturales en México y obtuvo la complementariedad de 30 reservas ya establecidas.

Es primordial que las áreas para la conservación se complementen entre sí en términos de los rasgos biológicos que contienen. Margules y Sarkar (2009) indican que cada área de conservación debe ser lo más diferente posible a otras, hasta que todas las especies estén adecuadamente representados en el sistema de áreas para la conservación.

Se deben examinar tres cuestiones importantes sobre la complementariedad. La primera, como se agrega cada área a un conjunto y en consecuencia como contribuyen las áreas restantes. La segunda, cuando el número de áreas es muy grande, 233 en este estudio, las posibilidades de combinaciones complementarias aumenta considerablemente el número de soluciones al problema.

Por último, las áreas que tengan mayor complementariedad, no necesariamente serán las que tengan mayor número de especies. Un área con alta riqueza tendrá un porcentaje de especies ampliamente distribuidas en toda el área de estudio; por lo que su complementariedad será menor que la de un área con poca riqueza pero con especies de distribuciones más restringidas (Margules y Sarkar, 2009).

Cabe mencionar que el objetivo de la complementariedad es la mayor representación en el menor número de áreas (Vane-Wright et al. 1991), por lo que aquella OGU con mayor número de especies será la primera en ser considerada, por lo tanto la riqueza es el parámetro más utilizado para la selección de áreas con fines de conservación (Escalante, 2003).

Es notable que en la Figura 11 de la porción complementaria acumulada coincide con el nodo 2 en Campeche, denominado Pixoyal (García-Marmolejo *et al.* 2008).

El área número 14 es la que tiene mayor riqueza de especies con un valor de 115 y su complemento residual es cero. Estos valores nos permiten comprobar lo que declaran Álvarez y Morrone (2004): la mayor diversidad biológica de un área específica es inversamente proporcional al valor del complemento residual; ya que este último es el valor de diferencia entre el número de especies analizadas y el número de especies presentes en el área.

El área número 14, por si misma contiene el 94.26% de las especies del área. Sin embargo, como lo muestra la porción complementaria acumulada en el Cuadro 6, cualquiera de las OGUS seleccionadas que complemente a la OGU 14 permitirá el 100% de representación. La región que complementa al 100 % la representación de especies se concentra en la parte norte-centro de la PBY.

En cuanto a la riqueza de endemismos, el área 60 es la que contiene siete de las ocho especies, mientras sustenta la mayor riqueza de las áreas seleccionadas con 113 especies. De nuevo, los resultados presentados en la Figura. 11 coinciden con los resultados obtenidos en el análisis de complementariedad utilizando nodos pambiogeográficos por Ceballos (1999) en la zona de Campeche.

La diversidad filogenética es una herramienta fundamental para la toma de decisiones ya que permite maximizar la cantidad genética protegida viable dentro de un esquema de conservación (Eguiarte et al. 1999; Vane- Wrigth, 1990)

Vane-Wrigth et al. (1991) menciona que con fines de conservación, todas las especies son consideradas equivalentes o como unidades iguales cuando no lo son. Es cierto que la prioridad al tomar decisiones sobre la conservación, deben ser enfocada a las especies amenazadas, endémicas, raras, de distribución restringida, sensibles, o exclusivas a un hábitat, pero sería necesario tener criterios específicos y precisos de cómo cuantificar la distinción entre los taxones para ordenar prioridades entre ellos (Vane- Wrigth, 1990)

Por otro lado, suena razonable dar prioridad a la forma filogenéticamente distinta; es decir, se le puede dar una valor diferencial a los taxa en función de su rareza filogenética (Eguiarte et al. 1999), sin embargo, no debe utilizarse solo la diversidad filogenética para priorizar, ya que la conservación podría enfocarse en fósiles vivientes, relictos o taxa endémicos en lugar de conservar linajes evolutivos vigorosos y exitosos, en los que actualmente estén actuando procesos de adaptación, especiación y radiación.

Cabe mencionar que por sí solos los cambios taxonómicos pueden modificar cualitativa y/o cuantitativamente los inventarios y afectar o cambiar sustancialmente las estrategias de aprovechamiento, manejo y conservación. Godínez et al (2011) registran, solo para el estado de Jalisco, 56 cambios taxonómicos que no modifican notablemente la riqueza de especies (1.2 a 3.5%), a pesar de ello, la composición se ve gravemente afectada (21.7 a 31%).

Las diferencias temporales de las fuentes de información, la interpretación de los datos, la permanencia de los registros históricos, los cambios taxonómicos y los nuevos descubrimientos de taxa afectan directamente las estrategias de conservación a nivel regional, continental y global (Godínez et al., 2011).

Por último, el índice de complementariedad calcula las combinaciones posibles de OGUS que contienen el 100 % de la representatividad de especies, pero el número de combinaciones posibles es tan grande que no puede ser representado en una Figura o en un Cuadro, y no es práctica su elaboración. En otros estudios en los que este índice ha sido utilizado Miranda (2006) y Álvarez-Mondragón et al. (2004), es sumamente informativo debido a que las áreas que se consideran, tienen un número muy limitado por haber sido definidas con un análisis pambiogeográfico.

Al considerar otros esquemas de manejo de la biodiversidad, en Mesoamérica se ha dado un amplio programa para impulsar una conectividad ecológica regional a través de corredores biológicos, como el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM; March *et al.*, 2009) o los corredores de planes estatales. El plan de manejo del CBM promueve distintos usos de suelo que facilitan el flujo de especies de flora y fauna a diversas escalas entre los distintos sistemas de áreas naturales protegidas (García, 1996). Dicha propuesta coincide con las determinadas en este trabajo en algunas zonas de la costa norte de Yucatán, noroeste y centro de Quintana Roo y algunas zonas del centro de Belice (López y Jiménez, 2007).

Para concluir, la estrategia básica para la conservación de la biodiversidad ha sido tratar de proteger legalmente a las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo y el establecimiento de áreas naturales protegidas como parques nacionales, reservas de la biosfera, santuarios y refugios de vida silvestre (Ceballos *et al.*, 2005). El papel de los sistemas de áreas para la conservación es el de incorporar una muestra de la diversidad biológica, proteger esta muestra de procesos que representan una amenaza y mantenerla en el futuro (Margules y Sarkar, 2009). Con una gestión apropiada, una buena red de sistema de ANP constituye tal vez el punto máximo de los esfuerzos por la conservación de la naturaleza, garantizando que los ecosistemas más importantes y las poblaciones silvestres más valiosas estén contenidos dentro de ellas (Maza, 2003).

La Figura 12 resume el resultado de los análisis considerados de los cuales se obtuvieron 12 áreas que pueden ser consideradas en la red de ANP establecidas en la PBY. Estas áreas han sido poco perturbadas, no se encuentran consideradas en algún esquema de manejo y coinciden con propuestas de corredores biológicos. Por si fuera poco, consideran los patrones de distribución, riqueza y endemismo, además de que contienen la totalidad de las especies de la PBY. Dicho de otro modo, complementan las ANP establecidas.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Perera, A. y Aguilar-Dávila, W. 1993. Banco Chinchorro: Arrecife Coralino del Caribe, p. 807-816. *En* S. I. Salazar-Vallejo y N. E. Gonzales (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO. México.

Alcerreca A. C., R. Robles de B, I Pereira L. y D. Antoche. 2009. Mamíferos de la península de Yucatán, guía completa. La editorial del mundo maya. Merida, Yucatán, México.

Álvarez T. 1982. Restos de mamíferos recientes y pleistocénicos procedentes de las grutas de Loltun, Yucatán. *en:* Alvarez T. y O. J. Polanco. Restos de moluscos y mamíferos cuaternarios procedente de Loltun, Yucatán. Mexico

Álvarez T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de Mexico. *en:* el escenario geográfico. Recursos naturales

Álvarez-Mondragón, E., y Morrone, J. J. 2004. Propuesta de Áreas para la Conservación de Aves de México, empleando herramientas Pambiogeográficas e índices de Complementariedad. *Interciencia.* 29(3): 112-120.

Anderson R. P., D. Lew y Peterson T. A. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling.* 162: 211-232.

Arita, H. T. y P. Rodriguez. 2002. Geographic range, turnover rate, and the scaling of species diversity. *Ecography,* 25: 541-550.

Balford. A. .2002. Selecting sites for conservation, p. 74-104, *En:* Norris K. y D. J. Pain (eds.). Conserving bird biodiversity. General principles and their application. Cambridge University. Cambridge, E.U.A.

Barrera, A. 1962. La Península de Yucatán como Provincia Biótica. *Rev. de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* 23: 71-105.

Campbell J. 1999. Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. Volume 4: In the Animal Natural History Series. University of Oklahoma, Oklahoma, E.U.A.

Castro E. F., y León B. F. 2011. Informe Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala. Consejo Nacional de Áreas protegidas. Guatemala. Pp. XXX

Ceballos G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. *Rev. Biodiversitas* 27: 2-8.

Ceballos G., J. A. Cabrales, R. A. Medellín, L. Medrano y G. Olivia. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos en México. p. 21-49, *En:* Ceballos G. y Olivia G. (ed.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura económica. México.

Ceballos G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. p. 167-198 *En:* Mares M. A. y Schmidly D. J. (ed.). Topics in Latin American Mammalogy: History, Biodiversity, and Education. University of Oklahoma. Oklahoma. EUA.

Chiappy C. y L. Gama. 2004. Análisis de fragmentación de geocomplejos de la península de Yucatán. *Universidad y Ciencia. Número especial:* 17-25.

Colwell R, y J. Coddington 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society.* 345: 110-118.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 1998a. State of the Environment and Natural Resources in Central América. San José, Costa Rica.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 1998b. Programa Estratégico del Corredor Biológico Mesoamericano. *Micronoticias de Integración Ambiental.* Guatemala

Cortes R. G. 2006. Patrones de distribución de la avifauna de la Península de Yucatán. Tesis de Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. México.

Contreras-Arias, A. 1958. Bosquejo Climatológico. p: 96-125, *En:* Beltrán, E. (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.

Daltabuit M. G, L. M Vázquez, H. Cisneros y G. A. Ruíz. 2006. El turismo costero en la ecoregión del sistema arrecifal mesoamericano. Universidad nacional Autónoma de México. Centro regional de investigaciones multidisciplinarias. Cuernavaca, Morelos, México.

Diamond, J. M. 1975. The islan dilema: lessons of modern biogeographic studies for the desing of natural resrves. Biologycal Conservaion.

Duch, G. J. 1991. Fisiografía del estado de Yucatán. Su relación con la agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Escalante E. T. 2003. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleado criterios biogeográficos. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica 74: 211-237

Escalante T, C. Szumik y J. J. Morrone. 2007. Áreas de endemismo de los mamíferos de México: Reanálisis y comparación de estudios previos. VII Reunión Argentina de Cladpistica y Bigeografía.

Escobar-Nava, A. 1986. Geografía General del Estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Mérida, México.

Espadas-Manrique, C., R. Durán y J. Argáez. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemicity. Diversity and Distributions.

ESRI. 1999. ArcView versión 3.2 GIS, Inc. Nueva York.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México. Una sinapsis. p. 3-108, *en:* **Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa** (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. UNAM. Instituto de Biología. México.

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

Goldman, E. A. y R. T. Moore. 1946. The biotic provinces of México. *Journal of Mammals*. 4: 347-360.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons. Vols. I y II. New York, 1175 p.

Hernández-Barrios J. C. y A. García Fuentes. 2002. Análisis de impacto de la ganadería bovina sobre el medio ambiente de la Península de Yucatán, a través de un Sistema de Información Geográfica. p: 263-276, *en*: INEGI (ed.). México en su unidad territorial. *Tomo I*. INEGI. México.

Herrera y Finegan, 2005. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad. Experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. *Recursos naturales y Ambiente*. 54: 4-13

Howell, S. N. G. 1989. Additional information on the birds of the Campeche Bank. México. *The Journal of Field Ornithology*. 60: 504-309.

Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor, R. Durán y J. Meave. 2002. Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 29: 17-29.

Illoldi-Rangel, P. y T. Escalante. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía*. 3:7-12.

Iturralde-Vinent. 2006. El Origen paleogeográfico de la Biota de Guatemala *en*: E. B. Cano (ed.). Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala

Knox Jones, H. Genoways y J. Smith. 1974. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatán Peninsula, Mexico. III. Marsupialia, Insectivora, Primates, Edentata, Lagomorpha. Copyright 1974, Texas Tech University Museum.

Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la

conservación de la biodiversidad de México, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 651-718.

Lara, O. F. 1992. Diversidad Biológica: estado actual y perspectivas en Guatemala. p. 273-282. La Diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Instituto de ecología. México.

López Alexander y Alicia Jiménez. 2007. Latin american Assessment. Environmental conflicto and cooperation: the mesoamerican biological corridor as a mechanism for transborder envoromental coperation. Centro mesoamericano de desarrollo sosteible el trópico seco. Universidad nacional de Costa Rica.

March, I. J. 2009. Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México.

Margules, C. R., y R. L. Pressey and P. H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biociences*. 27: 309-326

Margules, C., y S. Sarkar. 2009. Planeación Sistemática de la Conservación. (Trad. V. Sánchez-Cordero y F. Figueroa). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. (Original del inglés, 2007)

Maza, 2003. Estado actual de las áreas naturales de América Latina y el Caribe.

Miranda, F. 1958a. Rasgos Fisiográficos (De interés para estudios biológicos). p. 161-173, *en*: Beltrán, E. (ed.). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.

Miranda, F. 1958b. Vegetación. p: 221-251. *en*: Beltrán, E. (ed.). Los recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.

Mittermeier, R. A., P. Robles y C. Goettsch. 1997. Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, México.

Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de biodiversidad*

Murgia M. y F. Rojas. 2003. Biogeografía cuantitativa. p. 39-47. *en:* Llorente B. J. y J. J. Morone (eds.) Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las prensas en Ciencias. Universidad Autónoma de México. México.

Navarro-Sigüenza A. G., Andrés Lira-Noriega, M. del Coro Arizmendi, H. Berlanga, Patricia Koleff, Jaime García-Moreno, A. Townsend Peterson. 2010. Áreas de conservación para las aves: hacia la integración de criterios de priorización. Planeación para la conservación de la >Biodiversidad terrestre de México. México.

Olguín M. C H. 2010. Patrones biogeográficos de la mastofauna en los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica. Tesis de Posgrado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Ortiz-Pérez M. A., C. Slebe y S. Cram . 2007. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco p. 225-239 *en:* Bueno J., F. Alvarez y S. Santiago (ed.) Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología UNAM y CONABIO. México.

Perry, E., L. Marin, J. McClain y G. Velázquez. 1995. Ring of cenotes (sinkholes), northwest Yucatan, Mexico: Its hydrogeologic characteristics and posible association with the Chicxulub impact crater. *Geology*, 23: 17-20.

Pressey, R.L., C.J. Humprey, C.J. Margules, C.R. Vane-Wright y P. H. Williams. 1993. Beyond opportunism: key for principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8:124-128.

Peterson A. T.; J. Soberon; R. G. Peterson; R. P. Anderson; E. Martinez-Meyer; M. Nakamura y M. B. Arsaújo. 2009. Ecological Niches and Geographic Distributions: A Modeling Perspective.

Pozo y Llorente. 2003. La teoría del Equilibrio Insular en Biogeografía y Bioconservación p. 95-106. *en:* Llorente B. J. y J. J. Morone (eds.) Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las prensas en Ciencias. Universidad Autónoma de México. México.

Rebelo, A. G. 1994. Iterativa selection procedures: Centres of endemism and optimal placement of reserves. *Sterlizia*, 1: 231-257.

Reid, F. A. 1997. A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. New York, 334 p.

Robles de Benito R. 2009. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre y el Corredor Biológico mesoamericano México. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Acciones Numero 2

Robles-Ramos, R. 1958. Geología y Geohidrología. Pp: 52-82, *en:* Beltrán, E. (ed.). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMRNR. México.

Rodrigues, A. y K. Gaston. 2002. Optimisation in reserve selection procedures – why not? *Biological Conservation*,107:123-129

Ryan, R. M. 1963. The biotic provinces of Central America. *Rev. Acta Zoológica Mexicana*. 6: 1-55.

Salinas G. J. L. 2010. Biogeografía de las mariposas (Rhopalocera: Papilionoidea) de la selva maya de México, Guatemala y Belice. Tesis de doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. ECOSUR; El Colegio de la Frontera Sur México

Sánchez J. A. y E. Barba. 2007. Biodiversidad de Tabasco. P. 1-16. *en:* Bueno J., F. Álvarez y S. Santiago (eds.) Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología UNAM y CONABIO. México.

Sánchez Aguilar R. L. y S. Rebollar Domínguez. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. Madera y Bosques. Jalapa, México.

Schmitter, J. J. 1998. Ictogeografía histórica de las aguas interiores de la Península de Yucatán: con énfasis sobre la distribución de peces continentales en Quintana Roo. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM

Schmitter-Soto J.J., E. Escobar-Briones, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elías-Gutiérrez, L.E. Marín. Los cenotes de la península de Yucatán. 2002, *en*: G. de La Lanza y J.L. García Calderón (comps.), Lagos y presas de México, México. Schuster J. C. 2006. Passalidae (Coleoptera) de Mesoamérica: Diversidad y Biogeografía p. 379-392. *en*: Cano E. B. (ed.) Biodiversidad de Guatemala. Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.

Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield et al. 1993. Gap Analysis: A geographic approach to the protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* **123** : 3-41.

Scott J. M. 1997. Gap Analysis for biodiversity survey and maintenance. p: 321-340, *en*: M. L. Reaka-Kudla, D: E. Wilson y E. O. Wilson (ed.). Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. Washington, D. C.

Semarnat. 2002. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [www. Semarnat.gob.mx](http://www.Semarnat.gob.mx)

Stockwell, D. y D. Peters. 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, 13:143-158.

Torres-Colín R. Duno R. y Can L. L. 2009. El género *Bauhinia* (Fabaceae, Caesalpinioideae, Cercideae) en la península de Yucatán (México, Belice y Guatemala). *Rev. Mexicana de Biodiversidad*. **80**: 293-301

Torres Miranda Andres e Isolda Luna Vega. 2006. Análisis de trazos para establecer áreas de conservación en la faja volcánica Transmexicana. Ciudad de México.

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

Weischet, W. y C. Caviedes 1993. The Persisting Ecological Constraints of Tropical Agriculture. New York, Longman Scientific and Technical, y John Wiley and Sons.

Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N. (eds.). 2009. Wildlife in a Changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland: IUCN.

Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. CONABIO; Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México.

Wilson, D. E. and Reeder, D. M. 2005. *Mammal Species of the World: A taxonomic and geographic reference.* The Johns Hopkins University.

Yañez M. C: F. 2007. Las Áreas Naturales Protegidas de México, criterios para su determinación. Caso de estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua. Distrito Federal, México.

Young, C. 2008. Belize's Ecosystems: Threats and Challenges to Conservation in Belize. *Rev. Tropical Conservation Science* 1:18-33.

Zúñiga R. T. 2002. Corredor Biológico Mesoamericano. Una Plataforma para el desarrollo sostenible regional. Zúñiga R. T. ed. Serie Técnica.

APÉNDICE

Lista Sistemática

Orden Didelphimorphia

Familia Caluromyinae

Caluromys derbianus (Waterhouse, 1841)

Familia Didelphidae

Chironectes minimus (Zimmermann, 1780)

Didelphis marsupialis Linnaeus, 1758

Didelphis virginiana Kerr, 1792

Philander opossum (Linnaeus, 1758)

Familia Marmosidae

Marmosa mexicana Merriam, 1897

Tlacuatzin canescens (J. A. Allen, 1893)

Orden Cingulata

Familia Dasypodidae

Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758

Orden Pilosa

Familia Myrmecophagidae

Cyclopes didactylus (Linnaeus, 1758)

Tamandua mexicana (Saussure, 1860)

Orden Primates

Familia Atelidae

Alouatta pigra Lawrence, 1933

Ateles geoffroyi Kuhl, 1820

Orden Lagomorpha

Familia Leporidae

Sylvilagus floridanus (J. A. Allen, 1890)

Orden Soricomorpha

Familia Soricidae

Cryptotis mayensis (Merriam, 1901)

Cryptotis nigrescens

Orden Chiroptera

Familia Emballonuridae

Balantiopteryx io Thomas, 1904

Centronycteris centralis Thomas, 1912

Diclidurus albus Wied-Neuwied, 1820

Peropteryx kappleri Peters, 1867

Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)

Rhynchonycteris naso (Wied-Neuwied, 1820)

Saccopteryx bilineata (Teminck, 1838)

Familia Phyllostomidae

Desmodus rotundus (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)

Diaemus youngi (Jentik, 1893)

Diphylla ecaudata Spix, 1823

Glossophaga commissarisi Garder, 1962

Glossophaga soricina (Pallas, 1766)

Hylonycteris underwoodi Thomas, 1903

Chrotopterus auritus (Peters, 1856)

Glyphonycteris sylvestris Thomas, 1896

Lampronnycteris brachyotis

Lonchorhina aurita Tomes, 1863

Lophostoma brasiliense Peters, 1866

Lophostoma evotis (Davis y Carter, 1978)

Macrophyllum macrophyllum (Schinz, 1821)
Micronycteris microtis Miler, 1898
Micronycteris schmidtorum Sanborn, 1935
Mimon cozumelae Goldman, 1914
Mimon crenulatum (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)
Phylloderma stenops Peters, 1865
Phyllostomus discolor Wagner, 1843
Trachops cirrhosus (Spix, 1823)
Vampyrum spectrum (Linnaeus, 1758)
Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)
Carollia sowelli Baker et al., 2002
Sturnira lilium (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)
Sturnina ludovici Anthony, 1924
Artibeus jamaicensis leach, 1821
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)
Artibeus phaeotis
Artibeus watsoni
Centurio senex Gray, 1842
Chiroderma villosum Peters, 1860
Uroderma bilobatum Peters, 1866
Vampyressa thylene Thomas, 1909

Familia Mormoopidae

Mormoops megalophylla (Peters, 1864)
Pteronotus Dhabii Gray, 1838
Pteronotus gymnonotus Natterer, 1843
Pteronotus parnellii (Gray, 1843)
Pteronotus personatus (Wagner, 1843)

Familia Noctilionidae

Noctilio leporinus (Linnaeus, 1758)

Familia Thyropteridae

Thyroptera tricolor Spix, 1823

Familia Natalidae

Natalus stramineus Gray, 1839

Familia Molossidae

Eumops auripendulus (Shaw, 1800)

Eumops bonariensis (Peters, 1874)

Eumops glaucinus (Warner, 1843)

Eumops underwoodi Goodwin, 1940

Molossus rufus E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1805

Molossus sinaloae J. A. Allen, 1906

Nyctinomops laticaudatus (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1805)

Promops centralis Thomas, 1915

Familia Vespertilionidae

Corynorhinus mexicanus G. M. Allen, 1916

Eptesicus furinalis (d' Orbigny, 1847)

Lasiurus ega (Gervais, 1856)

Lasiurus blossevilli (Lesson y Garnot, 1826)

Lasiurus intermedius H. Allen, 1862

Rhogeessa aeneus Goodwin, 1958

Rhogeessa tumida H. Allen, 1866

Myotis elegans Hall, 1962

Myotis keaysi J. A. Allen, 1914

Familia Antrozoidae

Bauerus dubiaquercus (Van Gelder, 1959)

Orden Carnivora

Familia Felidae

Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758)

Leopardus wiedii (Schinz, 1821)

Puma concolor (Linnaeus, 1771)

Puma yaguarondi (Lacèpède, 1809)

Panthera onca (Linnaeus, 1758)

Familia Canidae

Canis latrans Say, 1823

Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775)

Familia Mephitidae

Spilogale agustifrons

Conepatus semistriatus (Boddaert, 1784)

Familia Mustelidae

Lontra longicaudis (Olfers, 1818)

Eira barbara (Linnaeus, 1758)

Galictis vittata (Schreber, 1776)

Mustela frenata Lichtenstein, 1831

Familia Procyonidae

Bassariscus sumichrasti (Saussure, 1860)

Nasua Larica (Linnaeus, 1766)

Potos flavus (Schreber, 1774)

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Orden Perissodactyla

Familia Tapiridae

Tapirus bairdii (Gill, 1865)

Orden Artiodactyla

Familia Tayassuidae

Pecari tajacu (Linnaeus, 1795)

Tayassu pecari (Link, 1795)

Familia Cervidae

Mazama Pandora Merriam, 1901

Mazama temama

Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)

Orden Rodentia

Familia Sciuridae

Sciurus deppei Peters, 1863

Sciurus yucatanenses J. A. Allen, 1877

Familia Heteromyidae

Heteromys desmarestianus Gray, 1868

Heteromys gaumeri J. A. Allen y Chapman, 1897

Familia Geomyidae

Orthogeomys hispidus (Le Conte, 1852)

Familia Muridae

Peromyscus leucopus (Rafinesque, 1818)

Peromyscus yucatanicus J. A. Allen y Chapman, 1897

Reithrodontomys gracilis J. A. Allen y Chapman, 1897

Oligoryzomys fulvescens (Saussure, 1860)

Oryzomys alfaroi (J. A. Allen, 1891)

Oryzomys couesi (Alston, 1877)

Oryzomys rostratus Merriam, 1901

Otonyctomys hattii Anthony, 1932

Ototylomys phyllotis Merriam, 1901

Sigmodon hispidus Say y Ord, 1825

Familia Erethizontidae

Sphiggurus mexicanus (Kerr, 1792)

Dasyprocta punctata Gray, 1842

Familia Cuniculidae

Cuniculus paca (Linnaeus, 1776)