



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA
MASTOFAUNA EN LOS BOSQUES
TROPICALES PERENNIFOLIOS DE
MESOAMÉRICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

HÉCTOR CARLOS OLGUÍN MONROY

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA

COMITÉ TUTOR: DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA
DR. VÍCTOR SÁNCHEZ CORDERO-DÁVILA

MÉXICO, D.F.

ABRIL, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/136/10

ASUNTO: Oficio de Jurado

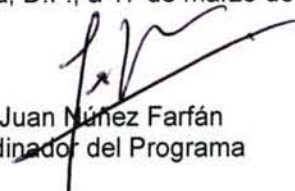
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 8 de febrero de 2010, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **OLGUIN MONROY HECTOR CARLOS** con número de cuenta **96533044** con la tesis titulada **"Patrones Biogeográficos de la Mastofauna en los Bosques Tropicales Perennifolios de Mesoamérica"**, realizada bajo la dirección del (la) **DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGUENZA**:

Presidente: DR. VICTOR SANCHEZ-CORDERO DAVILA
Vocal: DRA. LIVIA SOCORRO LEON PANIAGUA
Secretario: DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGUENZA
Suplente: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA
Suplente: DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 17 de marzo de 2010.


Dr. Juan Núñez Farfán
Coordinador del Programa

AGRADECIMIENTOS

Al programa del Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM por permitirme realizar mis estudios de Maestría. Asimismo, la realización del presente trabajo fue posible gracias a la beca del Posgrado de Excelencia otorgada por CONACyT.

A mi tutor, mi director de tesis, mi amigo, Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto, por sus críticas siempre constructivas, sus consejos y sugerencias, pero sobre todo por su gran amistad. A los miembros de mi Comité Tutor por sus valiosos comentarios, que sin duda enriquecieron este proyecto, Dr. Oscar A. Flores Villela y Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila. A mis Sinodales por aportar sus particulares puntos de vista al trabajo, Dra. Livia León Paniagua y Dr. David N. Espinosa Organista.

A las colecciones científicas que facilitaron la información necesaria: American Museum of Natural History; Bell Museum of Natural History, University of Minnesota; Berkeley, Museum of Vertebrate Zoology, University of California; Burke Memorial Washington State Museum, University of Washington; California Academy of Sciences; Carnegie Museum of Natural History; Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad; El Colegio de la Frontera Sur; Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto Nacional de Cultura, Museo de Ciencias Naturales; Louisiana State University, Museum of Natural Science; Los Angeles County Museum of Natural History; Michigan State University Museum; Museo de Historia Natural de El Salvador; Museo de Vertebrados, Universidad de Panamá; Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica; Museo Nacional de Costa Rica; Museum of Comparative Zoology, Harvard University; Museum of Natural History, University of Illinois; Museum of Natural History, University of Kansas; Museum of Southwestern Biology, University of New Mexico; Museum of Zoology, University of Michigan; National Museum of Natural History; Natural History Museum of Los Angeles County; Royal Ontario Museum; Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History; Texas A&M University; The Field Museum; The Museum, Texas Tech University; The Science Museum of Minnesota; United States National Museum of Natural History; Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa; Utah Museum of Natural History; Yale University Peabody Museum.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Mom, este trabajo no hubiera sido posible sin tu fortaleza y perseverancia, gracias por tu cariño, apoyo, paciencia y motivación, gracias a tí aprendí a exigirme más, a levantarme sin dudarlo, a luchar por lo que quiero... Te quiero mucho.

Víctor, siempre serás mi ejemplo a seguir, eres el mejor hermano que uno puede tener, gracias por tantos buenos momentos, por hacerme reír, por compartir tantas cosas conmigo, por tu amistad... También te quiero mucho.

A mi papá por su respaldo y cariño.

A toda mi familia, ojalá y no estuviesen tan lejos.

A Livia León y Adolfo Navarro, gracias por sus enseñanzas, consejos y la confianza depositada en mí, pero sobre todo por mostrarme lo fuerte y valiosa que puede llegar a ser una amistad.

Marilú, aún aprendo de tí...

A mi amigo César Ríos, hermano sin tí este trabajo no hubiera sido posible, gracias por tu tiempo, tu paciencia, por mostrarme los métodos, por tus lecciones y no sólo las académicas.

A Cirene Gutiérrez, que sin saber a ciencia cierta hacia a donde nos iba a llevar este viaje, se subió al tren y juntos, hombro con hombro, realizamos las tablas de equivalencias taxonómicas, depuramos taxonómica y geográficamente las bases, corrímos los modelos y ya de ahí, nada nos detuvo...

A Luis D. Verde y Laura Nolasco por su apoyo para bajar algunos datos de las colecciones en línea.

A todos los integrantes del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", a las entomólogas: Roxana Acosta, Ma. Ventura, Blanca Claudia Hernández y Marysol Trujano; a los herpetólogos: Alberto Mendoza, Luis Canseco, Itzel Durán, Manolo Rosado, Uri García, Christopher Duifhuis, Edmundo Pérez, Israel Solano; a los ornitólogos: César Ríos, Enrique Arvelaez, Fernando Puebla, Elsa Figueroa, Gala Cortés, Marco Ortiz, Anuar

López, Luz Zamudio, Alfredo Barrera y particularmente a Erick García, por tantas cosas; a los mastozoólogos: Laura Nolasco, Anahí Ávila, Cirene Gutiérrez, Deborah Espinoza, Alejandra Ramírez, Sussette Castañeda, Rosario Chavarría, Yire Gómez, Pablo Cruz, Luis Verde, por los buenos momentos y hacer más sencillo el trabajo; a los académicos: Adolfo Navarro, Livia León, Oscar Flores, Armando Luis, Juan José Morrone, Adrián Nieto, Jorge Llorente, Alejandro Gordillo, Isabel Vargas, Blanca Hernández y Fanny Rebón por propiciar un ambiente agradable en este museo. A todos ellos por ser mi segunda familia...

A los que han emigrado del MZFC y se les extraña: Angélica Corona, Perla Cuevas, Ismael Hinojosa, Georgina Santos, Carlos Hernández, Estrella Mocino, Leticia Ochoa, Hibraím Pérez, Octavio Rojas, Luis Antonio González, Samuel López, Roberto Sosa, Nandadevi Cortes, Gaby Deras, Magali Honey, Gaby Momotus, Martha Rodríguez, Iván Liebig, Yoshi Nakazawa, Andrés Lira, Vicente Rodríguez, Hernán Vázquez, Rubén Ortega, Daniela Tovilla, Luis Escobedo y Diana López.

A las nuevas generaciones del Museo...

A mis compañeros de los cubículos del Herbario de la Facultad de Ciencias: Isolda Luna Vega, Othón Alcantara, Raúl Contreras, César Torres, Celia Sangines, a los pulgones Andrés González, Gerardo Pantoja y Julio Ramírez.

A Graciela Gómez, René Reyes, Guillermo Islas, Noé Pacheco, José León, Violeta Patiño, Aurora Saucedo y Jorge Limón por su amistad y apoyo a lo largo de mi formación profesional.

A mis entrañables amigos Mónica Padilla, Pedro Pérez, Javier Franco, David Ramírez, Sara González, Alari Huesca, Jimena Vergara, Alinka Ólea, Mónica Salas y Luz Alcantara.

A mis hermanos bizarros Erick Sánchez, Karen Acosta, Abraham Rojas, León Alcobilla, Alberto Marrón "Lobo" y toda la fauna coyoacanense...

En especial a tí Laura, por mostrarme que la vida continúa...

DEDICATORIA

A la Universidad Nacional Autónoma de México, nuestra *Alma Mater*

ÍNDICE

Resumen / Abstract	i
Introducción	1
Objetivos	7
Métodos	8
Área de Estudio	8
Resultados	15
Selección de especies	15
Base de datos.....	15
GARP.....	15
Riqueza de especies y endemismo.....	16
Análisis de Parsimonia de Endemismos.....	19
Discusión	36
Literatura citada	55

APÉNDICE

Apéndice 1.- Listado sistemático de los mamíferos reconocidos en el BTP de Mesoamérica	85
---	----

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.- Áreas Naturales Protegidas de Mesoamérica y Regiones Terrestres Prioritarias de México que corresponden con BTP.....	17
--	----

Cuadro 2.- Áreas Naturales Protegidas de Mesoamérica y Regiones Terrestres Prioritarias de México que coinciden con regiones de alto endemismo	19
---	----

Cuadro 3.- Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de los mamíferos no voladores	23
---	----

Cuadro 4.- Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de la quiropterofauna.....	27
--	----

Cuadro 5.- Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de la mastofauna mesoamericana del BTP	35
--	----

Figura 1.- Distribución de los bosques tropicales perennifolios y subperennifolio en México.....	3
---	---

Figura 2.- Extensión original del bosque tropical perennifolio en Centro América.....	4
--	---

Figura 3.- Distribución de los bosques tropicales perennifolios en Mesoamérica.....	9
--	---

Figura 4.- Número de especies de mamíferos por orden, presentes en los BTP de Mesoamérica.....	15
---	----

Figura 5.- Localidades incluidas en la base de datos.....	16
Figura 6.- Regiones mesoamericanas que concentran una alta riqueza de mamíferos de BTP	17
Figura 7.- Áreas con alto endemismo en mamíferos del BTP mesoamericano.....	18
Figura 8.- Cladograma de consenso estricto obtenido sólo con especies de mamíferos no voladores.....	20
Figura 9.- Secuencia de la regionalización obtenida mediante PAE y el empleo exclusivo de especies de mamíferos no voladores.....	21
Figura 10.- Cladograma consenso estricto (resumido), obtenido mediante el empleo exclusivo de especies de mamíferos no voladores.....	23
Figura 11.- Cladograma de consenso estricto generado sólo con quirópteros.....	25
Figura 12.- Regionalización en secuencia, lograda mediante PAE y el empleo de la quiropterofauna.....	26
Figura 13.- Cladograma consenso estricto (resumido), propio de la quiropterofauna.....	27
Figura 14.- Cladograma de consenso estricto obtenido con todos los mamíferos reconocidos para los BTP mesoamericanos.....	29
Figura 15.- Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos.....	30
Figura 16.- Cladograma consenso estricto (resumido), obtenido con el empleo de la mastofauna mesoamericana del BTP.....	35

PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA MASTOFAUNA EN LOS BOSQUES TROPICALES PERENNIFOLIOS DE MESOAMÉRICA

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta de regionalización para Mesoamérica, resultado de un análisis de parsimonia de endemismos (PAE), utilizando modelos de nicho ecológico (GARP) con mamíferos terrestres, usando 41,527 registros para las 233 especies de mamíferos reconocidos en los bosques tropicales perennifolios. La regionalización propuesta muestra que los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica se dividen desde el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca: un grupo septentrional que comprende la Sierra Madre de Chiapas-Guatemala y la Península de Yucatán, y se extiende por la vertiente atlántica hasta la región de la Huasteca en Tamaulipas y San Luis Potosí, y un grupo austral, que contiene la vertiente pacífica hacia el sur incluyendo Centro América. Además se encontró congruencia con trabajos filogenéticos, lo que sugiere una historia biogeográfica común.

ABSTRACT

The present study is a proposal of biogeographic regionalisation for Mesoamerica using integrating ecological niche modeling (GARP) and Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) of terrestrial mammals in tropical evergreen forest, with 41,527 records of 233 species of mammals. Proposal regionalisation indicates that tropical evergreen forest of Mesoamerica are divided from the Isthmus of Tehuantepec in Oaxaca: in a northern group that includes Sierra Madre of Chiapas-Guatemala and Yucatan Peninsula, and extends by the Atlantic slope to the region of the Huasteca in Tamaulipas and San Luis Potosí; and austral group, that contains the Pacific slope towards the south including Central America. There were some studies that support the relationships between areas of endemism found, and phylogenetic analyses. This suggests a common biogeographical history.

INTRODUCCIÓN

La flora neotropical abarca cerca del 37% de las especies del mundo (Thomas, 1999). La mayor parte de estas especies se encuentra en los bosques tropicales perennifolios y subperennifolios (BTP), que presentan una diversidad más alta de plantas que cualquier otro habitat en el planeta (Rzedowski, 1981; Prance, 1982; Mittermeier, 1988; Wilson, 1992; Challenger, 1998; Richardson *et al.*, 2001). Al parecer, cuatro grandes eventos estructuraron la flora en el Neotrópico: la evidencia geofísica y biológica señala que el aislamiento entre África y América del Sur estaba en curso hace unos 95 millones de años (Pitman *et al.*, 1993); posteriormente, fenómenos geológicos recientes como el levantamiento de los Andes, el cambio en los patrones de drenaje y el establecimiento de la conexión terrestre entre Norte y Suramérica ocasionaron cambios climáticos profundos (Burton *et al.*, 1997), propiciando parte de esta gran biodiversidad (Savage, 1974, 1982, 2002; Webb, 1976, 1978, 1985; Marshall *et al.*, 1979; Gentry, 1982; Stehli y Webb, 1985; Burnham y Graham, 1999); finalmente, las fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno tuvieron una fuerte influencia en los procesos de especiación, principalmente en el último millón de años (Prance 1982; Toledo 1982, Whitmore y Prance, 1987).

Los acontecimientos glaciales cíclicos llevaron a una fragmentación importante del extenso bosque tropical (Toledo, 1982; Leyden, 1984; Islebe y Hooghiemstra, 1997; Williams *et al.*, 1998; Hewitt, 2000). Esto también ha llevado a proponer que la actual diversidad en los BTP podría ser más reciente, resultado de una diferenciación alopatrica de poblaciones en refugios separados (Haffer, 1982). Sin embargo, estudios más actuales le atribuyen su elevada riqueza a un intercambio de taxa entre las tierras de América del Norte y del Sur, durante el Oligoceno y el Mioceno (Chanderbali *et al.*, 2001; Renner y Meyer, 2001; Richardson *et al.*, 2001, 2004; Davis *et al.*, 2002; Pennington y Dick, 2004; Nathan, 2006; Pirie *et al.*, 2006), muy probablemente a través de una cadena de islas (Raven y Axelrod, 1974).

La distribución de la biota mesoamericana también ha sido fuertemente influenciada por acontecimientos geológicos y climáticos (Burnham y Graham, 1999). Inclusive, muchas especies de plantas y animales mesoamericanos presentan patrones biogeográficos similares, reflejo de ciclos sobrepuestos de colonización y aislamiento, de diversificación y extinción de linajes, en esta región dinámica y diversa (Savage, 1982; Bermingham y Martin, 1998; Burnham y Graham, 1999). Mesoamérica comprende desde

México meridional hasta el norte de Colombia, abarcando Belice, Guatemala El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En la actualidad, es considerada una región rica en diversidad, y en ella aún se encuentran unos 250,000 Km² de vegetación primaria (Myers *et al.*, 2000). Respecto a plantas vasculares, en la región ocurren alrededor de 24,000 especies, y unas 5,000 son endémicas mesoamericanas (Myers *et al.*, 2000; Brooks *et al.*, 2002). Mesoamérica contiene alrededor de 3,300 especies de vertebrados, y cerca de un tercio de éstas son consideradas de distribución restringida, incluyendo varios géneros endémicos de peces vivíparos de la familia Poeciliidae y 12 géneros de cíclidos; entre los anfibios endémicos se reconoce a la familia Rhinophrynidae, y varias especies de las familias Dendrobatidae y Plethodontidae; en los reptiles destaca la familia Dermatemydiidae, así como elementos de Kinosternidae, Helodermatidae, Xantusidae y Xenosauridae; dentro de las aves sobresalen el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) y el pavón cornudo (*Oreophasis derbianus*); en cuanto a mamíferos, el murciélago sureño (*Bauerus dubiaquercus*), la rata de Yucatán (*Otonyctomys hattii*) y la ardilla de montaña (*Syntheosciurus brochus*) son representantes de géneros endémicos.

México marca el extremo septentrional de la distribución de los BTP mesoamericanos en el continente (Rzedowski, 1981; Dirzo y Miranda, 1991). El área de distribución original de los BTP se agrupa en la Planicie Costera del Golfo de México, e incluye el sureste de San Luis Potosí, norte de Veracruz, algunas regiones en los límites de Hidalgo, Puebla y Oaxaca, y hasta el norte y noreste de Chiapas, además en la vertiente pacífica de la Sierra Madre de Chiapas, aislada en su extremo oeste, y se prolonga hacia Centro América, incluso se le encuentra en algunas porciones de Tabasco, y la mayor parte de Campeche y Quintana Roo (Figura 1). En Centro América, los BTP son casi continuos en las tierras bajas del Atlántico, desde el sur de México hasta el centro de Panamá, también ocurre en las tierras bajas Atlánticas y Pacíficas al este de Panamá, y sobre las tierras bajas Pacíficas de Colombia y el noroeste de Ecuador, además de dos áreas aisladas de BTP que se hallan en el extremo norte de las tierras bajas del Pacífico, en las regiones del Golfo Dulce al sureste de Costa Rica y en la línea costera entre el suroeste de Chiapas y Guatemala (Rzedowski, 1981, 1993; Challenger, 1998; Duellman, 2001; Figura 2). No obstante, los amplios BTP que cubrieron hace tiempo los trópicos húmedos de Mesoamérica han desaparecido en su mayor parte, quedando reducidos a sólo 10% de su extensión original (Rzedowski, 1981; Gómez-Pompa, 1985; Toledo *et al.*, 1985; Barrera y Rodríguez, 1993; Wendt, 1993).

En el Neotrópico, la diversidad de la mastofauna también es elevada, y muy probablemente se deba a acontecimientos ocurridos durante el Plioceno y Pleistoceno, principalmente eventos vicariantes causados por factores geológicos y climáticos, respectivamente (Smith y Patton, 1993; Riddle, 1996; Engel *et al.*, 1998; Collins y Dubach, 2000a, b, 2001; Cortés-Ortíz *et al.*, 2003); por ello, el 44.5% de las 588 especies de mamíferos reconocidas para Mesoamérica se distribuyen exclusivamente en la región (Ceballos y Navarro, 1991; Flores-Villela y Navarro, 1993; Reid, 1997; Ceballos *et al.*, 2002a; Samudio, 2002; Wilson *et al.*, 2002; Ceballos *et al.*, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005). Aunque en los BTP mesoamericanos, el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el mono ardilla (*Saimiri oerstedii*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el jaguar (*Panthera onca*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*) están entre los mamíferos más carismáticos y amenazados por la extinción, en este tipo de vegetación predominan los murciélagos (March y Aranda, 1992), éstos constituyen cerca del 50% de la diversidad de mamíferos en un área dada y los roedores aportan otro 30 o 35% (Eisenberg, 1990; Medellín, 1991).

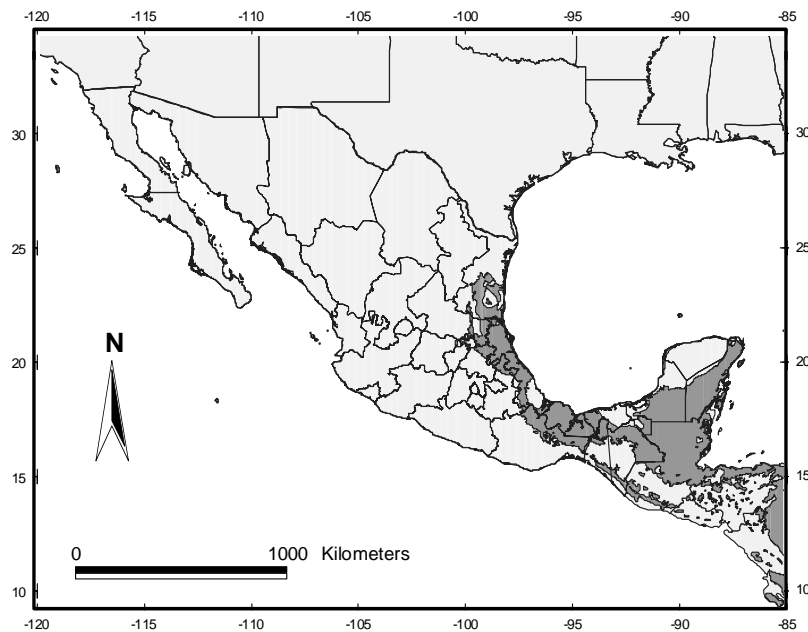


Figura 1.- Distribución de los bosques tropicales perennifolios y subperennifolios en México, acorde con Rzedowski (1981).

Las áreas de distribución de las especies a partir de datos puntuales suelen estar subestimadas. La distribución de los taxones pueden evaluarse mediante diferentes procedimientos (Rapoport, 1975), los métodos predictivos son de los más eficientes, y permiten mejorar los registros disponibles. Antes de su aplicación, los mapas de

distribución consistían en involucrar con polígonos una serie de registros (Navarro *et al.*, 2003).

El modelado de nichos ecológicos (MNE), proyectados como la distribución potencial de los taxa (Soberón y Peterson, 2005), representan las relaciones de las especies con su ambiente, con base en hipótesis sobre cómo los factores ambientales controlan su distribución (Stockwell y Noble, 1992; Guisan y Zimmermann, 2000; Peterson, 2001; Anderson *et al.*, 2003; Soberón y Peterson, 2005).

En este sentido el Algoritmo Genético de Producción de Conjuntos de Reglas (GARP, por sus siglas en inglés; Stockwell y Peters, 1999), basándose en el concepto de nicho ecológico de Hutchinson (1957), implica diversos algoritmos distintos con un acercamiento iterativo (Stockwell y Noble, 1992; Stockwell y Peters 1999), por lo que, se le considera como un sobreconjunto de algoritmos individuales con una mayor capacidad predictiva (Peterson, 2001).

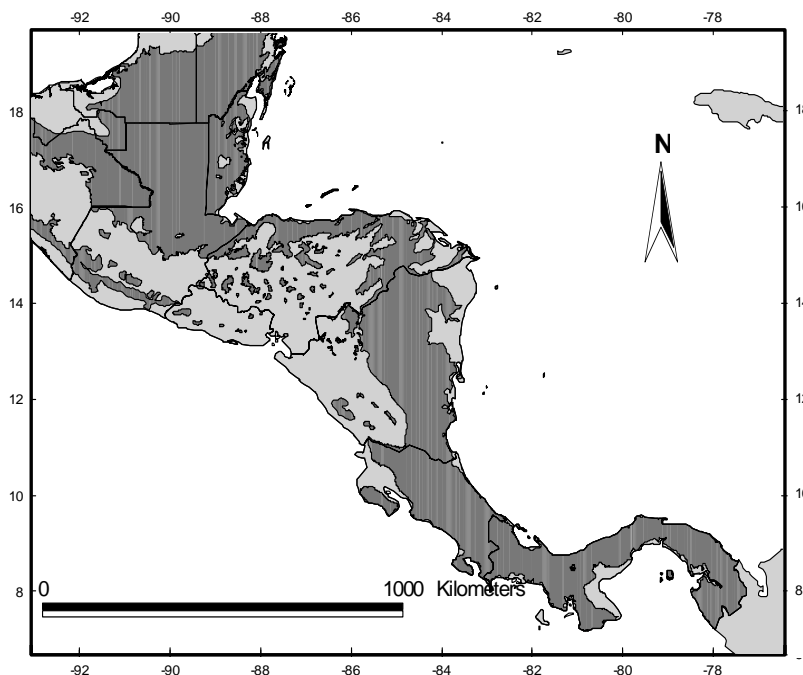


Figura 2.- Extensión original del bosque tropical perennifolio en Centro América, conforme a Olson *et al.* (2001).

En comparación con otros algoritmos, el GARP ha demostrado ser el método más confiable, cuando se utilizan datos primarios de biodiversidad (Peterson y Stockwell,

2002; Stockwell y Peterson, 2002a, b). La robustez del algoritmo ha contribuido a su utilización inclusive en proyectos que requieren el desarrollo de una gran cantidad de modelos ecológicos de nicho, tales como la alteración en las comunidades debido al cambio climático (Peterson *et al.*, 2001; Peterson *et al.*, 2002c), cambios estacionales en la distribución (Nakazawa *et al.*, 2004), especies invasoras, plaga y enfermedades (Peterson y Vieglais, 2001; Peterson *et al.*, 2005) así como para resolver problemas de ecología aplicada, conservación y biogeografía, debido a las bases ecológicas y evolutivas subyacentes (Guisan y Thuiller, 2005). El uso más frecuente de estos modelos en biogeografía es como predictores o modelo del área de distribución geográfica de un taxón, los cuales pueden usarse para identificar posteriormente patrones biogeográficos, tales como los que conducen a proponer regionalizaciones biogeográficas (Navarro *et al.*, 2003; Rojas-Soto *et al.*, 2003; Illoldi-Rangel y Escalante, 2008).

El método de Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE, por sus siglas en inglés; Rosen, 1988) emplea un algoritmo de parsimonia con el propósito de obtener un cladograma de áreas, basado en los taxones que habitan las áreas; éste método ha sido aplicado por varios autores para establecer relaciones entre diferentes unidades biogeográficas (e. g., Morrone y Escalante, 2002; Rojas-Soto *et al.*, 2003; Vázquez-Miranda *et al.*, 2007; Sánchez-González *et al.*, 2008).

Actualmente, el PAE es uno de los métodos de parsimonia que ha sido utilizado como herramienta biogeográfica para detectar similitudes entre áreas y establecer unidades basadas en los taxones que habitan esas áreas (Morrone y Crisci, 1995; Rojas-Soto *et al.*, 2003). Aunque el método ignora las relaciones taxonómicas entre las especies al sólo considerar las áreas de distribución, es posible sustentar los datos obtenidos con un análisis biogeográfico cladístico y comparar la información obtenida con filogenias disponibles de las especies que se encuentran en las áreas (Rosen, 1988; Morrone y Crisci, 1995; Morrone, 2005a). Por ello, se ha propuesto que la ejecución del presente trabajo, permitirá documentar los patrones de la mastofauna, así como la detección de áreas de endemismo en Mesoamérica, con miras a su conservación y uso sostenible.

En América se han realizado varios trabajos sobre diversidad, patrones de distribución y afinidades biogeográficas de la mastofauna. Para Norteamérica, Burt (1958) analizó la historia y afinidades biogeográficas, Fischer (1960) revisa la variación

latitudinal, Simpson (1964) la densidad de mamíferos recientes, Murray (1968) su distribución, Wilson (1974) la zoogeografía, Flessa (1975) examina la relación entre la región, la deriva continental y la diversidad, y Marshall (1988) el gran intercambio americano; mientras que en el caso de Centro América y América del Sur se cuenta con los análisis de Hershkovitz (1958, 1972) sobre la clasificación de los mamíferos Neotropicales, Ryan (1963) propone una regionalización, Savage (1974), Marshall *et al.* (1982), y Rich y Rich (1983) reconocen la historia evolutiva de los mamíferos neotropicales, y Ron (2000) establece relaciones biogeográficas en áreas del Neotrópico con base en distribuciones de algunos vertebrados, y a pesar de una larga historia de descripciones de patrones mastofaunísticos, todavía se tiene una comprensión pobre de su historia evolutiva.

En México, a mediados del siglo pasado, investigadores como Dice (1943), Goldman y Moore (1946), Darlington (1957), Álvarez y Lachica (1974) y Ferrusquía-Villafranca (1977) llevaron a cabo los primeros estudios sobre patrones de distribución de la mastofauna. Posteriormente Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) plantearon una regionalización de las provincias mastofaunísticas a partir de su riqueza y proporción de endemismos. Otros análisis biogeográficos a nivel nacional sólo incluyen estudios numéricos, como lo publicado por Arita (1993), Ceballos y Rodríguez (1993), Ramírez-Pulido y Castro Campillo (1993) y Ramírez-Pulido *et al.* (1994). Recientemente Escalante *et al.* (2002, 2007) propusieron un esquema mastofaunístico a partir de distribuciones geográficas, y Morrone (2001a). Morrone *et al.* (2002) plantearon algunas regionalizaciones generales que implican distribuciones de mamíferos, sin embargo, los trabajos biogeográficos no se deben restringir a unidades geopolíticas, puesto que las distribuciones de las especies no están condicionadas a estos límites.

Resulta relevante realizar un análisis de la mastofauna a nivel mesoamericano, pues la parte este de la Península de Yucatán, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, entre otros, así como las selvas altas y medianas centroamericanas no han sido consideradas en conjunto para estudios biogeográficos previos por ello, se ha propuesto que la ejecución del presente trabajo permitirá documentar los patrones de la mastofauna, así como la detección de áreas de endemismo en Mesoamérica, con miras a su conservación y uso sostenible

OBJETIVO GENERAL

Describir y analizar los patrones de distribución geográfica de la mastofauna en los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Recabar y actualizar el listado de especies de mamíferos presentes en los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica.
2. Generar una hipótesis de la distribución de las especies presentes en los bosques tropicales perennifolios utilizando el modelo predictivo GARP.
3. Detectar los patrones de distribución, de endemismo, la restricción al hábitat y la riqueza de especies.
4. Determinar áreas de endemismo mediante un método biogeográfico histórico (Análisis de Parsimonia de Endemismos), así como plantear relaciones biogeográficas mastofaunísticas en el tipo de vegetación mencionado.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Es importante señalar que los límites territoriales y parámetros culturales que definen Mesoamérica han ido fluctuando a lo largo de los años. El antropólogo Paul Kirchhoff (1967) fue el primer investigador que acuñó el término de Mesoamérica, y bajo esta denominación, reconoció a una extensa área geográfica limitada al norte por las fronteras naturales de los ríos Pánuco y Sinaloa en México y al sur por una difusa línea fronteriza entre Guatemala y El Salvador. Con posterioridad, ciertos investigadores han primado el carácter singular de cada área cultural mesoamericana, criticando la validez del término Mesoamérica como una categoría de análisis global (Coe, 1996). No obstante, Carmack *et al.* (1996), López-Austin y López-Luján (1996) y Duverger (1999) aluden a la importancia que tuvo la difusión de ciertos aspectos tecnológicos e ideológicos como ejes de cohesión en las diferentes áreas culturales de Mesoamérica. De esta manera, lo que en la actualidad conciben los antropólogos por Mesoamérica es una dilatada área cultural prehispánica que discurre entre la zona norte-centro de México hasta la costa del Océano Pacífico en Costa Rica.

Para los fines de este trabajo, se consideró a Mesoamérica con base en una construcción biogeográfica, cuyo límite norteño además de demarcar Norteamérica de Mesoamérica, también divide la región Neártica de la Neotropical. Esta línea no sólo confina los límites norteños y occidentales del Istmo de Tehuantepec, sino que además incluye los BTP de Tamazunchale y Ozuluama, al sureste de San Luis Potosí y norte de Veracruz, respectivamente; hacia el sur, la región se extiende por toda América Central hasta el noroeste de América del Sur (Figura 3). Este concepto de Mesoamérica coincide en gran medida con lo propuesto por algunos autores. A partir de las familias Rhinoprhyndae y Xenosauridae (Reptilia), Savage (1966) distinguió el grupo Medioamericano o región Mesoamericana, equivalente en jerarquía a las regiones Neártica y Neotropical, que abarca desde los límites tropicales de México hasta el centro de Panamá. Allen (1990), McCafferty y de Waltz (1990) y McCafferty *et al.* (1992), ajustaron los márgenes de esta región mediante el análisis de los patrones de distribución de efímeras (Insecta: Ephemeroptera). Sin embargo, el primer trabajo difiere un poco en los límites septentrionales, en el segundo se incluye a las Antillas en su denominada América Media y todo el sur de México a partir del Trópico de Cáncer, mientras que en el tercero, los límites establecidos son equivalentes a la actual propuesta; así como a las

regiones Centroamericana de Samek (1988) y Mesoamericana de Sánchez-Osés y Pérez-Hernández (2005), así como al Dominio Mesoamericano de Morrone (2004a, b).

Respecto a la delimitación de las áreas ocupadas por el BTP en Mesoamérica, se consideraron para México los trabajos de Rzedowski (1981, 1990) y en el caso de Centro América lo realizado por Wagner (1964), Holdridge (1957) y Holdridge *et al.* (1971), y se equipararon mediante las ecorregiones del mundo (Olson *et al.*, 2001).

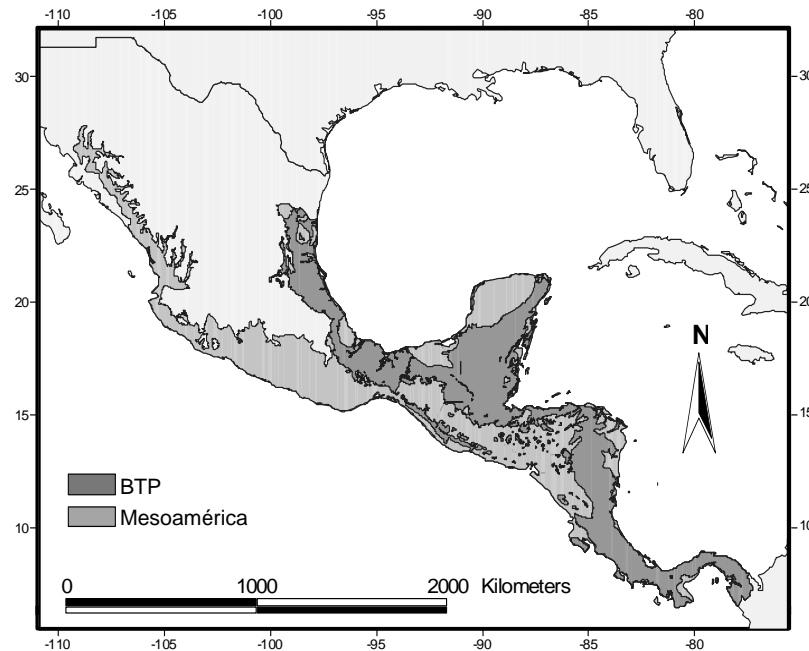


Figura 3.- Distribución de los bosques tropicales perennifolios en Mesoamérica (Wagner, 1964; Rzedowski, 1981, 1990; Holdridge (1957), Holdridge *et al.*, 1971; Olson *et al.*, 2001).

SELECCIÓN DE ESPECIES

Un primer acercamiento a la lista de especies de mamíferos presentes en los BTP mesoamericanos, se generó a partir de Reid (1997), Ceballos y Oliva (2005) y Wilson y Reeder (2005). En dicha literatura se encuentra información sobre el hábitat para cada especie. Sin embargo se optó por un criterio amplio para delimitar la lista, debido a que los autores emplean diferentes clasificaciones de vegetación. En el caso de Reid (1997), generalmente describe el hábitat con base en la clasificación de Leopold (1950) y a veces de Breedlove (1973). Wilson y Reeder (2005), ocasionalmente señalan algo sobre el hábitat en la sección de distribución, pero sin hacer referencia a ninguna clasificación; mientras que Ceballos y Oliva (2005), mencionan que en el apartado de historia natural y ecología, así como en el de tipo de vegetación e intervalo de altitudes, siguieron

principalmente la clasificación de Rzedowski (1981). No obstante, ellos también mencionan que diversos autores, tanto de las fichas como los citados, usaron nomenclaturas diferentes, por lo que fue necesario incluir tanto las especies presentes en el “tropical rain forest” como en el “tropical evergreen forest” (Leopold, 1950), al igual que las de “selva alta perennifolia” y “selva alta o mediana subperennifolia” (Miranda y Hernández X., 1963), las del “tropical rain forest”, el “lower montane rain forest”, así como el “evergreen y semi-evergreen seasonal forest” (Breedlove, 1973), y por supuesto el “bosque tropical perennifolio” (Rzedowski, 1981).

En cuanto al arreglo taxonómico y nomenclatural de la mastofauna, se sigue lo propuesto por Wilson y Reeder (2005), y debido a que las diversas fuentes de datos se basan en distintas autoridades taxonómicas, fue necesario realizar una lista de sinonimias o equivalencias taxonómicas entre Hall (1981), Wilson y Reeder (1993), Ramírez-Pulido *et al.* (1996), Reid (1997), Ceballos *et al.* (2002a, 2005), Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y Wilson y Reeder (2005), con el propósito de evitar tanto la omisión de datos como la duplicidad de los mismos. Finalmente, cabe mencionar que los análisis sólo se realizaron a nivel específico.

BASE DE DATOS

La información recopilada se encuentra en una base de datos relacional en Access 2000 (Microsoft, 2000) con la información taxonómica y de localización georreferenciada, y para el manejo espacial de la información se utilizó un Sistema de Información Geográfica en Arc View 3.2a (ESRI, 1998). Los registros puntuales para México se extrajeron de la información obtenida a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), perteneciente a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Dicha base recaba mucha de la información contenida en las colecciones nacionales. En el caso de Centro América, se recurrió a información en línea de varias colecciones científicas (e. g., Smithsonian National Museum of Natural History, <http://www.mnh.si.edu/>; American Museum of Natural History, <http://research.amnh.org/>; Louisiana Museum of Natural History, <http://appl003.lsu.edu/>; Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, <http://mvz.berkeley.edu/>), además de portales que involucran varias colecciones científicas (Mammal Networked Information System, <http://manisnet.org/>; Global Biodiversity Information Facility, <http://www.gbif.org/>; Arctos,

<http://arctos.database.museum/home.cfm>), y finalmente, a partir de literatura (Allen, 1904; Allen, 1908; Allen, 1910; Goodwin, 1942, 1946, 1955, 1969; Hall, 1981, Villa-R. y Cervantes, 2003, entre otras).

Se llevó a cabo un proceso de depuración, detectando los errores nomenclaturales más comunes debido a la captura de datos, sinonimias y ejemplares sin determinar. En cuanto a la sección geográfica, se verificó el nombre de las localidades, su referencia geográfica y cuando fue necesario se georreferenció (latitud y longitud), se llevó a cabo en formato decimal con una exactitud de 0.01°, empleando atlas nacionales e internacionales (e. g., INEGI, 1982), gaceteros informáticos (e. g., BioGeomancer Project, <http://www.biogeomancer.org/>; Alexandria Digital Library, <http://www.alexandria.ucsb.edu/>; Fallingrain Global Gazetteer, <http://www.fallingrain.com/world/index.html>) o regionales (e. g., Goodwin, 1969; Selander y Vaurie, 1962), además se revisó que los registros coincidieran con los límites de la distribución conocida para cada especie (e. g., Hall, 1981; Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005; Wilson y Reeder, 2005), eliminando todos los registros en áreas donde era poco probable la ocurrencia de la especie.

GARP

Aunque la mastofauna ha sido tratada en varios trabajos sobre riqueza y patrones de distribución, aún existe una gran ausencia de datos, especialmente en los países centroamericanos, debido a grandes conflictos políticos que interrumpieron su exploración biológica, desde la década de 1950 a la fecha. Honduras y Nicaragua se conocen muy poco o su mastofauna se revisó hace muchos años (Allen, 1908, 1910; Goodwin, 1942), incluso, los últimos avances en Guatemala y El Salvador son muy recientes (McCarthy y Pérez, 2006; Paz-Quevedo *et al.*, 2003). Además, el muestreo en las regiones tropicales mesoamericanas se considera incompleto, por lo que el MNE puede constituir una herramienta muy valiosa (Stockwell y Peters, 1999; Anderson *et al.*, 2002).

La cartografía necesaria para los MNE se obtuvo de las siguientes fuentes: CONABIO (www.conabio.gob.mx/), Fondo Mundial para la Naturaleza (www.wwf.org/), U. S. Geological Survey (USGS, 2001). Las hipótesis de distribución geográfica y ecológica se generaron a partir de registros puntuales (Peterson *et al.*, 2002a), un modelo de predicción, y para caracterizar los ambientes, se utilizó una resolución de 30" (tamaño de celda de ~1 km²), y la interpolación de datos climáticos sintetizados en 19 coberturas

bioclimáticas y tres variables topográficas del proyecto WorldClim 1.4 (Hijmans *et al.*, 2005). La información cartográfica y de los MNE obtenidos, se manejó mediante el sistema de información geográfica Arc View 3.2a (ESRI, 1998).

GARP es un algoritmo computacional evolutivo, que predice las distribuciones geográficas de las especies (Anderson *et al.*, 2002; Peterson *et al.*, 2002a; Martínez-Meyer *et al.*, 2004). Los algoritmos genéticos utilizan un proceso “evolutivo” al azar para solucionar problemas complejos, que generan reglas en función de la distribución de las especies en el espacio ecológico, modificado iterativamente y evaluando las probables soluciones, hasta alcanzar una solución “óptima” (Stockwell y Noble, 1992; Stockwell y Payne, 1997; Stockwell, 1999).

Se obtuvieron 100 modelos por especie, empleando diferentes criterios en función del número de registros únicos para cada una. Con base en ejercicios previos se estableció que en el caso de especies con más de diez registros, se utilizaría el 50% de los registros para generar el modelo, dejando el resto de los registros para verificarlo, así como los parámetros predeterminados por el programa para los mejores modelos o “best subsets”. Para especies con un número menor o igual a diez registros, se recurrió al 100% de los datos para desarrollar los modelos y en “omission threshold” (el porcentaje de registros que puede dejar fuera en el modelo) se optó por la opción “soft”, para propiciar que el programa genere los 100 modelos, a partir de los cuales se obtendrían los mejores, de otra forma el algoritmo no genera la totalidad de los modelos.

Los resultados del GARP son mapas binarios (presencia-ausencia), la naturaleza estocástica del algoritmo produce réplicas un tanto diferentes. La hipótesis final para cada especie se logró a partir del procedimiento propuesto por Anderson *et al.* (2003), donde son elegidos y sumados los best subsets y se obtuvo con ello un sólo mapa, con lo que se elimina una porción importante de sobrepredicción (Rice *et al.*, 2003). Los modelos se obtuvieron en formato grid, y para su manejo se transformaron a vector (shape), y una vez obtenidos los mapas finales para cada una de las especies, se editaron mediante consenso entre la hipótesis final de cada una y sus correspondientes registros. Con ello, en la mayoría de los casos fue suficiente para obtener el MNE final, mismo que se comparó con información sobre su distribución (Hall, 1981; Reid, 1997; Medellín *et al.*, 1998; Ceballos y Oliva, 2005; Tejedor, 2005; Wilson y Reeder, 2005, entre otros). En caso

de que no fuese suficiente con el consenso, se recortó mediante el contraste de mapas o descripción de la distribución (Hall, 1981; Reid, 1997; Wilson y Reeder, 2005); apoyados en coberturas que implican algún carácter histórico y tomando en cuenta la vagilidad de cada taxón.

RIQUEZA DE ESPECIES Y ENDEMISMO

A partir de la superposición de las hipótesis de distribución generadas, fue posible identificar las regiones de mayor riqueza (192 hipótesis de distribución), así como las áreas de importancia para especies endémicas de Mesoamérica (49 hipótesis), estableciendo con ello, los rangos de riqueza y endemismo para la región. Para ello, en el presente trabajo fue necesario definir las afinidades de cada taxón, en función de su distribución: NA = Especies mexicanas que se comparten con otros países de Norte América, SA = Especies mexicanas que se comparten con otros países de América del Sur, AM = Especies cuyos rangos de distribución incluyen Norte América y América del Sur, y MA = Especies que ocurren en Mesoamérica (Ceballos *et al.*, 2002a, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson y Reeder, 2005).

ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

Se optó por el empleo del PAE para reconstruir afinidades bióticas mastofaunísticas en los BTP mesoamericanos. Este método agrupa áreas (análogo a las especies), con base en las especies compartidas (análogas a los caracteres) (Morrone, 1994; Pires *et al.*, 2000; Bisconti *et al.*, 2001), de acuerdo con la explicación más parsimoniosa para todas las distribuciones (Morrone y Crisci, 1995; Escalante y Morrone, 2003).

A partir de 192 modelos de áreas de distribución de los mamíferos presentes en los BTP mesoamericanos, se realizaron tres análisis de PAE, la primera a través de la información obtenida con mamíferos no voladores, la segunda con quirópteros y la tercera combinando todos los mamíferos. Para ello, se utilizó una gradilla de un tamaño de celda de 0.5 grados, misma que cubrió el área de estudio, y sirvió como base para la construcción de la matriz de áreas (374 cuadros). La matriz se construyó con base en la hipótesis distribucional de cada especie, en la que la presencia de una especie en un área se codificó con "1" o "0" como presencia o ausencia de la especie, respectivamente. Se agregó un área "externa" con "0" en todas las casillas, para enraizar el cladograma (Rosen, 1988; Morrone, 1994). Los tres análisis se realizaron en el programa Nona 2.0.

(Goloboff, 1994) y su interfase Winclada, versión 0.9.99 (Nixon, 1999), mediante una búsqueda de parsimonia de matraca (ratchet) y con los parámetros predeterminados por el programa, una vez obtenidos todos los árboles igualmente parsimoniosos, se llevó a cabo un consenso con el cual fue factible proponer relaciones biogeográficas existentes entre las áreas de BTP mesoamericano.

Finalmente, se les asignaron nombres a los grupos formados en los tres análisis, con base en regionalizaciones propuestas con anterioridad (e. g., Ryan, 1963; Savage, 1974; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990; Escalante *et al.*, 2002; Morrone, 2001a, Morrone *et al.*, 2002, entre otras). Sin embargo, en el caso de regiones no reconocidas en dichas propuestas, se les designó uno en función del área que abarcan, o se asociaron a los sitios en donde inician y terminan separados por un guión.

RESULTADOS

SELECCIÓN DE ESPECIES

En Mesoamérica se han registrado 588 especies de mamíferos, y sólo 233 habitan en los BTP de esa región, y están agrupados en 135 géneros y 37 familias. De la totalidad de los mamíferos presentes en éste tipo de vegetación, 51.9% son no voladores, mientras que 48% son voladores. El orden Chiroptera constituye un componente importante en este tipo de vegetación con un 48%, seguida de Rodentia con el 25.3% y Carnivora con el 9% (Figura 4).

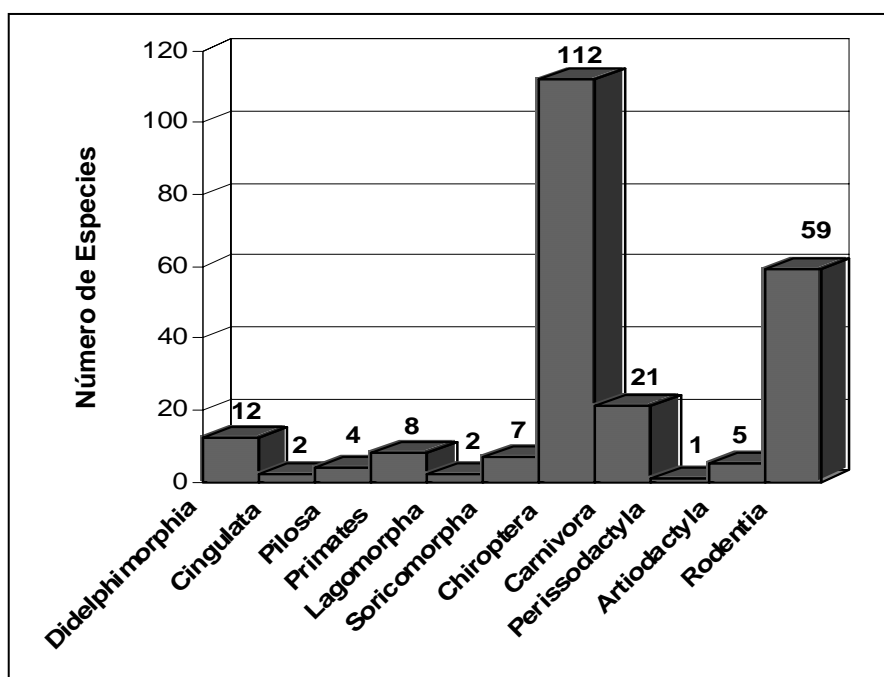


Figura 4.- Número de especies de mamíferos por orden, presentes en los BTP de Mesoamérica.

BASE DE DATOS

La base depurada contiene un total de 41,527 registros para las 233 especies de mamíferos reconocidos en los BTP de Mesoamérica, distribuidas en 19,953 localidades únicas en todo México y Centro América (ver Agradecimientos; Figura 5).

GARP

A pesar de que la base contiene más de 40 mil registros y casi 20 mil localidades, no hubo suficientes datos primarios para 41 especies, 17 de estas endémicas a Mesoamérica, por lo que sólo fue posible generar 192 MNE.

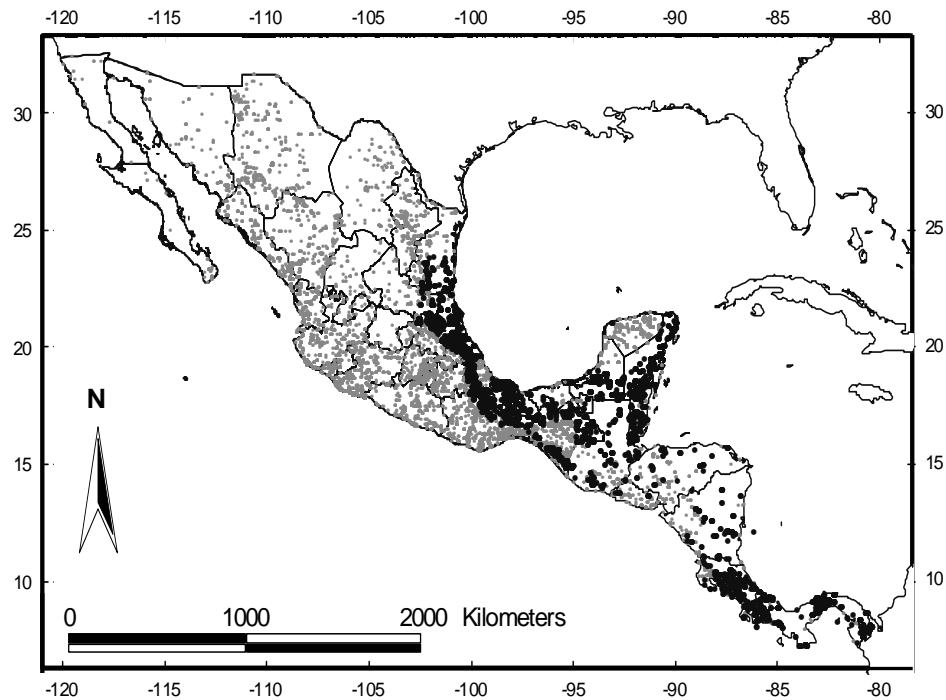


Figura 5.- Localidades incluidas en la base de datos; en negro resaltan las localidades en el interior del BTP mesoamericano.

RIQUEZA DE ESPECIES Y ENDEMISMO

Mediante la agregación de las 192 hipótesis de distribución geográfica, fue posible apreciar las regiones con mayor concentración de especies (Figura 6), el orden en que se mencionan es de norte a sur, ya que todas presentan una riqueza potencial de 104 a 138 especies: El noreste de Oaxaca (parte de la Sierra Mixe y el noroeste del Istmo de Tehuantepec); El Ocote al este de Chiapas; la Selva Lacandona, al oeste de Chiapas y el Petén de Guatemala; los BTP intermontanos que se encuentran entre Guatemala y Honduras; la Cordillera Centroamericana, extendiéndose desde Honduras, Nicaragua, Costa Rica, hasta la Sierra Tabasará al centro de Panamá; finalmente la Región del Darién al este de Panamá.

De una sobreposición entre Áreas Naturales Protegidas mesoamericanas y Regiones Terrestres Prioritarias de México, se encontró que 63 ANP y dos RTP mexicanas coinciden con las regiones que concentran una alta riqueza de mamíferos mesoamericanos de BTP (Cuadro 1).

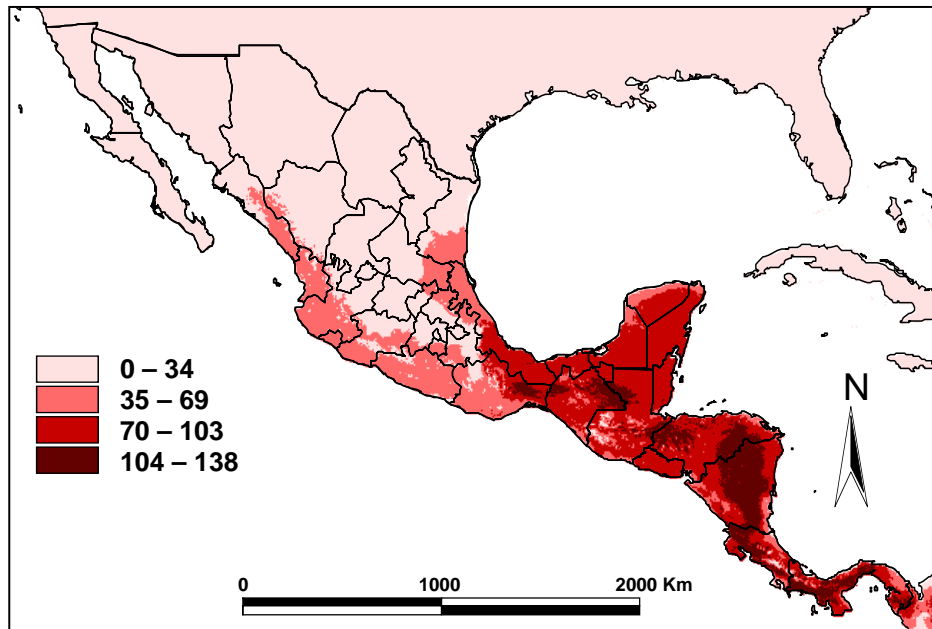


Figura 6.- Regiones mesoamericanas que concentran una alta riqueza de mamíferos de BTP.

Cuadro 1. Áreas Naturales Protegidas de Mesoamérica y Regiones Terrestres Prioritarias de México que corresponden con BTP.

País	ANP
México	Selva El Ocote, Montes Azules, Bonampak-Yaxchilán-La Cojolita, Lacantún-Chan-Kin y Metzabok-Naha; así como las RTP Selva Zoque-La Sepultura y Lacandona.
Guatemala	Sierra del Lacandón, Reserva de Biosfera Maya, El Pucté, El Rosario, Ceibal, Petexbatún, Dos Pilas, Aguateca, San Román, Machaquilá, Xutilhá, Sierra de las Minas, Sierra Caral, Montaña Espíritu Santo y Cumbre Alta.
Honduras	Cusuco, Cerro Azul Copan, Erapuca, Puca, Celaque, Montaña Santa Barbará, Montaña Verde, Pico Pijol, Cerro Azul Membar, Montaña Yoro, Montaña de Comayagua, Río Platano, Tawahka y Patuca.
Nicaragua	Bosawas, Saslaya, Cerro Cola Blanca, Cerros Banas Cruz, Cerro Wawashan, Cerro Musun, Sierra Amerrisque y Los Guatuzos.
Costa Rica	Caño Negro, Guanacaste, Rincón de la Vieja, Miravalles, Tenorio, Arenal, Monteverde, Alberto Manuel Brenes y Los Santos.
Panamá	Golfo de Montijo, Santa Fé, El Copé, La Yeguada, Los Pozos de Calobre, Altos de Campana, Barro Colorado, Soberanía, Camino de Cruces, Chagres, Chepigana y Darién

Respecto a la distribución de las especies mesoamericanas reconocidas en los BTP, la gran mayoría es de distribución neotropical (62.6%, 146 spp), seguidas por mesoamericanas (28.3%, 66 spp), compartidas por Norte y América del Sur (6%, 14 spp), y finalmente sólo siete especies son neárticas (Ceballos *et al.*, 2002a, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson y Reeder, 2005).

En relación a la concentración de especies endémicas, se halló que la máxima concentración de mamíferos de los BTP mesoamericanos, restringidos a esta región, se encuentra en las siguientes áreas, el orden en que se presentan es de norte a sur, pues todas se hallan en un rango comprendido entre 13 y 16 especies: Una región que comprende el sur de Veracruz y el noreste de Oaxaca, la Península de Yucatán, algunas porciones de la Sierra Madre de Chiapas y gran parte de las Montañas del Norte de Chiapas, la Selva Lacandona, el Altiplano Montañoso de Guatemala, una región que implica desde la meseta y el par de ejes montañosos de El Salvador, cruzando el sur de Honduras hasta el noroeste de Nicaragua, y la Cordillera de Tilarán al oeste de Costa Rica (Figura 7).

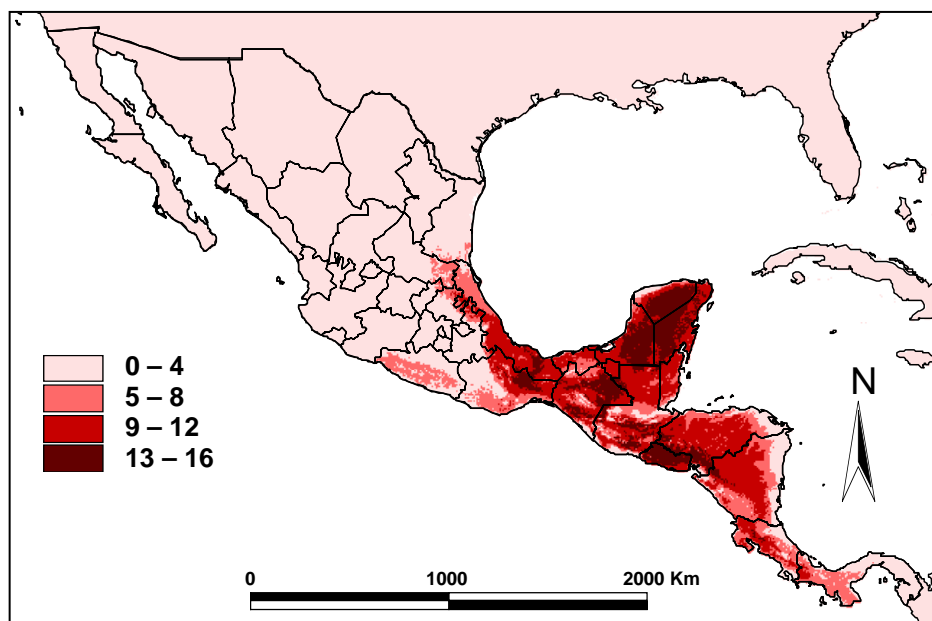


Figura 7.- Áreas con alto endemismo en mamíferos del BTP mesoamericano.

En cuanto a conservación, se halló que las áreas con alto endemismo están marginalmente representadas en alrededor de 34 ANP mesoamericanas, así como por diez RTP en México (Cuadro 2).

Cuadro 2. Áreas Naturales Protegidas de Mesoamérica y Regiones Terrestres Prioritarias de México que coinciden con regiones de alto endemismo.

País	ANP
México	Calakmul, Selva El Ocote, Cañón del Sumidero, Montes Azules, Bonampak-Yaxchilán-La Cojolita, Lacantún-Chan-Kin, Metzabok-Naha, Lagunas de Montebello y El Triunfo; así como las RTP Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión, Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe, Selva Zoque-La Sepultura, La Chacona-Cañón del Sumidero, La Lacandona, El Momón-Montebello, El Triunfo-La Encricijada-Palo Blanco, Zonas Forestales de Quintana Roo, Sur del Punto Put y Silvituc-Calakmul.
Guatemala	Sierra de las Minas, Cordillera Alux, Volcán Acatenango, Volcán de Fuego, Volcán de Agua y Volcán Pecaya.
Honduras	Sierra de las Minas, Cordillera Alux, Volcán Acatenango, Volcán de Fuego, Volcán de Agua, Volcán Pecaya; La Tigra, Volcán Pacayita, Montecillos, Montaña de Comayagua, Celaque y Opalaca.
El Salvador	Montecristo, El Pital, San Diego La Barra, Colima, Talcualhuya, Las Lajas, El Tecomatal, Volcán de San Vicente, entre otras.
Costa Rica	Tenorio, Arenal, Monteverde y Alberto Manuel Brenes.

ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

Se obtuvieron tres cladogramas diferentes. El primero, para los mamíferos no voladores, tuvo 127 árboles igualmente parsimoniosos, con una longitud de 840 pasos, un índice de consistencia (Ci) de 0.11 y un índice de retención (Ri) de 0.88, y del consenso estricto se generó una regionalización (220 nodos colapsados; Figuras 8, 9 y 10; Cuadro 3). El segundo análisis obtenido sólo con quirópteros, logró 129 árboles igualmente parsimoniosos, pero con una longitud de 1,010 pasos, Ci de 0.9 y Ri de 0.89, y a partir del consenso también se propone una regionalización (251 nodos colapsados; Figuras 11, 12 y 13; Cuadro 4). Finalmente, el tercer cladograma se obtuvo empleando todas las especies, con lo cual se originaron cuatro árboles igualmente parsimoniosos, con una longitud de 2,037 pasos, Ci de 0.9 y un Ri de 0.87) y del mismo modo, se plantea una regionalización con base en el consenso estricto (sólo 80 nodos colapsados; Figuras 14, 15 y 16; Cuadro 5).

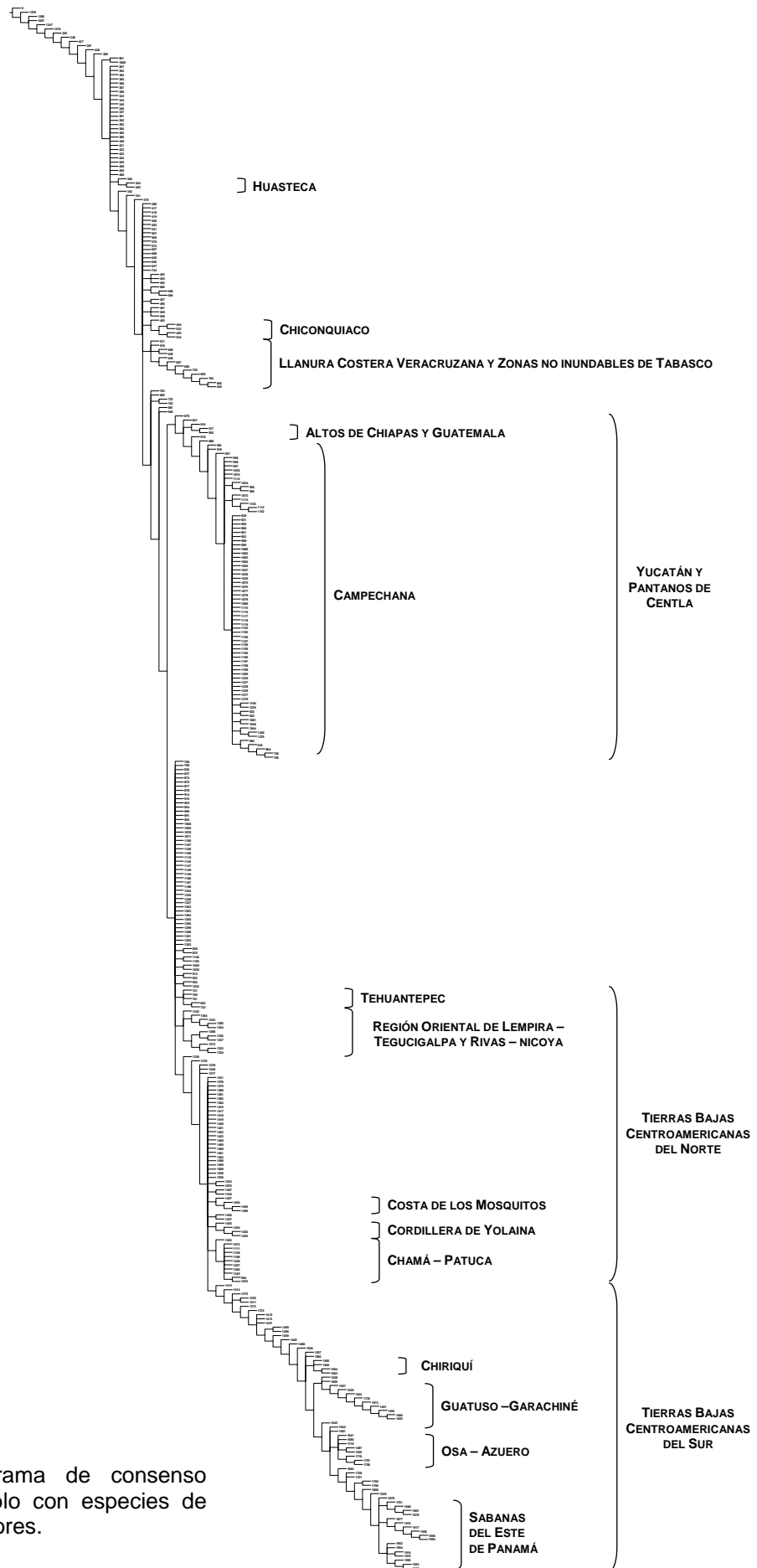


Figura 8. Cladograma de consenso estricto obtenido sólo con especies de mamíferos no voladores.

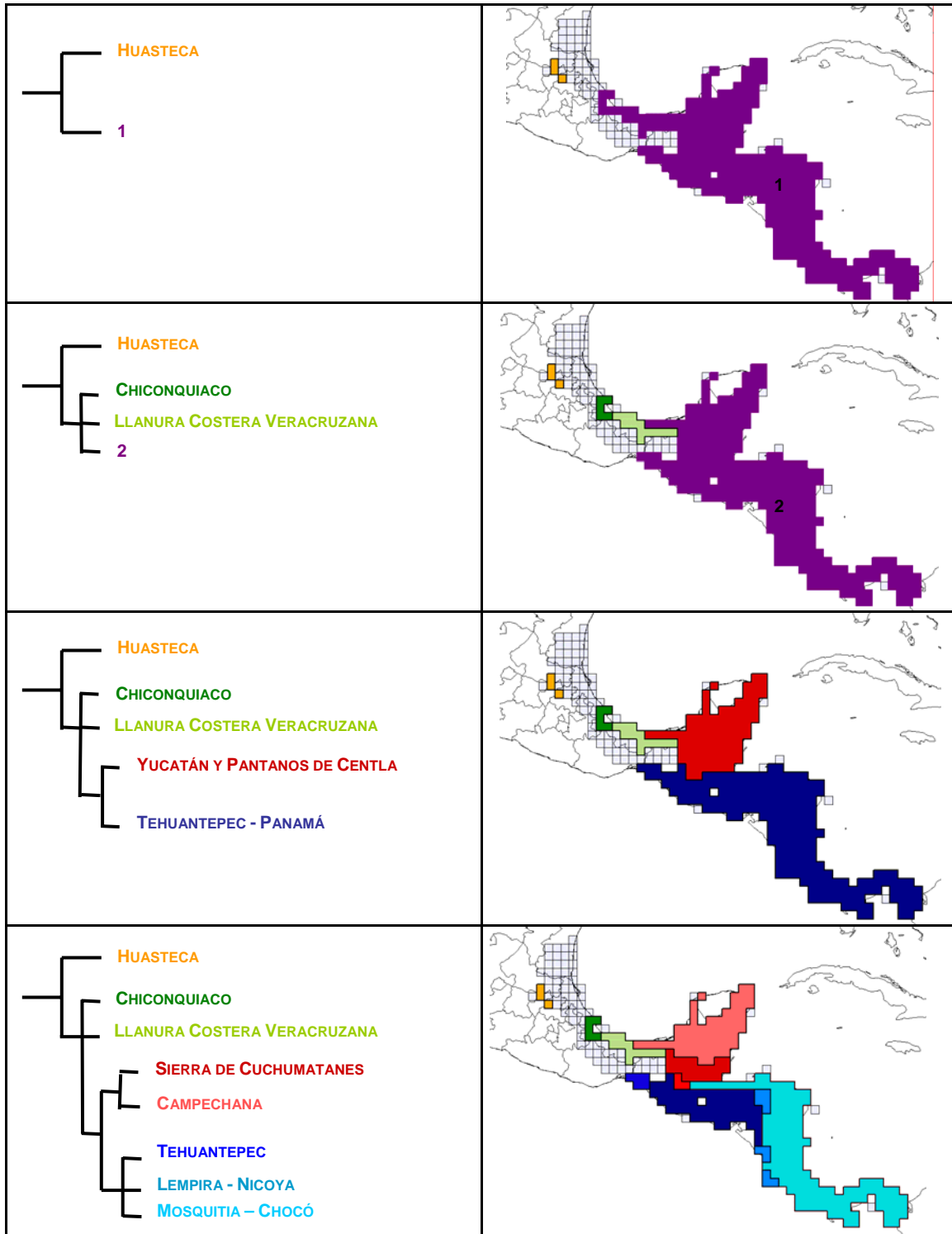


Figura 9. Secuencia de la regionalización obtenida mediante PAE y el empleo exclusivo de especies de mamíferos no voladores. A la izquierda se aprecia la formación en secuencia del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo encontradas.

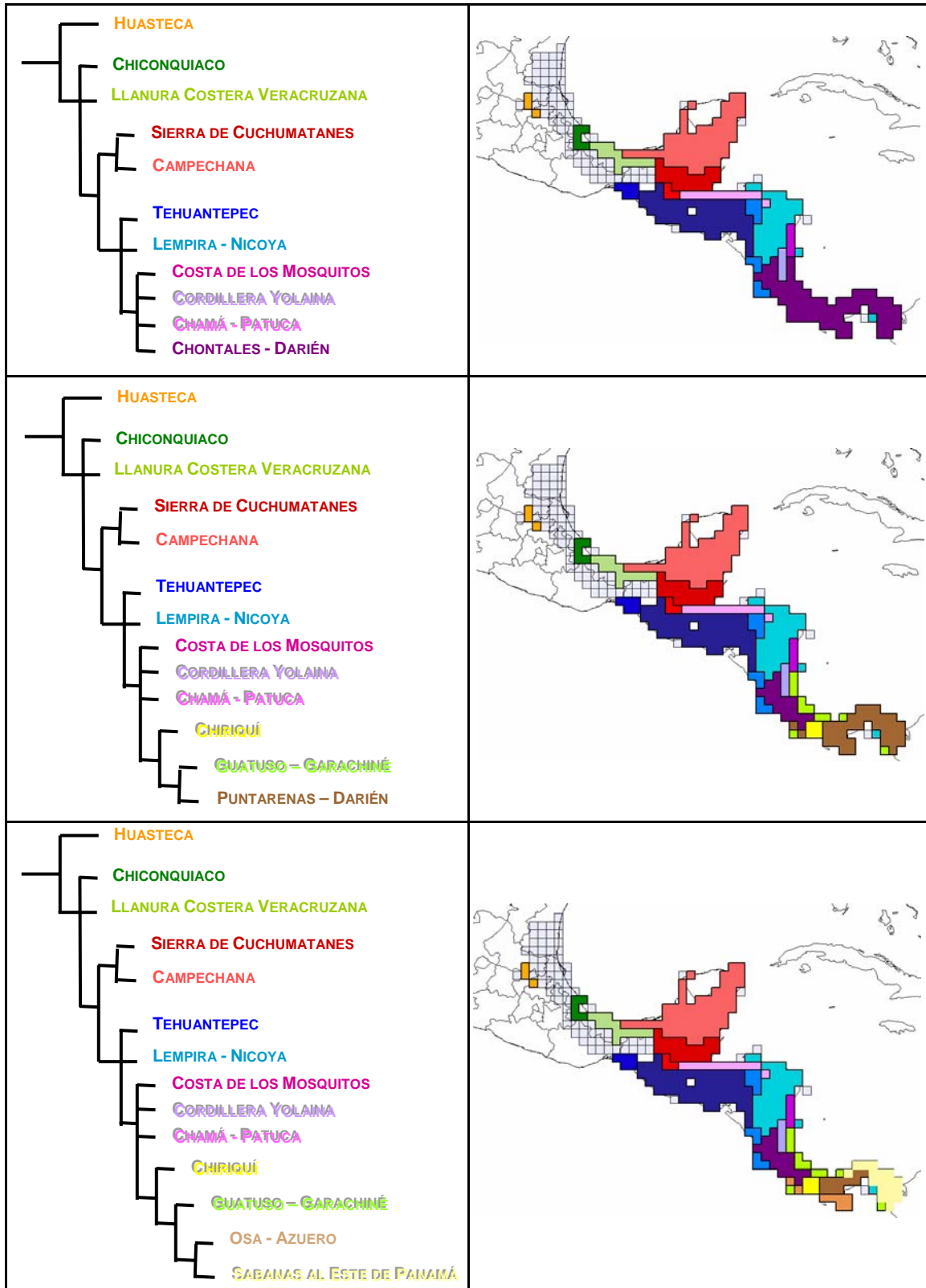


Figura 9 (Continuación). Secuencia de la regionalización obtenida mediante PAE y el empleo exclusivo de especies de mamíferos no voladores. A la izquierda se aprecia la formación en secuencia del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo encontradas.

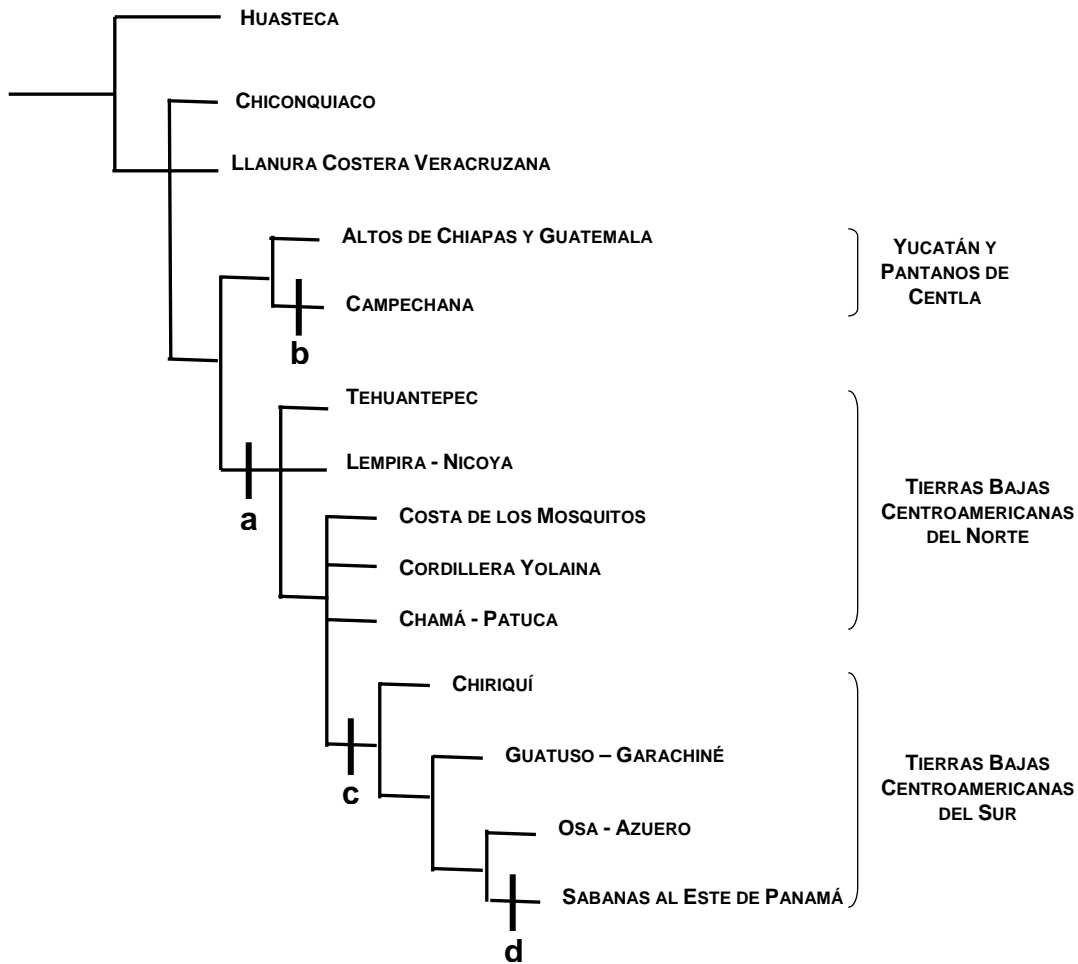


Figura 10. Cladograma consenso estricto (resumido), obtenido mediante el empleo exclusivo de especies de mamíferos no voladores.

Cuadro 3. Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de los mamíferos no voladores, indicando las sinapomorfias y autapomorfias halladas.

Nodo	Especies
a	<i>Sciurus variegatoides</i>
b	<i>Otonyctomys hatti</i>
c	<i>Oryzomys devius</i> y <i>O. talamancae</i>
d	<i>Ateles fusciceps</i> , <i>Heteromys australis</i> e <i>Isthmomys pirrensis</i>

Nota: los nodos sostenidos por una especie no son considerados estrictamente como áreas de endemismo, sin embargo existen potencialmente otras especies que los soportan.

En el cladograma obtenido a partir de mamíferos no voladores (Figuras 8, 9 y 10; Cuadro 3), lo primero que se aparta es un pequeño grupo constituido por la Huasteca; a continuación y al mismo nivel, se encuentran algunas regiones del Golfo de México; posteriormente se divide marcadamente en dos grupos, el primero conformado en su mayoría por Yucatán y una prolongación hacia los pantanos de Centla, y el segundo que se extiende desde el Istmo de Tehuantepec hacia el sur por todo Centro América.

El grupo inicial, se divide en una región perteneciente a los Altos de Chiapas y Guatemala y otra que constituye la región Campechana. El siguiente grupo, el más austral, se establece desde el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca hasta Panamá, se conforma en un principio por una politomía y posteriormente, se distingue Tehuantepec, secundado por la región Lempira–Nicoya; a continuación aparecen al mismo nivel, subconjuntos pertenecientes a una amplia región comprendida entre Mosquitia y Chocó, desde la Costa de los Mosquitos, la Cordillera de Yolaina, la región de Chama–Patuca y un grupo grande conformado de los Chontales al Darién; en los niveles siguientes, se aparta primero la región de Chiriquí, después un amplio grupo que incluye las Tierras Bajas Centroamericanas del Sur, en donde es posible distinguir Guatuso-Garachiné, las penínsulas Osa–Azüero y las Sabanas al E de Panamá.

Respecto al Cladograma originado exclusivamente con quirópteros (Figuras 11, 12 y 13; Cuadro 4), lo primero que resalta es que se encuentra a una menor resolución, y en general con patrones más grandes; donde el primer grupo está constituido por regiones costeras e islas, tanto del Pacífico como del Atlántico; después aparece el grupo de la Huasteca, seguido de un amplio grupo caracterizado por una gran indefinición que abarca gran parte del sureste de México, el centro de Guatemala, El Salvador y Nicaragua, y posteriormente se conforman siete grupos: Península de Yucatán, El Petén Escuintla–Chiquimulilla, las sierras de Chuacús y de Mita–Comecayo, la Depresión Media de Lempira–Tegucigalpa, la Península de Nicoya y Centro América, que incluye desde Guatemala hasta Panamá, y en el que es posible apreciar cuatro grupos anidados: primero se aparta la región Occidental de Lempira–Tegucigalpa, posteriormente aparecen dos grupos, el Oriente de Lempira–Tegucigalpa y de Colón en Honduras al Darién en Panamá, en este último clado se conforman la región de Trujillo–San Blas y la Cordillera de Talamanca.

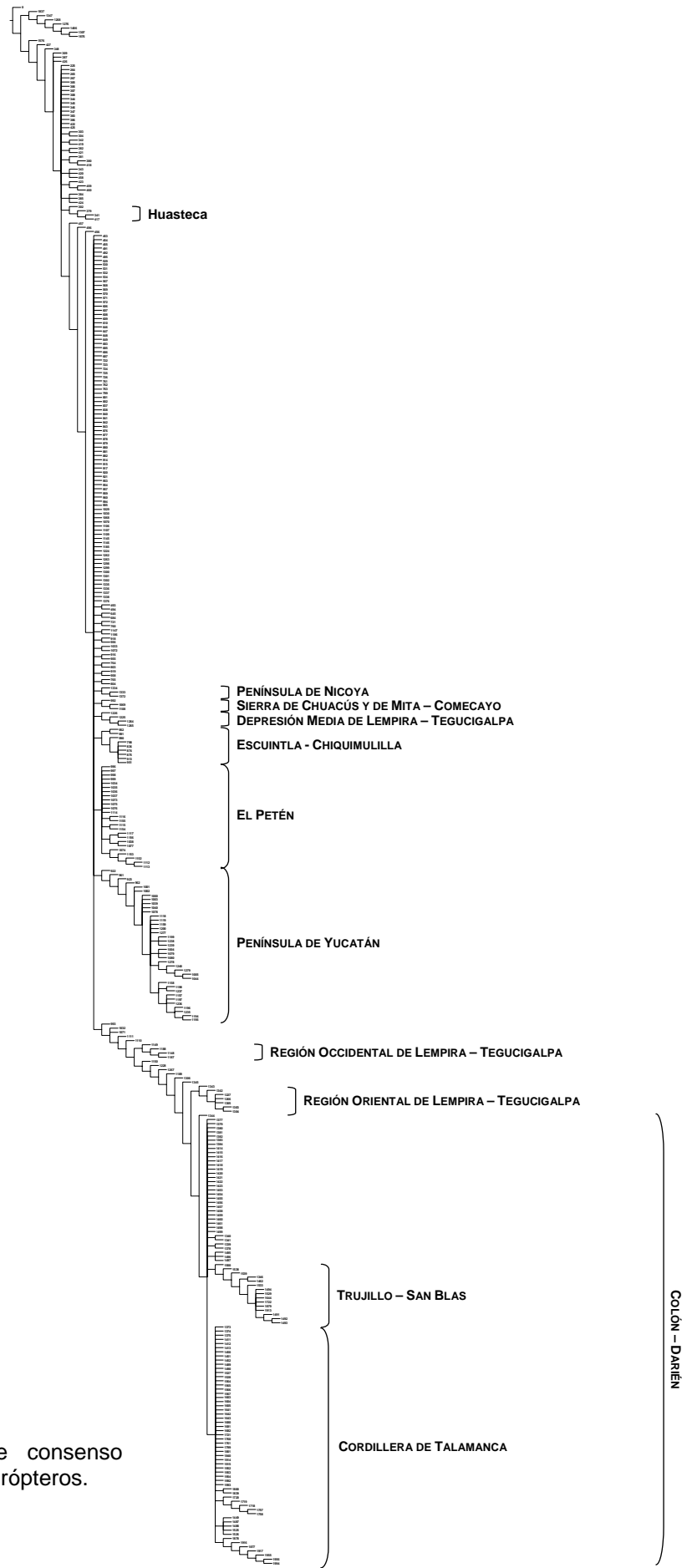


Figura 11. Cladograma de consenso estricto generado sólo con quirópteros.

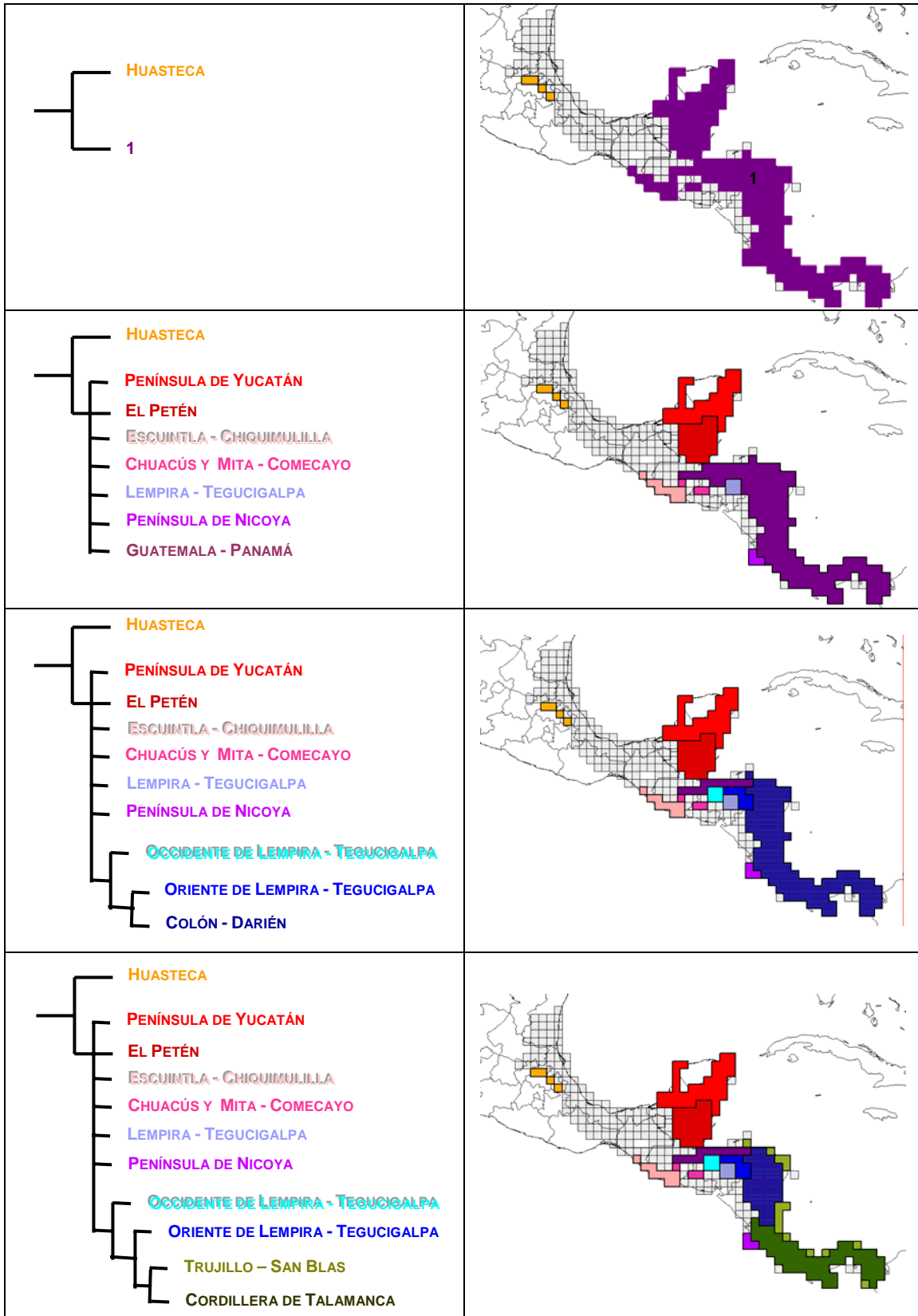


Figura 12. Regionalización en secuencia, lograda mediante PAE y el empleo de la quiropterofauna.

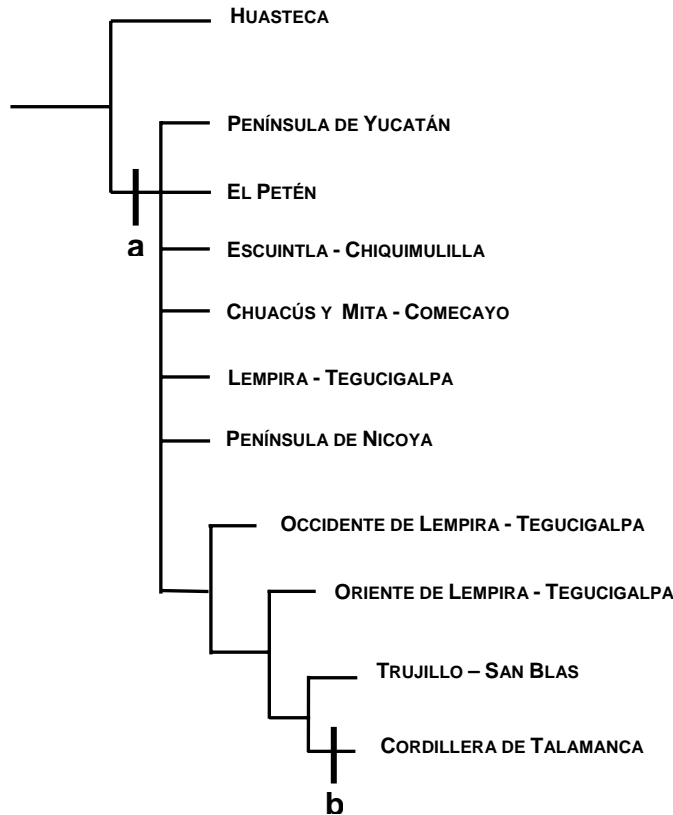


Figura 13. Cladograma consenso estricto (resumido), propio de la quiropterofauna.

Cuadro 4. Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de la quiropterofauna, señalando las sinapomorfias y autapomorfias encontradas.

Nodo	Especies
a	<i>Lophostoma evotis</i> , <i>Chrotopterus auritus</i> , <i>Phyllostomus discolor</i> , <i>Trachops cirrhosus</i> , <i>Vampyrodes caraccioli</i> , <i>Balantiopteryx io</i> , <i>Peropteryx macrotis</i> , <i>Cynomops mexicanus</i> , <i>Molossus sinaloae</i> y <i>Pteronotus gymnonotus</i>
b	<i>Anoura cultrata</i>

Nota: los nodos sostenidos por una especie no son considerados estrictamente como áreas de endemismo, sin embargo existen potencialmente otras especies que los soportan.

Finalmente, el cladograma generado con todas las especies (Figuras 14, 15 y 16; Cuadro 5), se encuentra a una mejor resolución, donde es posible detectar patrones mejor definidos. La mastofauna reconocida para los BTP mesoamericanos está dividida en dos grandes grupos, el clado septentrional comprende desde el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca y el norte de la Sierra Madre de Chiapas-Guatemala, y se extiende por la vertiente atlántica hasta la región de la Huasteca en Tamaulipas y San Luis Potosí; el segundo es un grupo austral, que contiene la vertiente pacífica desde el Istmo de Tehuantepec hacia el sur e incluye a toda Centro América.

Antes de esas dos grandes divisiones, lo primero que se aparta es un grupo formado por la Gran Sierra Plegada en la Sierra Madre Oriental, seguido por la Huasteca, posteriormente se desprenden varios grupos, apoyados por tres especies de murciélagos, el primero es uno pequeño que corresponde al E de la Faja Volcánica Transmexicana, a continuación se encuentran tres regiones del Golfo de México, seguidas por el grupo Juchitán al noroeste del Istmo de Tehuantepec y otra en Los Altos de Chiapas.

El grupo más septentrional es el considerado Yucatán y Pantanos de Centla y se conforma a partir de Los Altos de Guatemala, seguido por la Sierra Lacandona, El Petén–Belice, posteriormente y a otro nivel, soportados por *Otonyctomys hatti* y *Mazama pandora*, se une la región de los Pantanos Tabasqueños de Centla–Champotón, y por el otro la Península de Yucatán.

El segundo clado es el más austral, se establece desde el Istmo de Tehuantepec y está conformado en un principio por seis grupos al mismo nivel, un grupo muy definido que se extiende desde Tehuantepec hasta Usulután; los BTP del litoral caribeño, a partir del Golfo de Honduras, abarcando toda el área de Mosquitia; el conformado por Lempira–Tegucigalpa, posteriormente aparecen los Montes de Huapi y Managua–Nicoya; el último comprende de Jinotega a Panamá, mismo que se subdivide iniciando por las cordilleras Isabelia y Yolaina; consecutivamente se ensambla un clado, apoyado por dos especies de *Oryzomys*, y que corresponde al Occidente del Istmo de Panamá, el cual se divide en la región de Guatuso–Talamanca y las Sabanas del E de Panamá, ésta última región soportada por los roedores *Heteromys australis* e *Isthmomys pirrensis*.

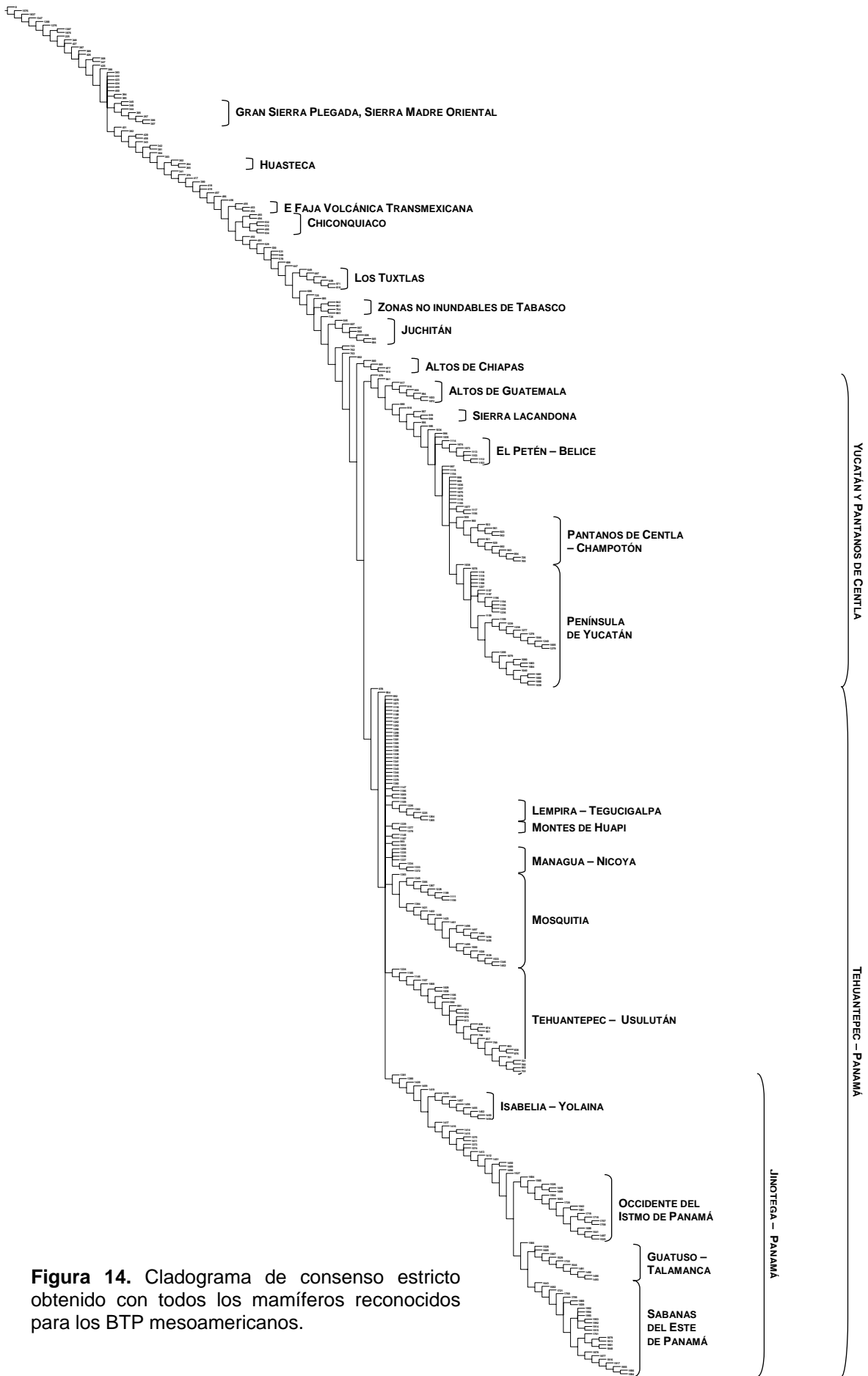


Figura 14. Cladograma de consenso estricto obtenido con todos los mamíferos reconocidos para los BTP mesoamericanos.

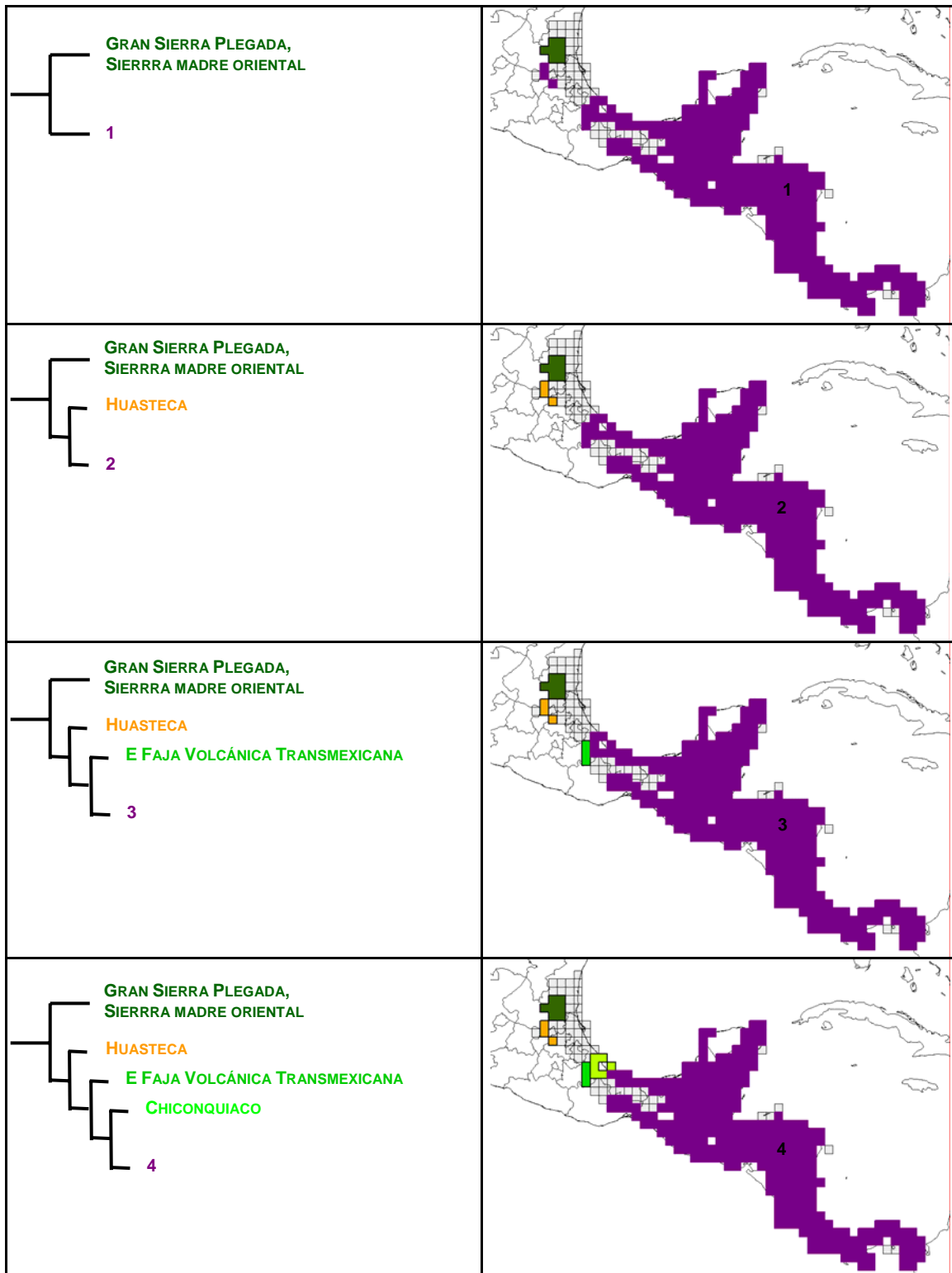


Figura 15. Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos. A la izquierda, la formación del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo halladas.

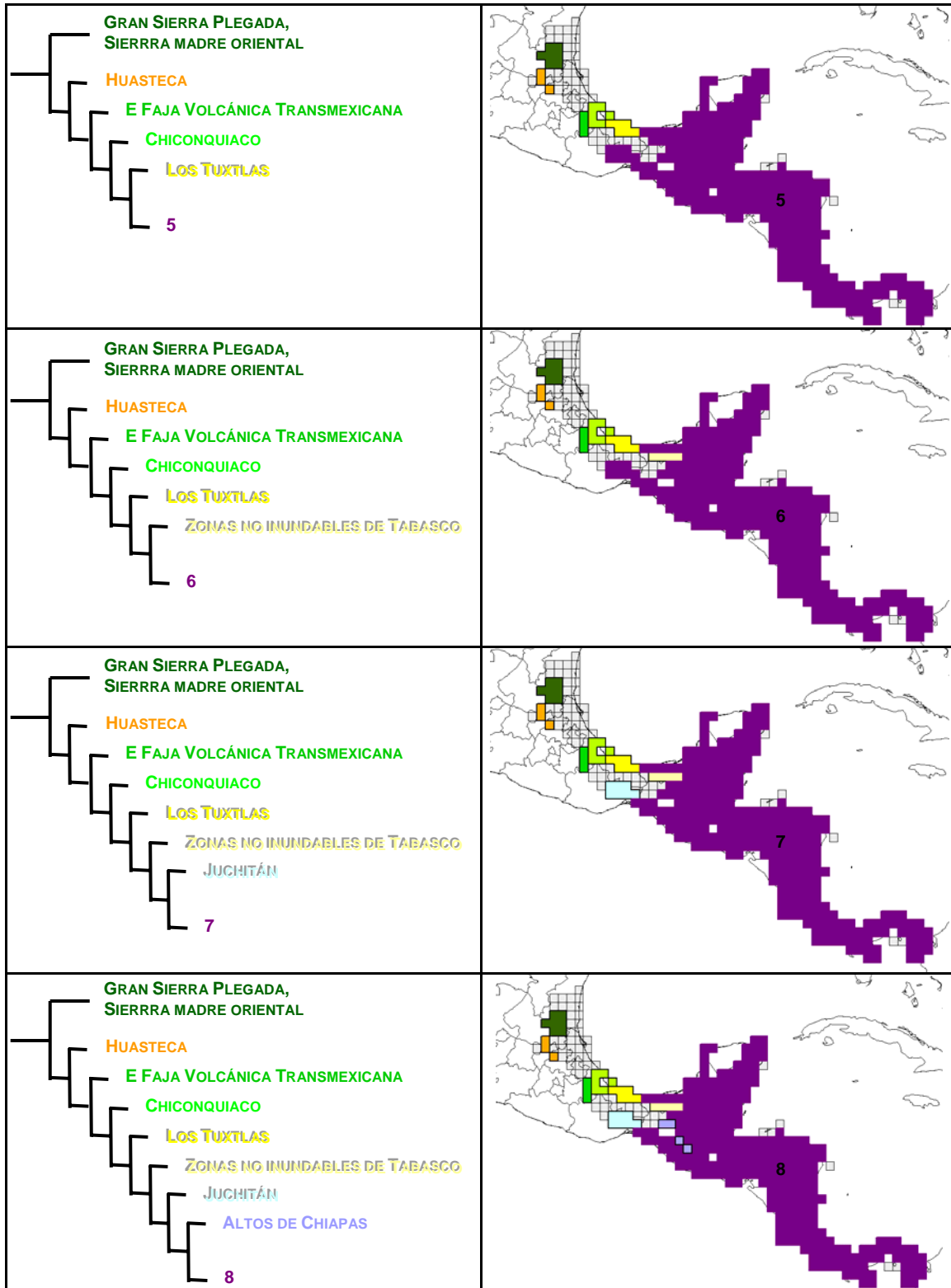


Figura 15 (Continuación). Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos. A la izquierda, la formación del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo halladas.

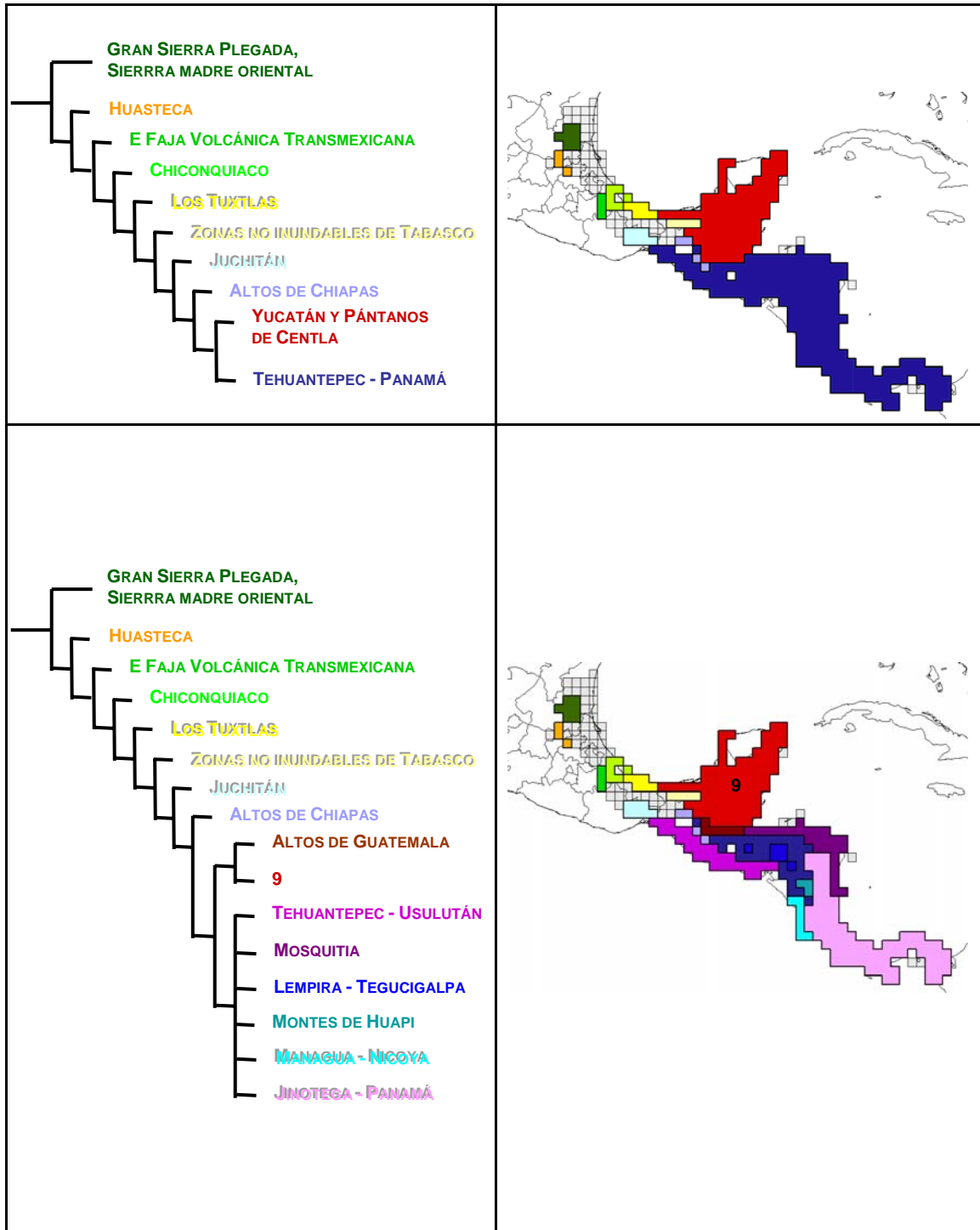


Figura 15 (Continuación). Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos. A la izquierda, la formación del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo halladas.

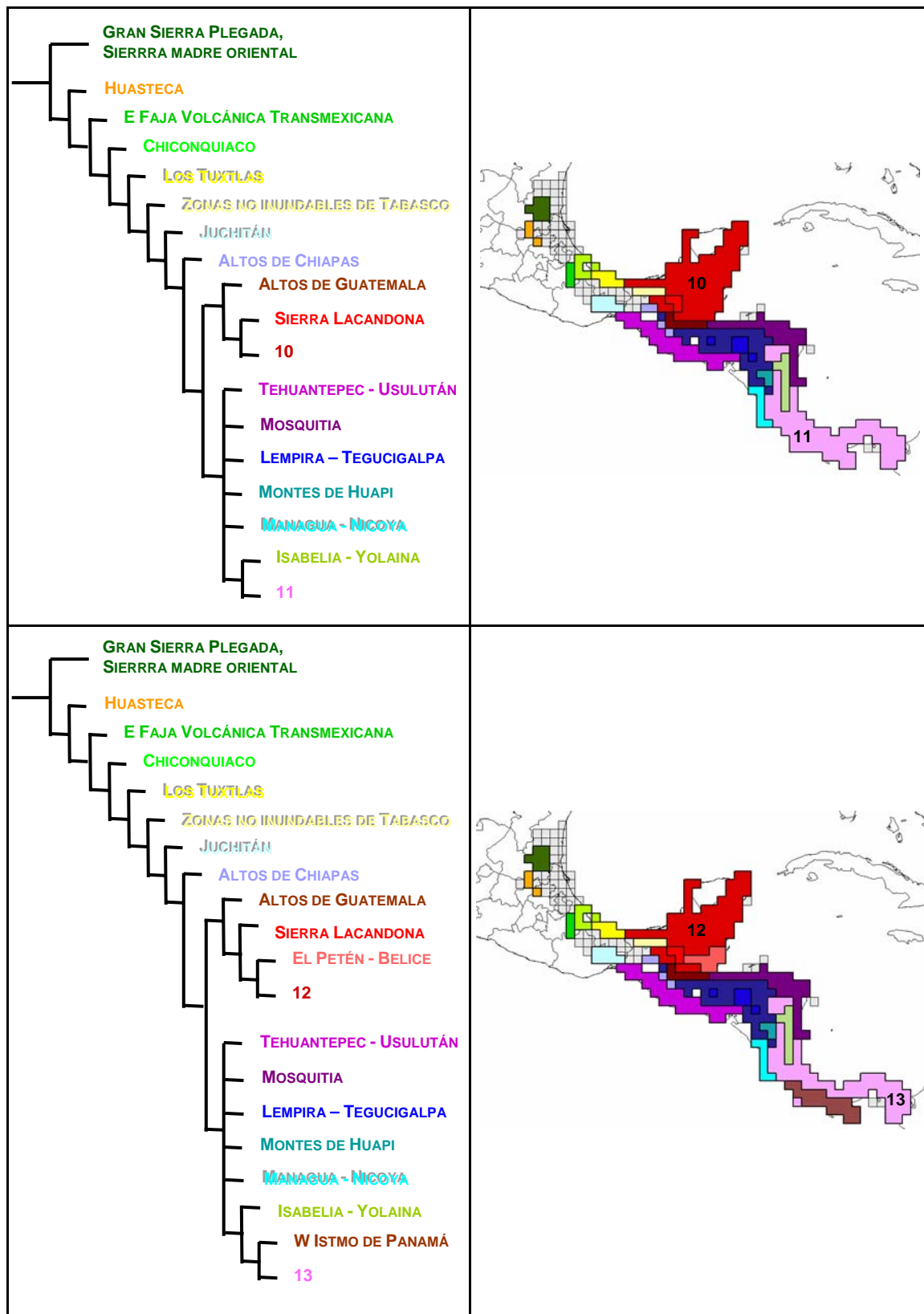


Figura 15 (Continuación). Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos. A la izquierda, la formación del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo halladas.

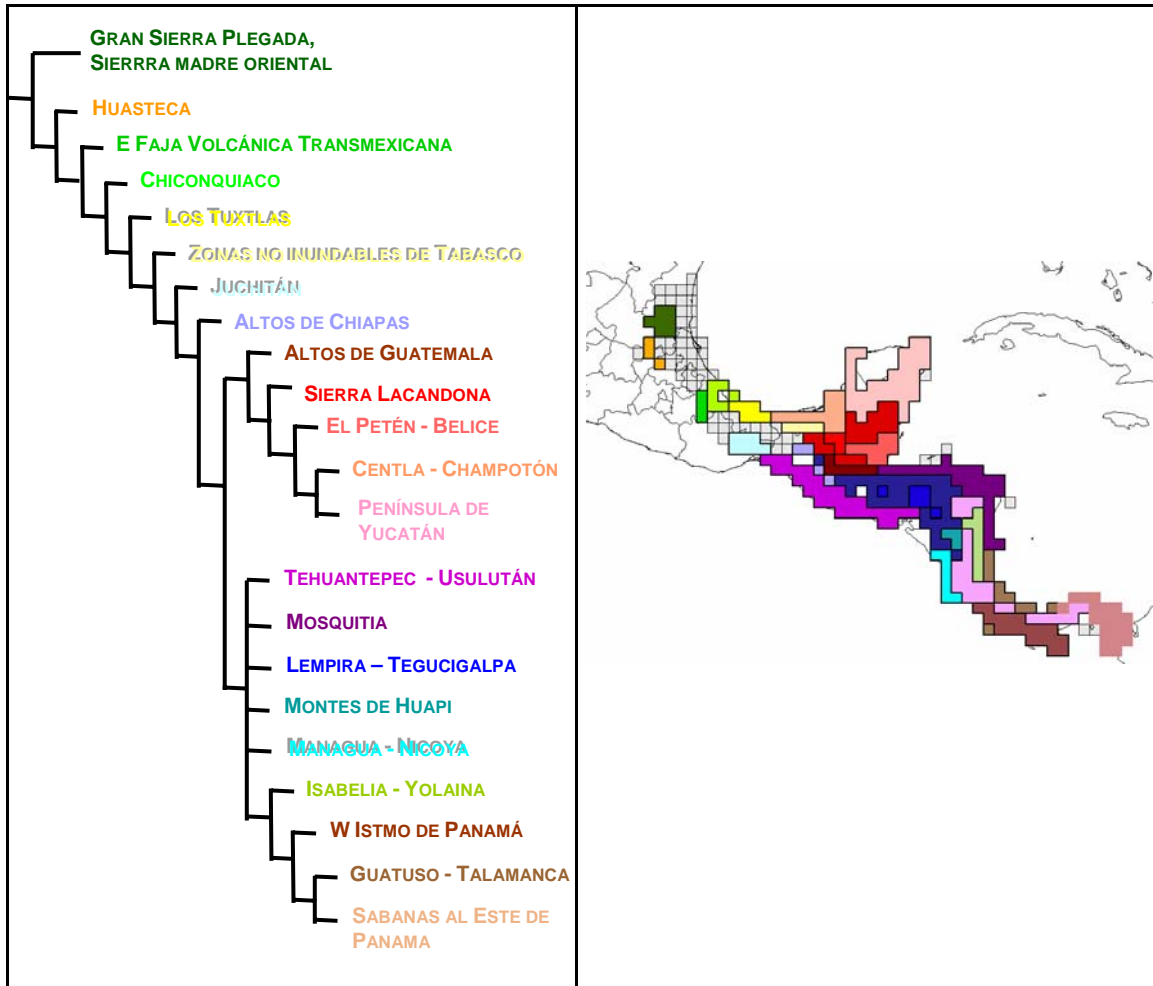


Figura 15 (Continuación). Regionalización en secuencia, lograda a través del PAE y el empleo de todas las especies de mamíferos. A la izquierda, la formación del cladograma simplificado y a la derecha las áreas de endemismo halladas.

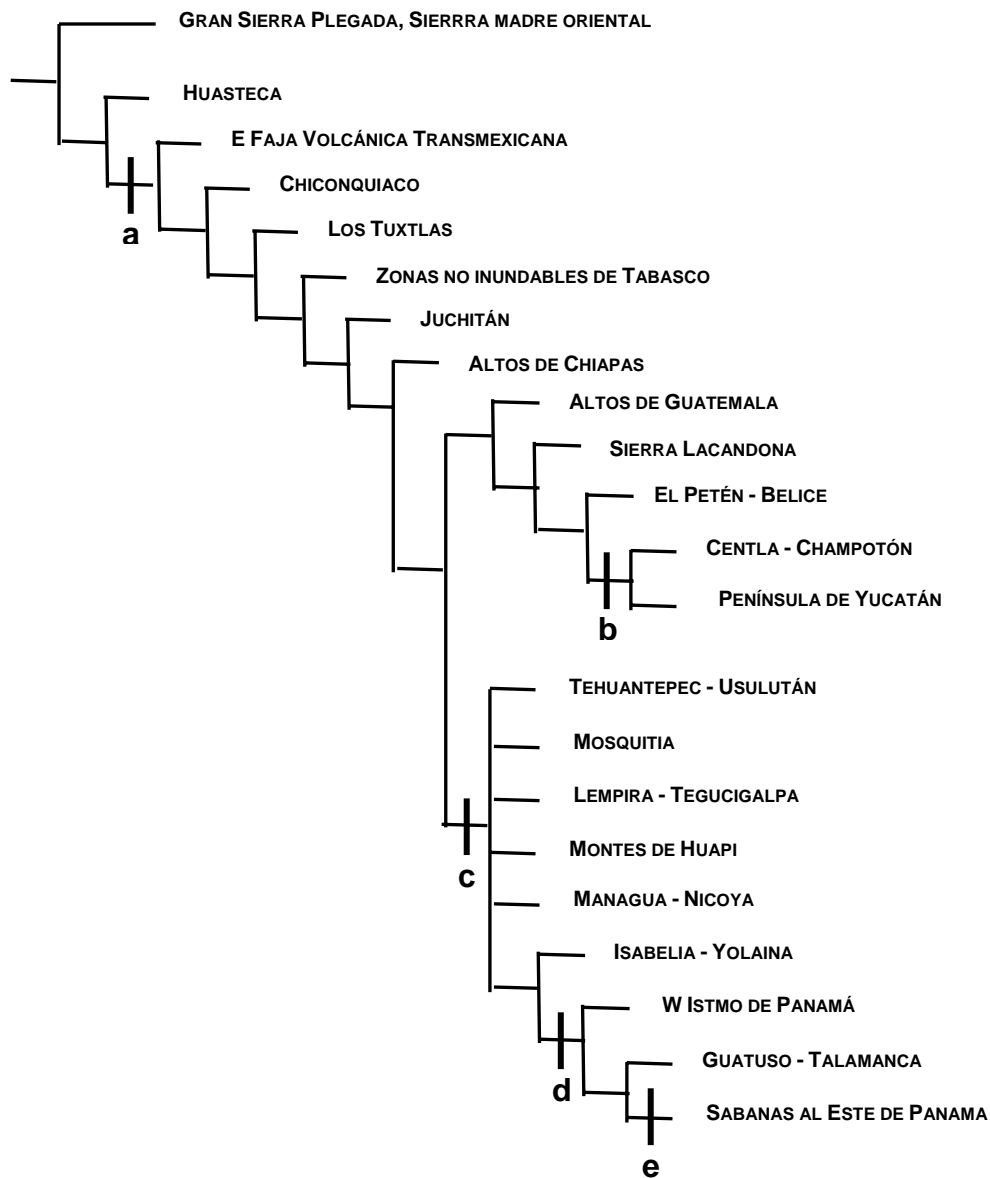


Figura 16. Cladograma consenso estricto (resumido), obtenido con el empleo de la mastofauna mesoamericana del BTP.

Cuadro 5. Nodos del cladograma consenso estricto (resumido) de la mastofauna mesoamericana del BTP, denotando las sinapomorfias y autapomorfias halladas.

Nodo	Especies
a	<i>Chrotopterus auritus</i> , <i>Hylonycteris underwoodi</i> y <i>Peropteryx kappleri</i>
b	<i>Otonyctomys hattii</i> y <i>Mazama pandora</i>
c	<i>Micronycteris hirsuta</i>
d	<i>Oryzomys devius</i> y <i>O. talamancae</i>
e	<i>Heteromys australis</i> e <i>Isthmomys pirrensis</i>

Nota: los nodos sostenidos por una especie no son considerados estrictamente como áreas de endemismo, sin embargo existen potencialmente otras especies que los soportan.

DISCUSIÓN

SELECCIÓN DE ESPECIES

El número de especies de mamíferos registradas en el BTP mesoamericano, representa aproximadamente el 40% de las especies reconocidas para toda la región (Ceballos y Navarro, 1991; Flores-Villela y Navarro, 1993; Reid, 1997; Ceballos *et al.*, 2002a, 2005; Samudio, 2002; Wilson *et al.*, 2002; Ceballos y Oliva, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson y Reeder, 2005). Un componente importante de esta diversidad lo constituye la quiropterofauna, representada por nueve familias (Wilson, 1974; McCoy y Connor, 1980; Álvarez y de Lachica, 1991; Reid, 1997; Fa y Morales, 1998; Ortega y Arita, 1998; Villa-R. y Cervantes, 2003; Wilson y Reeder, 2005). La gran diversidad en los murciélagos podría ser el resultado de un patrón de riqueza particular, determinado principalmente por la temperatura y el régimen de lluvias (Arita, 1993). De acuerdo con Koopman (1976, 1982, 1993), las familias Noctilionidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Natalidae, Furipteridae y Thyropteridae tienen un claro origen Neotropical; mientras que Emballonuridae y Molossidae presentan una distribución pantropical, sin embargo, ciertas especies de molossidos se han registrado en ambientes subtropicales; finalmente, la familia Vespertilionidae presenta una distribución mundial, aunque muy probablemente surgió en el Viejo Mundo.

Los roedores por su parte, son los mamíferos más abundantes de Mesoamérica, sin embargo, el número de especies encontrado en los BTP es bajo si se le compara con regiones áridas o templadas, situación relativamente común en los bosques tropicales, debido a que la mayoría de las especies del orden se concentra en latitudes intermedias (Fa y Morales, 1998; Ceballos *et al.*, 2002b). En el caso de los cricétidos, su distribución posiblemente responde a un control ambiental (Patterson y Pascual, 1972), ya que el grupo sigmodontino, considerado el menos diverso de esta familia, es el que destaca en el BTP mesoamericano (Ferrusquía-Villafranca, 1977). La familia Sciuridae también escasea en los trópicos mesoamericanos; *Sciurus* es el género más abundante en Mesoamérica, y *Syntheosciurus* y *Microsciurus* viven en Centroamérica y al norte de América del Sur (Fa y Morales, 1998). En el caso de las familias Geomyidae y Heteromyidae, se trata de formas principalmente del norte (Fa y Morales, 1998). Respecto a grupos inmigrantes del sur en el trópico mesoamericano, sobresalen los roedores caviomorfos (Erethizontidae, Hydrochaeridae, Dasyproctidae y Cunicilidae; Ferrusquía-Villafranca, 1977; Fa y Morales, 1998; Reid, 1997). Por último, cuatro especies de la

familia Echimyidae, estrechamente relacionada con el grupo anterior y restringida a América del Sur, se extiende al BTP de Mesoamérica (Reid, 1997).

Dentro de los carnívoros, destaca el número de felinos y mustélidos en los biomas tropicales mesoamericanos; los prociónidos incluyen cinco géneros, que son más abundantes en Mesoamérica que en cualquier otra región (Reid, 1997; Fa y Morales, 1998). Además de otros órdenes bien constituidos como Didelphimorphia y Primates, en estos grupos se observa un incremento de diversidad hacia el sur (Álvarez y de Lachica, 1991; Reid, 1997; Fa y Morales, 1998; Ceballos *et al.*, 2002b; Wilson *et al.*, 2002; Villa-R. y Cervantes, 2003); y el registro fósil del Cenozoico muestra que ambos órdenes se encuentran restringidos a América del Sur, y sólo aparecen en otras áreas durante el Pleistoceno (Ferrusquía-Villafranca, 1977).

De acuerdo con lo anterior, se distinguen cuatro elementos en la mastofauna del BTP mesoamericano: el neotropical, el endémico, algunas que se comparten con América del Norte y del Sur y unas cuantas de distribución netamente neártica (Flores-Villela y Gerez, 1994; Ceballos *et al.*, 2002a, 2002b, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson y Reeder, 2005). De éstos, el elemento neotropical es el que más influye sobre su composición, lo cual podría indicar que gran parte de la mastofauna tuvo su origen en Mesoamérica, América del Sur y en menor medida en el Caribe, sin excluir la posibilidad de que algunas especies se hayan originado incluso en México (Larsen *et al.*, 2007). Lo anterior no difiere mucho de lo hallado en flora (Sharp, 1953; Rzedowski, 1962, 1991, 1993; Challenger, 1998; Pitman *et al.*, 1999) y otros grupos de vertebrados (Hillis y De Sá, 1988; Lang, 1989; Crother *et al.*, 1992; Hernández-Baños *et al.*, 1995; Campbell y Savage, 2000; Barker, 2004; Dacosta y Klicka, 2007; Sánchez-González *et al.*, 2008).

En cuanto a las dificultades halladas durante la selección de especies, la mayoría se debieron a los diferentes arreglos taxonómicos y nomenclaturales de la mastofauna, así como a las diferentes clasificaciones de la vegetación, sin embargo una vez que se optó por seguir las propuestas de Wilson y Reeder (2005) y Rzedowski (1981), respectivamente, y se conformaron las tablas de equivalencias taxonómicas entre las distintas autoridades, el proceso de selección de especies se agilizó considerablemente. Cabe mencionar, que no fue posible establecer con precisión que especies presentan una

estrecha relación con el BTP, debido a que la literatura consultada no señala un orden en las preferencias de hábitat (Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005; Wilson y Reeder, 2005).

BASE DE DATOS

En el presente estudio, se evidencia el enorme alcance que tienen los datos primarios sobre biodiversidad, un dato primario es el registro de una especie particular en un punto dado en tiempo y espacio (Peterson *et al.*, 2002b). Si bien, este trabajo se pudo desarrollar gracias al esfuerzo de algunos museos por digitalizar la información asociada a los especímenes incluidos en su acervo (Krishtalka y Humphrey, 2000), para algunas regiones de Guatemala, Honduras y Nicaragua, así como para muchas de las especies centroamericanas, no se encontraron registros suficientes.

El manejo de bases de datos, el acceso a las colecciones en línea y a las bases centralizadas (Mammal Networked Information System, <http://manisnet.org/>; Global Biodiversity Information Facility, <http://www.gbif.org/>; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, <http://www.conabio.gob.mx/>; Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, www.remib.org/), tienen un gran potencial al ser analizados e interpretados bajo el contexto de la información geoespacial, no obstante, sin una depuración correcta de los datos, la información perderá sentido al carecer de una substancial base taxonómica.

La disponibilidad de datos en internet, hizo posible tener acceso a bases independientes; sin embargo, el origen heterogéneo de las mismas y la naturaleza dinámica de la taxonomía, evidenció que mucha de la información no se encontraba al día, incluso se ha estimado que las sinonimias abarcan entre un 10 y 30% de los nombres en muchas bases (Gaston y Mound, 1993; Alroy, 2002). Otro tipo de problemas inherentes a las bases de datos, implicaron una mala determinación de un número relativamente importante de ejemplares, además de localidades inexactas o la asignación incorrecta de coordenadas geográficas. No obstante, su solución fue posible a través de la consulta de equivalencias taxonómicas, en combinación con la información geográfica de las distribuciones para cada especie, tal y como sugieren Soberón y Peterson (2004), y aunque más de 12,000 registros y casi 6,000 localidades únicas se perdieron durante la depuración, se estima que la representación de datos primarios fue muy buena, sobre todo si se compara con las zonas montanas o los bosques tropicales caducifolios, biomas

menos extensos en los que ocurren una menor diversidad y una proporción más elevada de especies restringidas.

GARP

Debido a la relativa escasez de datos puntuales y el uso de distribuciones modeladas a partir de un algoritmo predictivo, fue posible cubrir grandes huecos en la información distribucional de las especies, sobre todo para Centro América (Peterson *et al.*, 1998, 2002a; Peterson y Cohoon, 1999). Incluso, el tamaño de muestra fue un criterio a seguir en la elección del algoritmo de predicción adecuado, debido a que existen diferencias significativas en la relación tamaño de muestra / precisión en los distintos métodos para modelar la distribución geográfica de las especies (Guisan y Zimmermann, 2000).

Muchas de las diferencias que existen entre los tipos de algoritmos para el MNE, se deben en gran medida a las distintas propiedades de cada uno de los algoritmos. El algoritmo de GARP asocia las variables ambientales de los puntos de presencia a un conjunto de puntos que se remuestran en el resto del área en donde la especie no ha sido registrada, lo que genera un conjunto de reglas para realizar los modelos y validarlos (Peterson y Nakazawa, 2008). Por lo tanto, este método permitió añadir valor a la escasez de datos para 45 especies, incrementando su cobertura y resolución (Peterson y Nakazawa, 2008), a pesar de que en dichos casos se estableció un rango entre cinco y 15 datos de ocurrencia, valores por debajo del sugerido por Peterson y Cohoon (1999); pero similares a lo propuesto por Stockwell y Peterson (2002a), quienes indican que GARP requiere un promedio cercano a los diez puntos de referencia para lograr un 90% de exactitud máxima, dichos acercamientos proporcionan una herramienta robusta y de gran alcance (Stockwell y Peterson, 2002b), capaz de construir modelos de distribución geográfica de las especies con base en datos incompletos (Peterson *et al.*, 1999; Peterson, 2001; Iloldi-Rangel *et al.*, 2004).

RIQUEZA DE ESPECIES Y ENDEMISMO

La región reconocida como Mesoamérica es rica en especies de mamíferos con un alto número de especies que le son exclusivas. A pesar de que Croizat (1976) incluye toda la región en un nodo Mesoamericano – Antillano, al parecer los BTP mesoamericanos no son una unidad homogénea en cuanto a su mastofauna, en éstos predomina el elemento Mesoamericano Tropical, equivalente a los trazos generalizados Sudamericano de

Savage (1966, 1982) y Meridional de Morrone y Márquez (2001); mientras que en la Península de Yucatán se encuentra también el elemento Antillano, por lo que su condición de unidad natural debería revisarse.

En relación al mapa de concentración de especies, generado a partir de la suma de 192 áreas de distribución geográfica, es evidente que todas las regiones consideradas de mayor riqueza potencial de mamíferos, responden principalmente a una topografía compleja, y con ello, a una gran variedad de climas, ambientes y tipos de vegetación, condiciones que mantienen una mezcla impresionante de especies de climas templados y tropicales; aunque, cabe la posibilidad de que la riqueza detectada en regiones con un amplio margen altitudinal y por ende, una elevada heterogeneidad ambiental, sea simplemente el reflejo de una elección arbitraria de las especies reconocidas en el BTP mesoamericano, sobre todo por la gran tolerancia de muchas de las especies involucradas en el presente análisis. Sin embargo, las áreas de alta diversidad mastofaunística coinciden con lo hallado para flora en las regiones de El Arco que implica parte de la Selva Zoque; Izabal que comprende el sur del Petén, Izabal y Alta Verapaz en Guatemala, y el sur de Belice; y el norte de Centro América (Toledo, 1982; Wendt, 1989), insectos (McCafferty *et al.*, 1992; Morón, 1992; Schuster, 1992), anfibios (Campbell, 1999), y aves (Hawkins *et al.*, 2006; Patten y Smith-Patten, 2007).

Las áreas con un elevado número de especies no necesariamente corresponden a refugios del pasado, puesto que la diversidad es muy afectada por condiciones ambientales actuales y puede también indicar áreas de simpatria en la distribución de especies después de su reexpansión desde varios refugios (Brown, 1982; Campbell y Frailey, 1984). No obstante, áreas como El Ocote, La Lacandona y los BTP presentes en los valles que se forman entre varias sierras de Guatemala y Honduras, coinciden con aquellas regiones propuestas como refugios florísticos (Gentry, 1982; Toledo, 1982; Wendt, 1989); incluso, Brown (1982) plantea un refugio selvático guatemalteco mucho más amplio, este refugio se extiende desde el norte de Honduras y el área de Izabal, a través de la parte occidental de la Selva Lacandona, al área de El Arco, y continúa hacia el norte de Oaxaca y otras partes del sur de Veracruz.

Por lo menos, desde que Wallace (1852) introdujo la hipótesis de la barrera ripícola, se han propuesto varios modelos que pretenden explicar el origen de esta

elevada diversidad en los organismos neotropicales, incluyendo a los mamíferos. Recientemente, la atención se ha centrado en varios mecanismos que fueron muy activos durante el Pleistoceno (Simpson y Haffer, 1978; Haffer, 1982, 1987a, 1997; Endler, 1982; Morain, 1984; Prance, 1987; Brown, 1987b; Bush, 1994; Colinvaux, 1996; Kinzey, 1997). Una primera teoría, es la formación de refugios (Haffer, 1969, 1982, 1997; Simpson y Haffer, 1978; Morain, 1984), sugiere que durante el Pleistoceno y sus ciclos glaciales asociados, los episodios repetidos de la extensión y contracción del bosque produjeron áreas donde el bosque persistió continuamente, denominadas refugios, en las que cabe la posibilidad de especiación alopátrida (Haffer, 1969, 1982, 1997; Vuilleumier, 1971; Simpson y Haffer, 1978; Prance, 1982). Sin embargo, también se ha postulado que la alta diversidad del Neotrópico, en especial del Amazonas, resulta de divergencia parapátrica debido a gradientes ecológicos agudos (Endler, 1977, 1982), terreno de aluvión dinámico (Salo *et al.*, 1986), ciclos paleoclimatológicos de largo plazo (Haffer, 1993) o cambios climáticos (Bush, 1994), y heterogeneidad ecológica (Tuomisto *et al.*, 1995). Inclusive, Colinvaux (1996) plantea que durante el Pleistoceno, la variación limitada de tamaño y composición del BTP sólo era posible en la periferia del Amazonas. Aunque, parecen haber existido varios refugios pleistocénicos recurrentes (Morain, 1984; Brown, 1987b; Haffer, 1987a, 1997, Bush, 1994).

La elevada diversidad de los mamíferos mesoamericanos también se ha intentado explicar desde varios puntos de vista; por su ubicación dentro de la región Neotropical, que comparada con la extensión Neártica, representa mayor disponibilidad de recursos (Arita y León, 1993; Fa y Morales, 1998); igualmente puede deberse a un patrón latitudinal típico de la distribución de los mamíferos, en donde el número de especies aumenta conforme disminuye el gradiente latitudinal, desde las zonas templadas a las tropicales (Simpson, 1964; MacArthur, 1965; Wilson, 1974; McCoy y Connor, 1980; Willig y Selcer, 1989; Ceballos y Navarro, 1991; Pagel *et al.*, 1991; Mares, 1992; Willig y Gannon, 1997; Ceballos *et al.*, 1998; Kaufman y Willig, 1998; Fa y Morales, 1998; Willig *et al.*, 2003).

Otras hipótesis sugieren que la alta riqueza de los mamíferos en Mesoamérica, responde en gran medida a la conexión terrestre entre Norte América y América del Sur durante el Mioceno, cuando los mamíferos norteamericanos se extendían hasta la actual Zona del Canal, aislada de la gran mastofauna austral de esa época, mediante una barrera de tipo marino principalmente (Whitmore y Stewart, 1965; Ferrusquía-Villafranca,

1975, 1977); sin embargo, a partir de que se levantaron secciones de Centro América sobre el nivel del mar a finales del Terciario, y se estableció el paso con América del Sur durante el Cuaternario Tardío (Dickinson y Coney, 1980; Coney, 1982), se propició el intercambio de vertebrados terrestres, hecho de gran trascendencia en el origen y evolución de la mastofauna a nivel continental y que no tiene precedente alguno en el planeta (Ferrusquía-Villafranca, 1975, 1977; Marshall *et al.*, 1982; Savage, 1982; Stehli y Webb, 1985; Webb, 1976, 1978, 1985, 1991, 1997, 2006; Pascual, 2006).

La teoría de islas propone mecanismos de diversificación entre los organismos durante el pre-Pleistoceno (Croizat *et al.*, 1974); consecuencia de cambios paleogeográficos y el ascenso de los Andes, lo que propició el aislamiento y reconexión de las poblaciones durante el terciario, y con ello, mucha de la especiación en el Neotrópico (Haffer, 1982, 1997).

Aún no se alcanza ningún acuerdo en relación con la validez general de alguno de estos modelos de especiación, y tampoco son mutuamente excluyentes. Sin embargo se ha logrado establecer que la orogenia andina, el surgimiento del Istmo de Panamá, los ríos y refugios de los BTP, en ese orden, jugaron importantes papeles en la diversificación de los mamíferos Neotropicales (e. g., Patton y Smith, 1992; Patton *et al.*, 1994; Genoways y Baker, 1996; Silva-López *et al.*, 1996; Madeiros *et al.*, 1997; Collins y Dubach, 2000a, b, 2001; Cortés-Ortiz *et al.*, 2003; Collins, 2004; Hoffman y Baker, 2003; Larsen *et al.*, 2007). De este modo, la peculiar historia geológica y evolutiva mesoamericana se ha traducido no sólo en un alto grado de diversidad sino también de endemismos. Inclusive, Mesoamérica ha sido propuesta como una entidad biogeográfica distinta, en función de la composición histórica y actual de su biota (Savage, 1966, 1982, 2002; Gentry, 1992; Lot y Novelo, 1992; McCafferty *et al.*, 1992; Köhler, 2003).

Respecto al BTP mesoamericano, Flores-Villela y Gerez (1994) mencionan que este sistema ecológico ocupa el sexto lugar en diversidad de especies de vertebrados endémicos, aunque es importante señalar que dichos autores no emplean el término Mesoamérica en su contexto antropológico-cultural ni biogeográfico, sino más bien político, por lo que al excluir el Matorral Xerófilo por su distribución netamente Neártica, el BTP se situaría en el quinto puesto, tan sólo después de los Bosques Montanos (Encino, Mesófilo de Montaña y de Coníferas) y el Bosque Tropical Caducifolio. De acuerdo con el

mapa de la riqueza potencial de la mastofauna endémica, es posible apreciar que las regiones con mayor concentración de especies exclusivamente mesoamericanas también coinciden con algunos refugios más pequeños y discretos en el sureste de México y el norte de Centro América (Toledo, 1982). Toledo (1982), Wendt (1989, 1993) y Gentry (1992) señalan que varias especies de flora se encuentran restringidas a la región del sur de Veracruz (que incluye partes de Oaxaca y el área de El Arco hasta el sur de Tabasco y norte de Chiapas), así como la parte occidental de la Selva Lacandona y el área de Izabal. Esta región coincide significativamente con el refugio boscoso paleoecológico guatemalteco establecido con mariposas por Brown (1982, 1987a), propuesta que no sólo es apoyada por el presente estudio, al detectarse en esas mismas regiones una elevada cantidad de mamíferos exclusivos de Mesoamérica, sino que también se considera un área de endemismo para aves (Haffer, 1987b). Además también se incluyen algunos centros de endemismos más discretos, como las tres áreas de precipitación alta en México (Los Tuxtlas, Tuxtepec y Uxpanapa) y partes del oriente de Guatemala y sur de Belice (Lundell, 1942; Miranda, 1958; Toledo, 1982).

Otra región que también destaca por un número considerable de endemismos es la Península de Yucatán, no sólo para la mastofauna (e. g., *Cryptotis mayensis*, *Rhogeessa aeneus*, *Alouatta pigra*, *Sciurus yucatanensis*, *Heteromys gaumeri*, *Otonyctomys hatti*, *Peromyscus yucatanicus* y *Mazama pandora*; Escalante *et al.*, 2002, 2003, 2007), sino que también esta área corresponde a una zona de endemismo de especies de flora (Standley, 1930; Lundell, 1937; Miranda, 1958; Rzedowski, 1981; Durán y Olmsted, 1987; Estrada-Loera, 1991; Gentry, 1992; Wendt, 1993), de peces de agua dulce (Miller, 1966), y para anfibios y reptiles (Duellman, 1966; Savage, 1966, 1982, 2002; Campbell, 1999).

Cabe resaltar que la incidencia de especies endémicas de otros grupos, no sólo apoyan los patrones reconocidos en el presente trabajo, sino que además sugieren procesos causales similares; aunque también es notable el hecho de que en los trabajos citados con otros grupos, tanto de flora como de fauna, no se hayan encontrado zonas de endemismo importantes en la vertiente atlántica entre el área de Izabal al norte, y el extremo sureste de Nicaragua o de Costa Rica, al sur. Al parecer, lo mismo ocurre con la mastofauna del BTP mesoamericano, con una evidente ausencia en áreas de endemismo desde el noroeste de Honduras al Istmo de Panamá.

ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

Existen numerosos intentos por sistematizar los patrones de distribución de la biota mesoamericana, y a pesar de que estas clasificaciones biogeográficas difieren tanto en los criterios para definir las áreas como en los métodos empleados, existen muchas similitudes. Recientemente Contreras-Medina *et al.* (2007) plantearon una regionalización florística para un área mayor que involucra Mesoamérica, con base en la distribución de las gimnospermas e implica a Rzedowski (1981), Morrone (2001a, 2006) y Takhtajan (1986); en cuanto a herpetofauna, se cuenta con las regionalizaciones de Savage (1966, 1982, 2002) y la de Flores-Villela y Goyenechea (2001), esta última a partir de Morafka (1977) y Savage (1982) e identificadas en Flores-Villela (1991); respecto a la avifauna, se tienen las propuestas de Hernández-Baños *et al.*, (1995), Sánchez-González *et al.*, (2008), Patten y Smith-Patten (2007) y Vázquez-Miranda *et al.*, (2007); para el caso de los mamíferos, se encuentra lo realizado por Ryan (1963) en Centro América, que se complementa con los planteamientos de Escalante *et al.* (2002, 2003, 2007) y Morrone y Escalante (2002) para México; así como el de Ford (2005) obtenido con primates; finalmente, están los esquemas generales de Arriaga *et al.*, (1997), Morrone (2001a) y Morrone *et al.* (2002), generados en función de diferentes grupos taxonómicos, y en los que se establece que la subregión Caribeña es la más septentrional de la región Neotropical, y que se extiende desde el centro y sur de México hasta el noroeste de América del Sur, e incluye en su totalidad a las Antillas y Mesoamérica.

En cuanto al BTP mesoamericano, este difiere en número y extensión de acuerdo con los criterios utilizados para su delimitación; florísticamente Contreras-Medina *et al.* (2007) lo definen en Caribeña, Costa del Golfo de México, Costa Pacífica, Península de Yucatán y América Central del Este. Herpetofaunísticamente, Cadle (1985) con base en culebras lo fracciona en Sur de la Sierra Madre Oriental y Este de la Faja Volcánica Transmexicana, Península de Yucatán, Núcleo Centroamericano Septentrional, Núcleo Centroamericano Austral y Talamanca; Campbell (1999) empleado sólo anfibios lo separa en Tierras Bajas del Golfo de Tamaulipas a Tabasco, Península de Yucatán, Tierras Bajas Pacíficas del Este de Chiapas al Centro-Sur de Guatemala, Tierras Bajas Caribeñas del Este de Guatemala al Norte de Honduras, Tierras Bajas Caribeñas de Nicaragua a Panamá, Tierras Bajas Pacíficas del Sureste de Guatemala al Suroeste de Costa Rica y Tierras Bajas Pacíficas del Centro de Costa Rica y Panamá; mientras que Flores-Villela y Goyenechea (2001) lo dividen en el Noroeste de América del Sur, Tierras Bajas Atlánticas

Centroamericanas del Este y Tierras Bajas Pacíficas Centroamericanas Occidentales; y Savage (2002) sólo lo circunscribe a las Tierras Bajas Húmedas del Este y Oeste de América Media. Mastofaunísticamente, y conjuntando las propuestas de Ryan (1963), Escalante *et al.* (2002, 2003, 2007) y Morrone y Escalante (2002) el BTP se encuentra en Golfo de México, Península de Yucatán, Costa Pacífica Mexicana-Escuintla-Usulután, Mosquito, Guatuso-Talamanca, Puntarenas-Chiriquí y Colón-Darién. Finalmente, el esquema de Morrone (2001a) logrado a partir distintos grupos, propone seis provincias, Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Península de Yucatán, Oriente de América Central, Occidente del Istmo de Panamá y Chocó.

En el presente trabajo, y para las tres propuestas obtenidas, los cladogramas Península de Yucatán y Tehuantepec-Panamá se resuelven satisfactoriamente, sugiriendo que las mastofaunas restringidas a estas regiones son claramente distinguibles. Sin embargo, también se presentan algunas politomías en la base de los cladogramas de consenso. Rosen (1988) sugiere que los gradientes ecológicos o las zonas de transición probablemente sean los responsables. Peterson (2008) propone que las politomías son debidas muy posiblemente a una baja resolución de las áreas por la presencia de algunas especies de distribución más neártica y neotropical que mesoamericana. No obstante, coincidimos con Sánchez-González *et al.* (2008) quienes mencionan que al emplear modelos de distribución potencial lo más probable es que este arreglo se deba a que algunos recuadros presentan una baja riqueza en el número de especies, ya sea por hallarse al borde, conteniendo una superficie reducida del área de estudio o a que los recuadros contienen pequeños remanentes de la vegetación analizada.

En la hipótesis elaborada a partir de mamíferos no voladores (97 especies), el cladograma comprende una dicotomía básica similar a las propuestas de varios autores (e. g., Samek, 1988; Good, 1974; Morrone, 2001a, 2004b); además es posible apreciar al grupo Yucatán y Pantanos de Centla, similar al planteamiento de Savage (1966).

En el cladograma logrado a partir de la quiropterofauna (95 especies), no existe tal dicotomía, y el primer grupo que se aparta (costas e islas del Pacífico y del Atlántico), probablemente se conformó por que el PAE no sólo agrupa por presencias. Posterior a una politomía, aparece un anidamiento de patrones en el clado denominado Guatemala–Panamá, equivalente al propuesto por Samek (1988); además, la provincia Lempira–

Tegucigalpa señalada por Ryan (1963), no se constituye como un grupo natural, sino que al parecer obedece a la topografía, ya que una gran depresión que corre de norte a sur, divide el territorio hondureño en dos regiones bien definidas, la Oriental y la Occidental; también se encontró que la provincia Campechana (Savage, 1966), se separa en dos grupos: El Petén (Arriaga *et al.*, 1997; Espadas-Manrique *et al.*, 2003) y Península de Yucatán (Smith, 1941; Stuart, 1964; Savage, 1982; Morrone y Márquez, 2001).

El planteamiento generado a partir de todas las especies de mamíferos, brindó mejor información al mostrar una correspondencia geográfica bien estructurada y mayor consistencia; por ello, el resto de la discusión se centrará en esta regionalización. La propuesta se divide en dos grupos bien definidos, el clado septentrional inicia desde el Istmo de Tehuantepec y el norte de la Sierra Madre de Chiapas-Guatemala, y se extiende por la vertiente atlántica hasta la Huasteca; y el grupo austral, constituido por la toda la vertiente pacífica, desde el Istmo de Tehuantepec y hacia el sur, abarcando toda Centro América. La hipótesis referida, coincide de forma general con la regionalización obtenida para la avifauna de los bosques tropicales caducifolios de Mesoamérica (Ríos-Muñoz, 2006); en donde también es posible apreciar dos grandes grupos bien diferenciados, el clado norte incluye las zonas al norte del Istmo de Tehuantepec por la vertiente pacífica, así como el noreste de México, y el clado sur implica la vertiente atlántica desde el centro de Veracruz y se extiende por toda Centro América; en ambos trabajos, los grupos son definidos a partir del Istmo de Tehuantepec, a pesar de las diferencias debidas al tipo de vegetación empleado en cada uno de los análisis.

Los esquemas anteriores resultan interesantes, pues se asemejan en mucho a la regionalización fitogeográfica del Caribe propuesta por Samek (1988), donde reconoce para Mesoamérica dos provincias biogeográficas: Golfo de México y Guatemala–Panamá; la primera constituida por una franja que implica las tierras bajas desde Tamaulipas hasta el noroeste de Honduras, además de la Península de Yucatán, y la segunda que se extiende por la costa del Caribe, desde Guatemala hasta Panamá; planteamientos también similares a los señalados por Good (1974), Gentry (1982) y Morrone (2001a, b, 2004a, b). Asimismo, muchos de los límites biogeográficos propuestos en el presente trabajo coinciden con los establecidos por Patten y Smith-Patten (2007) para aves mesoamericanas, obtenidos mediante el algoritmo de Monmonier's.

Clado Yucatán y Pantanos de Centla

Es el grupo septentrional y se asemeja en gran medida a la provincia Campechana, perteneciente a la subregión Tierras Bajas del Este planteada por Savage (1966), exceptó por sus límites meridionales; característica que si comparte con la Península de Yucatán señalada por Goldman y Moore (1946) y Yucatán de Ryan (1963). Barrera (1962), menciona que los límites de esta provincia varían con los distintos taxones analizados, debido al efecto de peninsularidad que determina gradientes para la flora y la fauna.

Morrone (2004a, b), aparta a la provincia Península de Yucatán del dominio Mesoamericano, situándola en el Antillano; su flora muestra numerosos elementos antillanos, aunque de acuerdo con Rzedowski (1981), esta influencia sería menor que la de la provincia del Golfo de México. Durán *et al.* (1998) determinan la ocurrencia de elementos florísticos antillanos, centroamericanos y del sureste mexicano. Finalmente, es posible reconocer unidades menores, en el interior del clado, que podrían contribuir al reconocimiento de distritos, similares a los obtenidos con taxones vegetales (Espadas-Manrique *et al.*, 2003).

Clado Tehuantepec–Panamá

El clado austral, denominado Tehuantepec–Panamá, abarca Centro América en su totalidad, y sus límites son semejantes a los establecidos por Samek (1988) para la provincia Guatemala–Panamá, por Cracraft (1985) para Centro América, y por Morrone (2004a, b) para el dominio Mesoamericano. En cuanto a los subgrupos, se encuentra Tehuantepec–Usulután contenido en las provincias Costa Pacífica de América Central de Samek (1988), Tierras Bajas Occidentales de Savage (1982) y Costa del Pacífico Mexicano de Morrone y Márquez (2001); Mosquitia que abarca parte del litoral caribeño y se asemeja a la provincia Mosquito de Ryan (1963) y Caribeña de Savage (1966) sólo que más angosta; Lempira–Tegucigalpa equivalente a la de Ryan (1963) y al Altiplano Hondureño de Savage (1966); Montes de Huapi y Managua–Nicoya. Continuando con la politomía y al mismo nivel de los anteriores subgrupos, se halla Jinotega–Panamá, área que presenta algunos patrones anidados, uno de ellos corresponde a la provincia Occidente del Istmo de Panamá de Morrone y Márquez (2001), después Guatuso–Panamá y muy similar a la provincia Istmo de Savage (1966). Por último, un clado equivalente a la provincia Chocó o Sabanas del Este de Panamá (Savage 1966, 1982); al

igual que en el septentrional, en este clado también se reconocen algunas unidades menores que podrían tratarse a nivel de distritos.

El clado Tehuantepec–Panamá, así como algunos de los patrones anidados en el subgrupo Jinotega–Panamá, no se sustentan por especies endémicas, en general el grupo se soporta por especies de afinidad neotropical. La carencia de especies endémicas en la definición de los grupos, en gran medida se explica por la edad relativamente reciente del actual BTP (Rzedowski, 1981); aunque cabe la posibilidad de que los cambios de clima en el Pleistoceno y sus consecuencias en la vegetación mesoamericana no han sido suficientes para incidir en los procesos de especiación.

Se sabe que los eventos geológicos son previos a la etapa de diversificación de los mamíferos por lo que los resultados de la regionalización podrían estar dando una idea de las condiciones ecológicas presentes en los BTP en función de su mastofauna. Sin embargo, los procesos de diversificación han ocurrido de forma simultánea en distintos grupos, por lo que es necesario contrastar las áreas de endemismo halladas con la filogenia de algunos grupos con la finalidad de conocer las relaciones que guardan dichas áreas.

Algunos taxa de mamíferos presentan distribuciones congruentes a lo largo del extenso BTP mesoamericano (e. g., *Alouatta* monos aulladores, *Ateles* mono araña, *Sciurus* ardillas, *Heteromys* ratones espinosos, *Rhogeessa* murciélagos y *Mazama* temazates; Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005), cada uno tiene por lo menos una especie o más en cada uno de los grupos. Trabajos realizados sobre las relaciones ancestro-descendiente, así como morfométricos y cariotípicos para algunos de estos taxones muestran una conformación geográfica marcada de ambos clados (Engstrom *et al.*, 1987; Schmidt *et al.*, 1989; Audet *et al.*, 1993; Genoways y Baker, 1996; Silva-López *et al.*, 1996; Madeiros *et al.*, 1997; Medellín *et al.*, 1998; Collins y Dubach, 2000a, b, 2001; Cortés-Ortiz *et al.*, 2003; Collins, 2004) indicando una separación relativamente antigua de estas mastofaunas. Patrones similares se han detectado en plantas de los géneros *Psychotria* (Hamilton, 1989), *Dioon* (Moretti *et al.*, 1993), *Jatropha* (Dehgan y Schutzman, 1994), *Phylodendron* (Croat, 1997), *Cedrela* (Cavers *et al.*, 2003) y *Swietenia* (Novick *et al.*, 2003); peces dulceacuícolas (Lydeard *et al.*, 1995; Bermingham y Martin, 1998; Perdices *et al.*, 2002; Reeves y Bermingham, 2006); anfibios de los géneros *Rana* (Hillis,

1988), *Bolitoglossa* (Parra-Olea *et al.*, 2004) y *Pristimantis* (Wang *et al.*, 2008); reptiles de los géneros *Crotalus* (Wüster *et al.*, 2005) y aves de los géneros *Pionopsitta* y *Selenidera* (Cracraft y Prum, 1988), *Ramphastos* y *Celeus* (Prum, 1988), *Gymnopithys* (Hackett, 1993), *Ramphocelus* (Hackett, 1996) y *Glyphorhynchus* (Marks *et al.*, 2002).

Se ha propuesto que dichos patrones evidencian una colonización de la península proto-Mesoamericana por la flora de América del Sur antes de la formación del Istmo de Panamá. La estructura de las filogenias, sugieren colonizaciones repetidas hacia Mesoamerica por poblaciones australes. Este modelo implicaría colonización antigua pre-Ístmica de tipos más adaptados a la sequía, con una extensión secundaria a través del puente terrestre de tipos adaptados a mayor humedad, posiblemente posterior al Pleistoceno, que poseen el patrón meridional del sur (Hamilton, 1989; Dehgan y Schutzman, 1994; Croat, 1997; Cavers *et al.*, 2003). Cabe resaltar que un aspecto importante de la invasión a Mesoamérica por taxones de América del Sur, son los efectos continentales de la orogenia andina. Este levantamiento precede por mucho el contacto con Mesoamerica y ocurrió hace más de 27 millones de años, en la última mitad del Cenozoico. Entre los 8 y 10 millones de años (m.a.), la Cordillera Oriental en Colombia y Venezuela aisló con eficacia muchos taxones hacia el norte de los Andes. Subsecuente a ese tiempo, sólo ocurrió un movimiento limitado de taxones neotropicales del este, particularmente amazónicos (Rull, 1998).

En el caso del mono aullador (*Alouatta*), Smith (1970) propone dos hipótesis para explicar los orígenes de *A. palliata* y *A. pigra*. Un modelo con base en las distribuciones modernas de primates, postula que entraron a Mesoamérica en por lo menos tres y probablemente cuatro oleadas (Ford, 2005). Con el establecimiento de la primera conexión en el Darién, los primates se trasladaron rápida y extensamente en Mesoamérica (Groves, 2001; Rylands *et al.*, 2005). La evidencia de una variedad de fuentes sugiere un segundo y probablemente hasta un tercer hundimiento. Como el flujo genético entre las poblaciones fue interrumpido por montañas, praderas y ascensos periódicos del nivel del mar, algunos grupos se apartaron (Froehlich *et al.*, 1991; Cortés-Ortíz *et al.*, 2003).

El otro modelo, derivado de análisis del mtDNA de monos aulladores (Cortés-Ortíz *et al.*, 2003) y del resto de la biota, sugieren una dispersión explosiva a través de la región

seguida por diferenciación rápida, donde las causas más importantes de especiación señalan hacia el continuo ascenso de las cordilleras del este y occidentales de los Andes, así como de los cambios asociados al habitat. Éstos incluyen trabajos sobre plantas (Richardson *et al.*, 2001; Novick *et al.*, 2003), artrópodos (Zeh *et al.*, 2003), peces dulceacuícolas (Bermingham y Martin, 1998; Perdices *et al.*, 2002, 2005; Reeves y Bermingham, 2006; Rican *et al.*, 2008), anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2004; Weigt *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2008), víboras de cascabel (Zamudio *et al.*, 1997), primates (Collins y Dubach, 2000a, b, 2001; Collins, 2004), murciélagos (Hoffman y Baker, 2003; Larsen *et al.*, 2007), así como loros (Eberhard y Bermingham, 2004). Estas coincidencias parecen indicar que procesos geobióticos comunes han inducido estos patrones; sin embargo, otros estudios han demostrado una escasa diferenciación en las tierras bajas mesoamericanas, además sugieren que la especiación en estas tierras se debe más a dispersión que a vicarianza (Savage, 1982; Halffter, 1987; Wake *et al.*, 1992; Marshall y Liebherr, 2000; Huidobro *et al.*, 2006), inclusive Köhler (2003) propone sólo dos tipos de barreras efectivas para las especies de tierras bajas: los macizos montañosos y áreas de clima inusual. Por lo pronto, puede ser prematuro resumir la historia de esta compleja región en patrones biogeográficos generales, puesto que muchos investigadores apenas se encuentran en etapas preliminares de recopilar información de linajes extensos del Neotrópico y al parecer cada taxón parece tener un elemento idiosincrásico a él.

Las relaciones históricas entre las áreas de Mesoamérica no están del todo claras, al parecer el grupo de trabajo, la taxonomía empleada y la delimitación de áreas son un factor determinante (Savage, 1982; Flores-Villela y Goyenechea, 2001; Groves, 2001; Morrone, 2005b; Rylands *et al.*, 2005). Sin embargo, la hipótesis obtenida en el presente estudio a través del PAE y empleando todas las especies de mamíferos, es muy similar a la filogenia del mono araña *Ateles* (Collins y Dubach, 2000b), donde se sugiere que la Península de Yucatán y los BTP de Guatemala y Honduras son hermanas, que los BTP de Nicaragua y Panamá están estrechamente relacionados y a su vez están asociadas con el clado anterior; además en las hipótesis de las tangaras *Ramphocelus* (Hackett, 1996), 29 especies de aves (Brumfield y Capparella, 1996) y de los peces dulceacuícolas *Brycon*, *Bryconamericus*, *Eretmobrycon* y *Cyphocharax* (Reeves y Bermingham, 2006), se propone que las Tierras Bajas del Pacífico Sur y del Caribe de Centro América son áreas hermanas, que la región de Chocó es el área hermana de las Tierras Bajas de Centro América, y las Tierras Bajas del Amazonas es la hermana del clado Centro

América/Chocó. Este mismo cladograma general de áreas ha sido sugerido a partir de análisis morfológicos (Cracraft y Prum, 1988; Prum, 1988).

Las áreas del endemismo obtenidas con PAE y las distribuciones potenciales identificadas nos permitieron construir la historia de la región con base en los patrones de las especies endémicas compartidas (Humphries y Parenti, 1986; Rosen y Smith, 1988; Rosen, 1992), aunque también se pueden interpretar en un contexto ecológico para influenciar nuevas hipótesis. En parte, las condiciones ambientales actuales explican la delimitación de las áreas de endemismo. El cambio de clima durante el Pleistoceno y sus efectos en la vegetación de Mesoamérica posiblemente han influenciado los procesos de especiación y pueden sugerir diversos acontecimientos vicariantes.

El método empleado, es el propuesto por Morrone (1994) y aunque presenta algunas semejanzas con el PAE formulado por Rosen (1988), ha sido profundamente criticado (Brooks y van Veller, 2003; Santos, 2005; Nihei, 2006; Santos y Amorim, 2007), e incluso algunos autores no lo consideran un método biogeográfico histórico (e. g., Cracraft, 1991; Humphries, 2000; García Barros *et al.*, 2002; Brooks y van Veller, 2003; Porzecanski y Cracraft, 2005; Peterson, 2008). Peterson (2008) menciona que el acercamiento logrado se enfoca exclusivamente a vicarianza o que por lo menos requiere el supuesto de que la dispersión no desempeña ningún papel en el agrupamiento de las áreas; y Nihei (2006) y Peterson (2008) también le critican por aplicarlo en áreas delimitadas artificialmente, incompletas o por el empleo de distribuciones parciales que falsean las relaciones obtenidas. No obstante, Morrone (2004a) establece que éste método identifica homología primaria, por ello lo considera como un primer paso en un análisis biogeográfico, reconociendo los componentes que deben ser analizados, además de contrastarlo con hipótesis filogenéticas de algunas especies del área analizada; principalmente por que existe un acuerdo general de que la mejor evidencia de las relaciones entre las áreas, surge a partir de patrones filogenéticos (Nelson y Platnick, 1981); además el método fue propuesto sin suponer ningún proceso (Rosen, 1988; Crisci, 2001), aunque la vicarianza sea el mecanismo más común de la especiación (Barracough y Vogler, 2000); por último, el presente trabajo se desarrolló en un área natural (sistema cerrado), con la intención de que la mayoría de los linajes fueran de distribución restringida; en el caso contrario, las relaciones no serían evidentes en los

resultados, por que algunas especies se extienden hasta áreas excluidas del análisis (Peterson, 2008).

CONSERVACIÓN

Mesoamérica se distingue por poseer una de las tasas de deforestación más altas del mundo. La tala a favor de cultivos de exportación y de la agricultura de subsistencia, así como los destinados a la producción de plátanos y café ha impactado tanto los bosques de las tierras bajas del Pacífico occidental como los de las tierras bajas del Caribe. En muchos casos, las plantaciones abandonadas se convierten en potreros, mientras que los que se encuentran en terrenos con pendientes pronunciadas se ven muy afectados por la erosión (CCT/CIEDES, 1998). La acelerada pérdida de la biodiversidad podría atraer graves consecuencias, ya que a diferencia de otras amenazas ambientales es irreversible (Mittermeier *et al.*, 1998).

Myers *et al.* (2000) consideran que Mesoamérica es uno de los “hotspots” más importantes del mundo. Los “hotspots” son áreas que ofrecen concentraciones importantes de riqueza, endemismo y una pérdida excepcional del hábitat. No obstante, tan sólo el 12.6 % de la superficie de Mesoamérica se encuentra dentro de áreas protegidas, y en proporción de superficie protegida por nación, Belice y Costa Rica encabezan la lista, y aunque la parte de México representa la superficie protegida más grande, equivale a menos del 7% de su territorio (Harcourt y Sayer, 1996; CONABIO, 1998). Los recursos encaminados a frenar o revertir los factores de deterioro en Mesoamérica son limitados, a pesar de los esfuerzos realizados por los gobiernos de la región, algunas ONG, así como de Conservation International, World Wildlife Fund, The Nature Conservancy y The Wildlife Conservation Society. Por ello, los fondos obtenidos mediante el ecoturismo son un fuerte incentivo para efectos de conservación, no sólo en Costa Rica, sino también en otras partes de la región (Langholz, 1999; Langholz *et al.*, 2000).

El futuro del BTP mesoamericano no es prometedor. Aunque algunos de los fragmentos restantes se encuentran legalmente protegidos, la mayoría, al igual que las plantas y animales que habitan en ellos, encaran amenazas de desaparición (Pimm *et al.*, 1995; Challenger, 1998; Carrillo *et al.*, 2000). Las presiones a las cuales está sometido este tipo de vegetación, son complejas y comprometen su existencia (Challenger, 1998;

Cuarón, 2000a). Estas amenazas resultan a menudo de la demanda incontrolada de recursos y de la fragmentación y transformación del bosque a otro tipo de cobertura vegetal (Carrillo *et al.*, 2000; Cuarón, 2000b; Galindo-González *et al.*, 2000; Medellín *et al.*, 2000). La mayoría de las regiones del BTP mesoamericano se encuentran divididas por fronteras políticas y algunos de estos países se encuentran en condiciones de pobreza, con instituciones sociales débiles y con gran demanda de recursos naturales necesarios para satisfacer mercados locales, nacionales e internacionales (Cuarón, 2000b; Escamilla *et al.*, 2000). Por lo tanto, el desafío es explorar nuevas estrategias para proteger la vegetación primaria de esta comunidad, dentro y fuera de las reservas, y aprender a utilizar los recursos de manera sustentable, sin enfrentarse con las políticas encaminadas a su conservación.

Con la finalidad de elegir áreas a conservar, se han propuesto diferentes criterios, como la diversidad de especies, heterogeneidad del hábitat, criterios filogenéticos, presencia de especies restringidas o en riesgo, entre otros (Arita *et al.*, 1997; Eeley *et al.*, 2001). En el caso de los mamíferos se han desarrollado estrategias encaminadas a la selección de áreas prioritarias para México (Ceballos, 1999). Sin embargo, se ha señalado que existe una disyuntiva en conservación, debido a la baja correspondencia entre áreas de mayor riqueza y alto endemismo, así como elevada concentración de especies en riesgo (Vane-Wright *et al.*, 1991; Ceballos *et al.*, 1998). Por ello, sería importante que las estrategias encaminadas a establecer prioridades de conservación tomen en cuenta el mayor número de criterios posibles, sin hacer a un lado los biogeográficos (Morrone y Crisci, 1992; Grehan, 1993; Morrone, 1999).

De acuerdo con los patrones de riqueza y endemismo de mamíferos mesoamericanos, las partes de Oaxaca y el área de El Arco hasta el sur de Tabasco y norte de Chiapas, además del occidente de la Selva Lacandona y el área de Izabal, y que coinciden con el refugio propuesto por Brown (1982, 1987a), deberían ser tomadas en cuenta al momento de establecer áreas prioritarias. Por otro lado, fue posible determinar que la Península de Yucatán es un área "única", debido a que en ella ocurren tanto especies de amplia distribución como restringida. Por ello, los resultados obtenidos a través del PAE pueden ser muy útiles en la toma de decisiones (Posadas y Miranda-Esquivel, 1999).

Aunque una parte de las regiones propuestas se encuentra dentro de áreas protegidas (e. g. Calakmul en Campeche, Montes Azules en Chiapas, Río Bravo en Belice, entre otras) y coinciden además con Áreas de Máxima Prioridad para la Conservación de las Aves para BirdLife International (Stattersfield *et al.*, 1998), los esfuerzos de conservación encaminados a contrarrestar las amenazas que hoy día pesan sobre Mesoamérica no son suficientes, por ello se ha establecido el Corredor Biológico Mesoamericano. Esta iniciativa es importante y estratégica, al promover una amplia gama de actividades tanto conservacionistas como para la seguridad alimentaria, además de ofrecer una visión mucho más amplia, cruzando incluso fronteras (Mittermeier y Mittermeier, 1992; FAO, 1993; Toledo *et al.*, 1997).

LITERATURA CITADA

- Allen, J. A. 1904. Mammals from Southern Mexico and Central and South America. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 20: 29-80.
- Allen, J. A. 1908. Mammals from Nicaragua. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 24: 647-699.
- Allen, J. A. 1910. Additional Mammals from Nicaragua. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 28: 87-115.
- Allen, R. K. 1990. Distribution patterns of North and Central American mayflies (Ephemeroptera). Pp. 170-180, *in*: Campbell, I. C. (ed.). *Mayflies and Stoneflies*. Kluwer, Dordrecht, Netherlands.
- Alroy, J. 2002. How many named species are valid? *Proceedings of National Academy of Sciences of United States of America*, 99: 3706-3711.
- Álvarez, T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. Pp. 219-257, *en*: Flores, A., L. González, T. Álvarez y F. Lachica (eds.). *El Escenario Geográfico*, Volumen II, Recursos Naturales, SEP-INAH, México, D. F.
- Anderson, R. P., M. Gómez-Laverde y A. T. Peterson. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography*, 11:131-141.
- Anderson, R. P., D. Lew y A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 162:211-232.
- Arita, H. T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128, *en*: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Arita, H. T. y L. León P. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias*, 7:13-22.
- Arita, H., F. Figueroa, A. Frish, P. Rodríguez y K. Santos Del Prado. 1997. Geographical range size and the conservation of mexican mammals. *Conservation Biology*, 11: 92-100.
- Arriaga, L., C. Aguilar, D. E. Espinosa-Organista y R. Jiménez. 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D. F.

- Audet, D., M. D. Engstrom y M. B. Fenton. 1993. Morphology, karyology, and echolocation calls of *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the Yucatan Peninsula. *Journal of Mammalogy*, 74: 498-502.
- Barker, F. K. 2004. Monophyly and relationships of wrens (Aves: Troglodytidae): a congruence analysis of heterogeneous mitochondrial and nuclear DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 486-504.
- Barracough, T. G. y A. P. Vogler. 2000. Detecting the geographical pattern of speciation from species-level phylogenies. *American Naturalist*, 155:419-434.
- Barrera, A. 1962. La Península de Yucatán como provincia biótica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23: 71-105.
- Barrera, N. y H. Rodríguez (Coords.). 1993. *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz: impactos económicos, ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz*. Fundación Friedrich Ebert, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social e Instituto de Ecología, México.
- Bermingham, E. y P. A. Martin. 1998. Comparative mtDNA phylogeography of neotropical freshwater fishes: testing shared history to infer the evolutionary landscape of lower Central America. *Molecular Ecology*, 7: 499-517.
- Bisconti, M., W. Landini, G. Bianucci, G. Cantalamessa, G. Carnevale, L. Ragiani y G. Valleri. 2001. Biogeographic relationships of the Galapagos terrestrial biota: parsimony analyses of endemism based on reptiles, land birds and Scalesia land plants. *Journal of Biogeography*, 28, 495-510.
- Breedlove, D. E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). Pp. 149-165, *in: Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Brooks, D. R. y M. G. P. van Veller. 2003. Critique of parsimony analysis of endemism as a method of historical biogeography. *Journal of Biogeography*, 30: 819-825.
- Brooks, T. M., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca, A. B. Rylands, W. R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin y C. Hilton-Taylor. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*, 16:909.
- Brown, K. S. Jr. 1982. Paleoecological and regional patterns of evolution in neotropical forest butterflies. Pp. 255-308, *in: Prance, G. T. (ed.). Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, N. Y.

- Brown, K. S. Jr. 1987a. Biogeography and evolution of neotropical butterflies. Pp. 66-104, *in*: Whitmore, T. C. y G. T. Prance (eds.). *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford.
- Brown, K. S. Jr. 1987b. Conclusions, synthesis, and alternative hypotheses. Pp. 175-210, *in*: Whitmore, T. C. y G. T. Prance (eds.). *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford.
- Brumfield, R. T. y A. P. Capparella. 1996. Historical Diversification of Birds in Northwestern South America: A Molecular Perspective on the Role of Vicariant Events. *Evolution*, 50: 1607-1624.
- Burnham, R. J. y A. Graham. 1999. The history of neotropical vegetation: new developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86: 546-589.
- Burt, W. H. 1958. The history and affinities of recent land mammals of western North America. Pp. 131-134, *in*: Hubbs, C. C. (ed.). *Zoogeography*. American Association for the Advance of Science, Washington, D. C.
- Burton, K. W., H.-F. Ling y R. K. O'Nions. 1997. Closure of the Central American Isthmus and its effect on deepwater formation in the North Atlantic. *Nature*, 386: 382-385.
- Bush, M. B. 1994. Amazonian speciation: a necessarily complex model. *Journal of Biogeography*, 21: 5-17.
- Cadle, J. E. 1985. The Neotropic colubrid snake fauna (Colubridae): Lineage components and biogeography. *Systematic Zoology*, 34: 1-20.
- Campbell, J. A. 1999. Distribution patterns of amphibians in Middle America. Pp. 111-210. *In*: Duellman, W. E. (ed.). *Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 633 p.
- Campbell, J. A. y J. M. Savage. 2000. Taxonomic reconsideration of the Middle American frogs of the *Eleutherodactylus rugulosus* (Anura: Leptodactylidae): A reconnaissance of subtle nuances among frogs. *Herpetological Monographs*, 14: 186-292.
- Campbell, K. E. Jr. y D. Frailey. 1984. Holocene flooding and species diversity in southwestern Amazonia. *Quaternary Research*, 21: 369-375.
- Carmack, R., J. Gasco y G. Gossen. 1996. *The Legacy of Mesoamerica: History and Culture of a Native America Civilization*. Prentice Hall, New Jersey.
- Carrillo, E., G. Wong, y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology*, 14: 1580-1591.

- Cavers, S., C. Navarro y A. J. Lowe. 2003. Chloroplast DNA phylogeography reveals colonization history of a Neotropical tree, *Cedrela odorata* L., in Mesoamerica. *Molecular Ecology*, 12: 1451-1460.
- CCT/CIEDES. 1998. *Estudio de Cobertura Forestal Actual (1996/97) y de Cambio de Cobertura para el Período entre 1986/87 y 1996/97 para Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Centro Científico Tropical y Centro de Investigaciones en Desarrollo Sostenible.
- Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas*, 27: 1-8.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp 167-188, in: Mares, M.A. y D. Schmidly (eds.). *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation*. Oklahoma Museum of National History, Norman, Oklahoma.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, 986 p.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de Endemicidad. Pp. 87-108, en: R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2002a. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation. *Occasional Papers of The Museum Texas Tech University*, 218:1-27.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2002b. Mamíferos de México. Pp. 377-413, en: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México, 582 p.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*, 8: 8-17.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín y Y. Domínguez-Castellanos. 2005. Lista Actualizada de los Mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9:21-71.

- Cervantes, F. A., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos Terrestres Nativos de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 65:177-190.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO / IB-UNAM / Sierra Madre S.C. México, 847 p.
- Chanderbali, A. S., H. van der Werff y S. S. Renner. 2001. Phylogeny and historical biogeography of Lauraceae: evidence from the chloroplast and nuclear genomes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 88: 104-134.
- Coe, M. D. 1996. Mexico: from the Olmecs to the Aztecs. Thames & Hudson , New York.
- Colinvaux, P. A. 1996. Quaternary environmental history and forest diversity in the Neotropics. Pp. 359-406, *in*: Jackson, J. B. C., A. F. Budd, A. G. Coates (eds.). *Evolution and Environment in Tropical America*, University of Chicago Press, Chicago.
- Collins, A. C. 2004. Atelinae phylogenetic relationships: The trichotomy revived? *American Journal of Physian Anthropoogy*, 124: 285-296.
- Collins, A. C. y Dubach, J. M. 2000a. Phylogenetic relationships of spider monkeys (*Ateles*) based on mitochondrial DNA variation. *International Journal of Primatology*, 21:381-420.
- Collins, A. C. y Dubach, J. M. 2000b. Biogeographic and ecological forces responsible for speciation in *Ateles*. *International Journal of Primatology*, 21:421-444.
- Collins, A. C. y Dubach, J. M. 2001. Nuclear DNA variation in spider monkeys (*Ateles*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19:67-75.
- CONABIO, 1998. Unpublished Report on Neotropical Biodiversity of Mexico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Mexico, D.F.
- Coney, P. J. 1982. Plate Tectonic Constraints on the Biogeography of Middle America and the Caribbean Region. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 432-443.
- Contreras-Medina, R., I. Luna V. y J. J. Morrone. 2007. Gymnosperms and cladistic biogeography of the Mexican Transition Zone. *Taxon*, 56: 905-915.
- Cortés-Ortiz, L., E. Bermingham, C. Rico, E. Rodríguez-Luna, I. Sampaio y M. Ruiz-García. 2003. Molecular systematics and biogeography of the Neotropical monkey genus, *Alouatta*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26: 64-81.
- Cracraft, J., 1985. Historical biogeography and patterns of diversification within the South American areas of endemism. Pp. 49-84, *in*: Buckley, P.A., M. S. Foster, E. S.

- Morton, R. S. Ridgely y F. G. Buckley (eds.). *Neotropical Ornithology, Ornithological Monographs*, 36. American Ornithology Union, Washington, DC.
- Cracraft, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: hierarchical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. *Australian Systematic Botany*, 4: 211-227.
- Cracraft, J. y R. O. Prum. 1988. Patterns and Processes of Diversification: Speciation and Historical Congruence in Some Neotropical Birds. *Evolution*, 42: 603-620.
- Crisci, J. V. 2001. The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography*, 28: 157-168.
- Croat, T. B. 1997. A Revision of *Philodendron* Subgenus *Philodendron* (Araceae) for Mexico and Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 3: 311-704.
- Croizat, L. 1976. Biogeografía analítica y sintética ("panbiogeografía") de las Américas. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Vols. I y II. Caracas, 890 p.
- Croizat, L., G. Nelson y D. E. Rosen. 1974. Centers of origin and related concepts. *Systematic Zoology*, 23: 265-287.
- Crother, B. J. J. A. Campbell y D. M. Hillis. 1992. Phylogeny and historical biogeography of the palmpitvipers, genus *Bothriechis*: biochemical and morphological evidence. Pp. 1-19, *in*: Campbell, J. A. Y E. D. Brodie Jr. (eds.). *Biology of the Pitvipers*. Selva Pubs., Tyler, Texas.
- Cuarón, A. D. 2000a. A Global Perspective on Habitat Disturbance and Tropical Rainforest Mammals. *Conservation Biology*, 14: 1574-1579.
- Cuarón, A. D. 2000b. Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modeling approach. *Conservation Biology*, 14: 1676-1692.
- Dacosta, J. M. Y J. Klicka, 2007. The Great American Interchange in birds: a phylogenetic perspective with the genus *Trogon*. *Molecular Ecology*, 17: 1328-1343.
- Darlington, P. J. 1957. *Zoogeography: The geographical distribution of animals*. J. Wiley and Sons, Nueva York.
- Davis, C. C., C. D. Bell, P. W. Fritsch y S. Mathews. 2002. Phylogeny of *Acridocarpus-Brachylophon* (Malphigiaceae): implications for tertiary tropical floras and Afroasian biogeography. *Evolution*, 56: 2395-2405.
- Dehgan, B. y B. Schutzman. 1994. Contributions Toward a Monograph of Neotropical *Jatropha*: Phenetic and Phylogenetic Analyses. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2: 349-367.

- Dice, L. R. 1943. The biotic provinces of North America. University of Michigan Press, Ann. Arbor. 78 p.
- Dickinson, W. R. y P. J. Coney. 1980. Plate tectonic constraints on the region of the Gulf of Mexico. Pp. 27-36, *in*: Pilger, R. H. (ed.). *The Origin of the Gulf of Mexico and the Early Opening of the Central North Atlantic Ocean*. Louisiana State University Symposium.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. El límite boreal de la selva tropical húmeda en el Continente Americano: contracción de la vegetación y solución de una controversia. *Interciencia*, 5: 240-247.
- Duellman, W. E. 1966. The Central American herpetofauna: an ecological perspective. *Copeia*, 4: 700-719.
- Duellman, W. E. 2001. The Hylid frogs of Middle America. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Natural History Museum of the University of Kansas. Vols. 1 y 2. New York, 1158 p.
- Durán, R. y J. Olmsted. 1987. Listado florístico de la Reserva de Sian Ka'an. Amigos de Sian Ka'an. Puerto Morelos, Q. R. 71 p.
- Duran, R., J. C. Trejo-Torres y G. Ibarra Manríquez. 1998. Endemic phytotaxa of the peninsula of Yucatan. *Harvard Papers in Botany*, 3: 263-314.
- Duverger, C. 1999 Mesoamérica: Arte y Antropología. Publicaciones CONACULTA-Landucci Eds., Paris.
- Eberhard, J. R. y E. Bermingham. 2004, Phylogeny and biogeography of the *Amazona ochrocephala* (Aves: Psittacidae) complex. *The Auk*, 121: 318-332.
- Eeley, H. A. C., M. J. Lawes y B. Reyers, 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.
- Eisenberg, J. F. 1990. Neotropical mammal communities. Pp. 358-368, *in*: Gentry, A. H. (ed.). *Four Neotropical Rainforest*. Yale University Press, New Haven.
- Endler, J. A. 1977. *Geographic Variation, Speciation, and Clines*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Endler, J. A. 1982. Pleistocene forest refuges: Fact or fancy? Pp. 641-656, *in*: Prance, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

- Engel, S. R., K. M. Hogan, J. F. Taylor y S. K. Davis. 1998. Molecular systematics and paleobiogeography of the South American sigmodontine rodents. *Molecular Biology and Evolution*, 15: 35-49.
- Engstrom, M. D., H. H. Genoways y P. K. Tucker. 1987. Morphological variation, karyology, and systematic relationships of *Heteromys gaumeri* (Rodentia: Heteromyidae). Pp. 289-303, in: Patterson, B. D. y R. M. Timm (eds.). *Studies in neotropical mammalogy. Essays in honor of Philip Hershkovitz. Fieldiana Zoology (n.s.)*, 39: 1-506.
- Escalante, T. y J. J. Morrone. 2003. ¿Para qué sirve el Análisis de Parsimonia de Endemismos? Pp. 167-172, en: Llorente-Bousquets, J., J. J. Morrone (eds.). *Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 87:47-65.
- Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone. 2003. Using Parsimony Analysis of endemism to analyze the distribution of Mexican land mammals. *The Southwestern Naturalist*, 48: 563-578.
- Escalante, T., J. J. Morrone y G. Rodríguez-Tapia. 2007. La distribución de los mamíferos terrestres y la Regionalización Biogeográfica Natural de México. Pp. 9-17, en: Sánchez-Rojas, G. y A. Rojas-Martínez (eds.). *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Escalante, T., V. Sánchez-Cordero, J. J. Morrone y M. Linaje. 2007. Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: A case study using species' ecological niche modeling, Parsimony Analysis of Endemicity and Goloboff fit. *Interciencia*, 32: 151-159.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, and C. Galindo-Leal. 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology*, 14: 1592-1601.
- Escobedo-Morales, L. A., L. León P. J. Arroyo-Cabrales y F. Greenaway. 2006. Distributional records for mammals from, Chiapas, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 51: 269-291
- 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 endemism. *Diversity and Distributions*, 9: 313-330.
- ESRI. 1998. Arc View GIS ver. 3.1 Environmental Systems Research Inc. USA.
- Estrada-Loera, E. 1991. Phytogeographic Relationships of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 18: 687-697.
- Fa, J. E. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352, en: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México. México, 792 p.
- FAO. 1993. Forest Resource Assessment 1990: Tropical Countries. FAO Forestry Paper. Rome: FAO.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1975. Mamíferos meocénicos de México: contribución al conocimiento de la paleozoogeografía del continente. *Revista del Instituto de Geología- Universidad Nacional Autónoma de México*, 75:12-18.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1977. Distribution of Cenozoic vertebrate faunas in Middle America and problems of migration between North and South America. Pp.193-329, en: Conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica: Simposio Interdisciplinario sobre Paleogeografía Mesoamericana. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.
- Fischer, A. G. 1960. Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution*, 14:64-81.
- Flessa, K. W. 1975. Area, continental drift and mammalian diversity. *Paleobiology*, 1: 189-194.
- Flores-Villela, O. 1991. Análisis de la Distribución de la Herpetofauna de México. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 269 p.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 439 p.
- Flores-Villela, O. y I. Goyenechea. 2001. A comparison of hypotheses of historical area relationships for Mexico and Central America, or in search for the lost pattern. Pp. 171-181, in: Johnson, J., R.G. Webb y O. Flores-Villela (eds.). Mesoamerican Herpetology: systematics, zoogeography, and conservation. *Centennial Museum, Special Publication, University Of Texas*. El Paso, Texas, USA. 1:1-200.

- Flores-Villela y A. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural (v. e.)*, 44: 387-395.
- Ford, S. M. 2005. The Biogeographic History of Mesoamerican Primates. Pp: 81-114, in: Estrada, A., P. A. Garber, M. S. M. Pavelka y L. Luecke (eds.). *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior, and Conservation*. Springer, New York.
- Froehlich, J. W., J. Supriatna y P. H. Froehlich. 1991. Morphometric analysis of *Ateles*: Systematics and biogeographic implications. *American Journal of Primatology*, 25:1-22.
- Galindo-González, J., S. Guevara, y V. J. Sosa. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1693-1703.
- García-Barros, E., P. Gurrea, M. J. Lucíañez, J. M. Cano, M. L. Munguira, J. C. Moreno, H. Sainz, M. J. Sanz y J. C. Simón. 2002. Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean). *Journal of Biogeography*, 29: 109-124.
- Gaston, K. G. y L. A. Mound. 1993 Taxonomy, hypothesis and the biodiversity crisis. *Philosophical Transactions of Royal Society of London. Series B*, 251: 139-142.
- Genoways, H. H. y R. J. Baker. 1996. A new species of the genus *Rhogeessa*, with comments on geographic distribution and speciation in the genus. Pp. 83-87, in: Genoways, H. H. y R. J. Baker (eds.). *Contributions in mammalogy: A memorial volume in honor of J. Knox Jones, Jr.* Museum of Texas Tech University, Lubbock, Texas, 315 p.
- Gentry, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 557-593.
- Gentry, A. H. 1992. Distributional patterns of Central America and West Indian Bignoniaceae. Pp. 111-125, in: Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- Goldman, E. A. y R. T. Moore. 1946. Biotic provinces of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 26: 347-360.

- Goloboff, P. 1994. NONA: a tree searching program. Program and documentation. Available at ftp.unt.edu.ar/pub/parsimony
- Gómez-Pompa, A. 1985. *Los recursos bióticos de México (Reflexiones)*. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos / Alhambra mexicana. México.
- Good, R. 1974. The geography of the flowering plants. Longman Group Limited, Londres. 557 p.
- Goodwin, G. G. 1942. Mammals of Honduras. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 74: 107-195.
- Goodwin, G. G. 1946. Mammals of Costa Rica. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 87: 271-474.
- Goodwin, G. G. 1955. Mammals from Guatemala, with the Description of a New Little Brown Bat. *American Museum Novitates*, 1744: 1-5.
- Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico in the American Museum of the Natural History. *Bulletin of American Museum of the Natural History*, 141: 1-270.
- Grehan, J. R. 1993. Conservation biogeography and the biodiversity crisis: A global problem in space/time. *Biodiversity Letters*, 1: 134-140.
- Groves, C. 2001. Primate Taxonomy. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Guisan, A. y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- Guisan, A. y W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8:993-1009.
- Hackett, S. J. 1993. Phylogenetic and biogeographic relationships in the Neotropical genus *Gymnopathys* (Formicariidae). *Wilson Bulletin*, 105: 301-315.
- Hackett, S. J. 1996. Molecular Phylogenetics and Biogeography of Tanagers in the Genus *Ramphocelus* (Aves). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 5: 368-382.
- Haffer, J. 1969. Speciation in Amazonian forest birds. *Science*, 165: 131-137.
- Haffer, J. 1982. *General aspects of the Refuge Theory*. Pp. 6-24, in: Prance, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- Haffer, J. 1987a. Quaternary history of tropical America. Pp. 1-18, in: Whitmore, T. C., G. T. Prance (eds.). *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*, Clarendon Press, Oxford.

- Haffer, J. 1987b. Biogeography of neotropical birds. Pp. 105-150, *in*: Whitmore, T. C., G. T. Prance (eds.). *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*, Clarendon Press, Oxford.
- Haffer, J., 1993. Time's cycle and time's arrow in the history of Amazonia. *Biogeographica*, 69: 15-45.
- Haffer, J. 1997. Alternative models of vertebrate speciation in Amazonia: An overview. *Biodiversity and Conservation*, 6: 451-476.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology*, 32, 95-114.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley & Sons Inc. Vols. I y II. New York, 1175 p.
- Hamilton, C. W. 1989. A Revision of Mesoamerican *Psychotria* Subgenus *Psychotria* (Rubiaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 76: 67-111.
- Harcourt, C. S. y J. A. Sayer (eds.). 1996. The Conservation Atlas of Tropical Forests: The Americas. World Conservation Monitoring Center and IUCN. New York: Simon & Schuster.
- Hawkins, B. A., J. A. F. Diniz-Filho, C. A. Jaramillo y S. A. Soeller. 2006. Post-Eocene climate change, niche conservatism, and the latitudinal diversity gradient of New World birds. *Journal of Biogeography*, 33: 770-780.
- Hernández-Baños., B. E., A. T. Peterson, A. G. Navarro S. y P. Escalante P. 1995. Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International*, 5: 251-277.
- Hershkovits, P. 1958. A geographic clasification of Neotropical mammals. *Fieldiana Zoology*, 36:583-620.
- Hershkovits, P. 1972. The recent mammals of the Neotropical Region: A zoogeographic and ecological review. Pp. 311-431, *en*: *Evolution, mammals, and southern continents* (A. Keast, F.C. Erk y B. Glass, eds). State University of New York Press, Albany, New York.
- Hewitt, G. 2000. The genetic legacy of the Ice Ages. *Nature*, 405: 907-913.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965-1978.
- Hillis, D. M. 1988. Systematics of the *Rana pipiens* Complex: Puzzle and Paradigm. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 39-63.

- Hillis, D. M. y R. De Sá. 1988. Phylogeny and taxonomy of the *Rana palmipes* group (Salientia: Ranidae). *Herpetological Monographs*, 2: 1-26.
- Hoffman, F. G. y R. J. Baker. 2003. Comparative phylogeography of short-tailed bats (*Carollia*: Phyllostomidae). *Molecular Ecology*, 12: 3403-3414.
- Holdridge, L. E. 1957. The vegetation of mainland Middle America. *Proceedings VIII Pacific Science Congress*, 1953: 148-161.
- Holdridge, L. E., W. C. Grenke, W. H. Hatheway, T. Liang y J. A. Tosi. 1971. Forest environments in tropical life zones: A pilot study. Pergamon Press, Oxford.
- Huidobro, L., J. J. Morrone, J. L. Villalobos, y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans and plants) from the Mexican Transition Zone. *Journal of Biogeography*, 33: 731-741.
- Humphries, C. J. 2000. Form, space and time: Which comes first? *Journal of Biogeography*, 27: 11-15.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold Sprig Harbor Symposia on Quantitative Biology. Yale University, New Haven.
- Illoldi-Rangel, P. y T. Escalante. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía*, 3:7-12.
- Illoldi-Rangel, P., V. Sánchez-Cordero y A. T. Peterson. 2004. Predicting distributions of mexican mammals using ecological niche modeling. *Journal of Mammalogy*, 85(4):658-662.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982. Carta de México Topográfica 1:250 000. INEGI, México.
- Islebe, G. A. y H. Hooghiemstra. 1997. Vegetation and climate history of montane Costa Rica since the last glacial. *Quaternary Science Reviews*, 16: 589-604.
- Kaufman, D. M. y M. R. Willig. 1998. Latitudinal Patterns of Mammalian Species Richness in the New World: the effects of sampling method and faunal group. *Journal of Biogeography*, 25: 795-805.
- Kinzey, W. G. 1997. New World Primates: Ecology, Evolution and Behavior, Aldine de Gruyter, New York.
- Kirchhoff, P. 1967. Mesoamérica: sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales. *Revista Tlatoani (suplemento)*. México.
- Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Ed. Herpeton Verlag. 368 p.

- Koopman, K. F. 1976. Zoogeography. Pp. 39-47, *in*: Baker, R. J., Knox-Jones Jr. y D. C. Carter (eds.). Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae. Part I. *Special Publications, The Museum, Texas Tech University*, 10: 1-218.
- Koopman, K. F. 1982. Biogeography of bats of South America. Pp. 273-302, *in*: Mares, M. y H. H. Genoways (eds.). Mammalian biology in South America. Pittsburgh, University of Pittsburgh. (Spec. Publ. Ser. Pymatuning Laboratory of Ecology 6).
- Koopman, K. F. 1993. Order Chiroptera. Pp. 137-241, *in*: Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds.). Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference. 2^a ed. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C.
- Krishtalka, L. y P. S. Humphrey. 2000. Can natural history museums capture the future? *Bioscience*, 50: 611-617.
- Lang, M. 1989. Phylogenetic and biogeographical patterns of basiliscine iguanians. *Bonn Zoological Monograph*, 28: 1-171.
- Langholz, J. 1999. Exploring the effects of alternative income opportunities on rainforest use: insights from Guatemala's Maya Biosphere Reserve. *Society and Natural Resources*, 12: 139-149.
- Langholz, J., J. Lassoie y J. Schelhas. 2000. Incentives for Biological Conservation: Costa Rica's Private Wildlife Refuge Program. *Conservation Biology*, 14: 1735-1743
- Larsen, P. A. R. H. Steven, M. C. Bozeman, S. C. Pedersen, H. H. Genoways, C. J. Phillips, D. E. Pumo y R. J. Baker. 2007. Phylogenetics and Phylogeography of the *Artibeus jamaicensis* complex based on cytochrome-*b* DNA sequences. *Journal of Mammalogy*, 88:712-727.
- Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology*, 31: 507-518
- Leyden, B. W. 1984. Guatemalan forest synthesis after Pleistocene aridity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 81: 4856-4859.
- López-Austin, A. y L. López-Luján .1999. El pasado indígena. Fondo de Cultura Económica-Colegio de México. México.
- Lot, A. y A. Novelo. 1992. Afinidades florísticas de las monocotiledóneas acuáticas mesoamericanas. Pp. 147-153, *in*: Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- Lundell, C. L. 1937 The Vegetation of Peten. Studies of Mexican and Central American Plants I, Carnegie Institution, Pub.478, Vol.9. Washington, D.C.

- Lundell, C. L. 1942. The vegetation and natural resources of British Honduras. *Chronica Botanica*, 7: 169-171.
- Lydeard, C., M. C. Wooten y A. Meyer. 1995. Molecules, Morphology, and Area Cladograms: A Cladistic and Biogeographic Analysis of *Gambusia* (Teleostei: Poeciliidae). *Systematic Biology*, 44: 221-236.
- MacArthur, R. H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 40:510-533.
- Madeirasos, M. A., R. M. S. Barros, J. C. Pieczarka, C. Y. Nagamachi, M. Ponsa, M. Garcia, F. Garcia y J. Egozcue. 1997. Radiation and speciation of spider monkeys, genus *Ateles*, from the cytogenetic viewpoint. *American Journal of Primatology*, 42:167-178.
- March, I. y J. M. Aranda. 1992. Mamíferos de la Selva Lacandona. Pp. 201-220, en: Vázquez, M. A. y M. A. Ramos (eds.). *Reserva de la Biósfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación*. Publicaciones Especiales. Ecósfera. México, 436 p.
- Mares, M. A. 1992. Neotropical mammals and the myth of Amazonian biodiversity. *Science*, 255: 976-979.
- Marks, B. D., S. J. Hackett y A. P. Capparella. 2002. Historical relationships among Neotropical lowland forest areas of endemism as determined by mitochondrial DNA sequence variation within the Wedge-billed Woodcreeper (Aves: Dendrocolaptidae: *Glyphorhynchus spirurus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 24: 153-167
- Marshall, L. G. 1988. Land Mammals and the Great American Interchange. *American Scientist*, 76: 380-388.
- Marshall, C. J. y Liebherr, J. K. 2000. Cladistic biogeography of the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography*, 27: 203-216.
- Marshall, L. G., S. D. Webb, J. J. Sepkoski, Jr., y D. M. Raup. 1982. Mammalian evolution and the great American interchange. *Science*, 251:1351-1357.
- Marshall, L. G., R. F. Butler, R. E. Drake, G. H. Curtis y R. H. Tedford. 1979. Calibration of the Great American Interchange. *Science*, 204, 272-279.
- Martínez-Meyer, E., A. T. Peterson y A. G. Navarro. 2004. Evolution of seasonal ecological niches in the *Passerina* buntings (Aves: Cardinalidae). *Proceedings of the Royal Society of London*, 271:1151-1157.

- McCafferty, W. P. y R. D. Waltz. 1990. Revisionary synopsis of the Baetidae (Ephemeroptera) of North and Middle America. *Transactions of the American Entomological Society*, 116:769-799.
- McCafferty, W. P., R. W. Flowers y R. D. Waltz. 1992. The biogeography of Mesoamerican mayflies. Pp. 173-193, *in*: Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- McCarthy, T. J. y S. G. Pérez. 2006. Land and freshwater mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity. Pp. 625-674, *en*: Cano, E. B. (ed.). *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
- McCoy, E. D. y E. F. Connor. 1980. Latitudinal gradients in the species diversity of North American mammals. *Evolution*, 34:193-203.
- Medellín, R. A. 1991. La fauna: diversidad de los vertebrados. Pp. 75-109, *en*: Robles Gil, P. (ed.). *Lacandonia, el último refugio*. Universidad Nacional Autónoma de México y Sierra Madre, México.
- Medellín, R. A., A. L. Gardner y J. M. Aranda. 1998. The taxonomic status of the Yucatán brown brocket, *Mazama pandora* (Mammalia: Cervidae). *Proceedings of Biological Society of Washington*, 111: 1-14.
- Medellín, R. A., M. Equihua, y M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14: 1666-1675.
- Microsoft. 2000. Microsoft Access 2000. Microsoft Corporation. EU
- Miller, R. R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia*, 4: 773-802.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. Pp. 213-271, *in*: Beltrán, E. (ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Vol. II. México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 28: 29-179.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. Pp 145-154, *in*: Wilson, E.O. (ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D,C.
- Mittermeier, R. A. Y C. G. Mittermeier. 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. *In*: Sarukhán, J. y R. Dirzo. (eds.). *Mexico confronts the Challenges of*

- Biodiversity. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Mittermeier, R. A., N. Myers, J. B. Thomsen, G. A. B. da Fonseca y S. Olivieri. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, 12: 516-520.
- Morain, S. A. 1984. Systematic and Regional Biogeography. VanNostrand Reinhold, New York.
- Morafka, D. J. 1977. A Biogeographic Analysis of the Chihuahuan Desert Through its Herpetofauna, Dr. W. Junk B.V., Publishers, The Hague, The Netherlands.
- Moretti, A., P. Caputo, S. Cozzolino, P. de Luca, L. Gaudio, G. Siniscalco Gigliano, D. W. Stevenson. 1993. A Phylogenetic Analysis of *Dioon* (Zamiaceae). *American Journal of Botany*, 80: 204-214.
- Morón, M. A. 1992. Análisis Biogeográfico preliminar de *Plusiotis burmeister* (Coleoptera, Melolonthidae, Rutelinae). Pp. 235-242, *in*: Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- Morrone, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*, 43:438-441.
- Morrone, J. J. 1998. On Udvardy's Insulantartica province: A test from the weevils (Coleoptera: Curculionoidea). *Journal of Biogeography*, 25: 947-955.
- Morrone, J. J. 1999. How can biogeography and cladistics interact for the selection of areas for biodiversity conservation? A view from Andean weevils (Coleoptera: Curculionidae). *Biogeographica*, 75: 89-96.
- Morrone, J. J. 2001a. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T-Manuales & Tesis SEA, vol. 3., Zaragoza.
- Morrone, J. J. 2001b. The Neotropical weevil genus *Entimus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae): Cladistics, biogeography, and modes of speciation. *Coleopterists Bulletin*, 56: 501-513.
- Morrone, J. J. 2004a. Homología biogeográfica. Las coordenadas espaciales de la vida. Cuadernos 37. Instituto de Biología - Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Morrone, J. J. 2004b. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Coleopterists Bulletin*, 48:149-162.

- Morrone, J. J. 2005a. Cladistic biogeography: identity and place. *Journal of Biogeography*, 32: 1281-1284.
- Morrone, J. J. 2005b. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76: 207-252.
- Morrone, J. J. 2006. Biogeographic áreas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands, based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, 51: 467-494.
- Morrone J. J. y J. V. Crisci. 1992. Aplicación de elementos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolución Biológica*, 6: 53-66.
- Morrone J. J. y J. V. Crisci. 1995. Historical biogeography: Introduction to Methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 373-401.
- Morrone, J. J. y T. Escalante. 2002. Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography*, 29: 1095-1104.
- Morrone, J. J. y J. Márquez. 2001. Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalised tracks, and geographical homology. *Journal of Biogeography*, 28: 635-650.
- Morrone, J. J., J. Llorente-Bousquets y D. Espinosa-Organista. 2002. Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana. (n. s.)*, 85:83-108.
- Murray, K. F. 1968. Distribution of North American mammals. *Systematic Zoology*, 17: 99-102.
- Myers, A. A. 1991. How did Hawaii accumulate its biota?: A test from the Amphipoda. *Global Ecology and Biogeography*, 1: 24-29.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nakazawaa, Y., A. T. Peterson, E. Martínez-Meyer y A. G. Navarro-Sigüenza. 2004. Seasonal Niches of Nearctic-Neotropical Migratory Birds: Implications for the Evolution of Migration. *The Auk*, 121:610-618
- Nathan, R. 2006. Long-distance dispersal of plants. *Science*, 313: 786-788.
- Navarro, A. G., A. T. Peterson y Y. J. Nakazawa, I. 2003. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. Pp. 115-122, en: Morrone, J. J. y J. Llorente-Bousquets (eds.). *Una Perspectiva Latinoamericana de*

la Biogeografía. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Nelson, G. J. y N. I. Platnick. 1981. Systematics and biogeography: cladistics and vicariance. Columbia University Press, New York.
- Nihei, S. S. 2006. Misconceptions about parsimony analysis of endemism. *Journal of Biogeography*, 33: 2099-2106.
- Nixon, K. C. 1999. WinClada, Beta Version 0.9.99.unam21. Published by the author. New York, NY: Ithaca.
- Novick, R. R., C. W. Dick, M. R. Lemes, C. Navarro, A. Caccone y E. Bermingham. 2003. Genetic structure of Mesoamerican populations of Big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) inferred from microsatellite analysis. *Molecular Ecology*, 12: 2885-2893.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. y Kassem, K. R. 2001 Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on earth. *BioScience*, 51: 933-938.
- Ortega, J. y H. T. Arita, 1998. Neotropical-nearctic limits in middle America as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy*, 79: 772-783.
- Pagel, M. D., R. M. May y A. R. Collie. 1991. Ecological aspects of the geographical distribution and diversity of mammalian species. *American Nature*, 137: 791-815.
- Parra-Olea, G., M. García-París y D. B. Wake. 2004 Molecular diversification of salamanders of the tropical American genus *Bolitoglossa* (Caudata: Plethodontidae) and its evolutionary and biogeographical implications. *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 325-346.
- Pascual, R. 2006. Evolution and Geography: the biogeographic history of South American land mammals. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 93: 209-230.
- Patten, M. A. y B. D. Smith-Patten. 2007. Biogeographical boundaries and Monmonier's algorithm: a case study in the northern Neotropics. *Journal of Biogeography*, doi: 10.1111/j.1365-2699.2007.01831.x.
- Patterson, B. y R. Pascual. 1972. The fossil mammal fauna of South America. Pp. 247-309, in: Keast, A. (ed.). Evolution, Mammals and Southern Continents. Albany, University of New York Press.

- Patton, J. L. y M. F. Smith. 1992. MtDNA phylogeny of Andean mice: a test of diversification across ecological gradients. *Evolution*, 46: 174-183.
- Patton, J. L., M. N. F. da Silva y J. R. Malcolm. 1994. Gene genealogy and differentiation among arboreal spiny rats (Rodentia: Echimyidae) of the Amazon basin: a test of the riverine barrier hypothesis. *Evolution*, 48: 1314-1323.
- Paz-Quevedo, O. W., L. E. Girón, G. M. Rivera, C. E. Dueñas, L. A. Martínez, M. F. Córdova y C. E. Martínez. 2003. Mamíferos. Pp. 97-103, en: Flores Villela, O., A. Handal y L. Ochoa (eds.). *Diagnóstico de la Diversidad Biológica de El Salvador*. Universidad de El Salvador, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Red Mesoamericana de Recursos Bióticos. México.
- Pennington, R. T. y C. W. Dick. 2004. The role of immigrants in the assembly of the South American rainforest tree flora. *Philosophical Transactions of Royal Society of London. Series B*, 359: 1611-1622.
- Perdices, A., I. Doadrio y E. Bermingham. 2005. Evolutionary history of the synbranchid eels (Teleostei: Synbranchidae) in Central America and the Caribbean islands inferred from their molecular phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37: 460-473.
- Perdices, A., E. Bermingham, A. Montilla y I. Doadrio. 2002. Evolutionary history of the genus *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) in Central America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 25:172-189.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species geographic distribution based on ecological niche modelling. *Condor*, 103: 599-605.
- Peterson, A. T. 2008. Parsimony analysis of endemism and studies of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 541-542.
- Peterson, A. T. y K. P. Cohoon. 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling*, 17: 159-164.
- Peterson, A. T. y Y. Nakazawa. 2008. Environmental data sets matter in ecological niche modeling: An example with *Solenopsis invicta* and *S. richteri*. *Global Ecology and Biogeography*, 17:135-144.
- Peterson, A. T. y D. R. B. Stockwell. 2002. Distributional prediction based on ecological niche modelling of primary occurrence data. Pp. 614-617, in: Scott, J. M., P. J. Heglund, M. Morrison, M. Raphael, J. Haufler, B. Wall (Eds.), *Predicting Species Occurrences: Issues of Scale and Accuracy*. Island Press, Covello, CA.

- Peterson, A. T. y D. A. Vieglais. 2001. Predicting Species Invasions Using Ecological Niche Modeling: New Approaches from Bioinformatics Attack a Pressing Problem. *BioScience*, 51: 363-371.
- Peterson, A. T., L. G. Ball y K. P. Cohoon. 2002a. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modelling methods. *Ibis*, 144: 27-32.
- Peterson, A. T., A. G. Navarro-Sigüenza y H. Benítez-Díaz. 1998. The need for continued scientific collecting; a geographic analysis of Mexican bird specimens. *Ibis*, 140: 288-294.
- Peterson, A. T., J. Soberón y V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285: 1265-1267.
- Peterson, A. T., D. R. B. Stockwell y D. A. Kluza. 2002b. Distributional prediction based on ecological niche modeling of primary occurrence data. Pp. 617-623, *in*: Scott, M. (ed.). *Predicting species occurrences: issues of scale and accuracy*. Island Press, Washington, DC.
- Peterson, A. T., C. Martínez-Campos, Y. Nakazawa y E. Martínez-Meyer. 2005. Time-specific ecological niche modeling predicts spatial dynamics of vector insects and human dengue cases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 99: 647-655.
- Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R. W. Buddemeier y A. G. Navarro-Sigüenza. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling*, 144: 21-30.
- Pimm, S. L., G. J. Russell, J. L. Gittleman, y T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269: 347-350.
- Pires, L., Y. L. R. Leite, G. A. B. da Fonseca y M. Tavares da Fonseca. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica*, 32: 872-881.
- Pirie, M. D., L. W. Chatrou, J. B. Mols, R. H. J. Erkens y J. Oosterhof. 2006. 'Andean-centred' genera in the short-branch clade of Annonaceae: testing biogeographic hypotheses using phylogeny reconstruction and molecular dating. *Journal of Biogeography*, 33: 31-46.
- Pitman, N. G. A., J. Terborgh, M. R. Silman y R. Nuñez. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology*, 80: 2651-2661.
- Pitman, W. C., III, S. Cande, J. LaBrique y J. Pindell. 1993. Fragmentation of Gondwana: The separation of Africa from South America. Pp. 15-34, *in*: Goldblatt, P. (ed.),

- Biological Relationships between Africa and South America. Yale Univ. Press, New Haven.
- Porzecanski, A. L. y J. Cracraft. 2005. Cladistic analysis of distributions and endemism (CADE): using raw distributions of birds to unravel the biogeography of the South American aridlands. *Journal of Biogeography*, 32: 261-275.
- Posadas, P. Y D. R. Miranda-Esquivel. 1999. El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 539-546.
- Prance, G. T. (ed.) 1982. Biological diversification in the tropics. Columbia Univ. Press, New York.
- Prance, G.T. 1987. Biogeography of neotropical plants. Pp. 46-65, *in*: Whitmore, T.C. y G. T. Prance (eds.). *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford Monographs in Biogeography, vol. 3. Clarendon Press, Oxford.
- Prum, R. O. 1988. Historical relationships among avian forest areas of endemism in the Neotropics. *Proc. Int. Ornithol. Congr.*, 19: 2562-2572.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990. Regionalización Mastofaunística (mamíferos). Mapa IV.8.8.A, *en*: Atlas Nacional de México, Vol. III. Instituto de Geografía - Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Ramírez-Pulido, J. y A. A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad mastozoológica en México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. Esp. (XLIV):413-427.
- Ramírez-Pulido, J., D. F. Ran y A. Castro-Campillo. 1994. Análisis multivariado estatal de los mamíferos mexicanos con una modificación al algoritmo de Peters. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 45: 61-74.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 21: 21-82.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los Mamíferos de México. *Occasional Papers of The Museum Texas Tech University*, 158:1-62.
- Raven, P. H. y D. I. Axelrod. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61: 539-673.
- Reeves, R.G. y E. Bermingham. 2006. Colonization, population expansion, and lineage turnover: phylogeography of Mesoamerican characiform fish. *Biological Journal of the Linnean Society*, 88: 235-255.

- Reid, F. A. 1997. *A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. New York, 334 p.
- Renner, S. S. y K. Meyer. 2001. Melastomeae come full circle: biogeographic reconstruction and molecular clock dating. *Evolution*, 55: 1315-1324.
- Rican, O., R. Zardoya y I. Doadrio. 2008. Phylogenetic relationships of Middle American cichlids (Cichlidae, Heroini) based on combined evidence from nuclear genes, mtDNA, and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49: 941-957.
- Rice, N. H., E. Martínez-Meyer y A. T. Peterson. 2003. Ecological niche differentiation in the Aphelocoma jays: a phylogenetic perspective. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80: 369-383.
- Rich, P. V. y T. H. Rich. 1983. The Central American dispersal route: biotic history and paleogeography. Pp. 12-34, en: Janzen, D. H. (ed.). *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Richardson, J. E., R. T. Pennington, T. D. Pennington y P. M. Hollingsworth. 2001. Rapid Diversification of a Species-Rich Genus of Neotropical Rain Forest Trees. *Science (n. s.)*, 293: 2242-2245.
- Richardson, J. E., L. W. Chatrou, J. B. Mols, R. H. J. Erkens y M. D. Pirie. 2004. Historical biogeography of two cosmopolitan families of flowering plants: Annonaceae and Rhamnaceae. *Philosophical Transactions of Royal Society of London. Series B*, 359: 1495-1508.
- Riddle, B. R. 1996. The molecular phylogeographic bridge between deep and shallow history in continental biotas. *Trends Ecology and Evolution*, 11: 207-212.
- Ríos-Muñoz, C. A. 2006. Patrones biogeográficos de la avifauna de las selvas secas de Mesoamérica. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 50 p.
- Rojas-Soto, O. R., O. Alcántara-Ayala y A. G. Navarro. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, México: a parsimony analysis of endemism and distributional modelling approach. *Journal of Biogeography*, 30: 449-461.
- Ron, S. 2000. Biogeographic area relationships of lowland Neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 379-402.
- Rosen, B. R. 1988. From fossils to Earth history: Applied Historical Biogeography. Pp. 437-481, in: *Analytical biogeography. An integrated approach to the study of animal*

- and plant distribution*. Myers, A. A. y Giller, P. S. (eds.). Chapman and Hall, Londres.
- Rosen, B. R. 1992. Empiricism and the biogeographical black box: Concepts and methods in marine palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatic and Palaeoecology*, 92:171-205.
- Rosen, B. R. y A. B. Smith. 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef-coral and sea-urchin distributions from late Cretaceous to Recent, using a new method. Gondwana and Tethys. Pp. 275-306, *in*. Audley-Charles, M. G. y A. Hallam (eds.). Special Publication of Geological Society, London.
- Rull, V. 1998, Biogeographical and evolutionary considerations of *Mauritia* (Arecaceae), based on palynological evidence. *Review of Paleobotany and Palynology*, 100: 109-122.
- Ryan, R. M. 1963. The biotic provinces of Central America. *Acta Zoológica Mexicana*, 6: 1-54.
- Rylands, A. B., R. A. Mittermeier, J. Hines, C. Groves y L. Cortés-Ortíz. 2005. Taxonomy and distributions of Mesoamerican primates. Pp. 29-79, *in*: Estrada, A., P. A. Garber, M. S. M. Pavelka y L. Luecke (eds.). *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Developments in Primatology. Springer, New York.
- Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística de México: algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora mexicana. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 27: 52-65.
- Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa. México, 432 p.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial. Atlas Nacional de México, Sección Naturaleza. Hoja IV.8.2, Vol. II. Mapa escala:1:4000 000. Instituto de Geografía - Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14: 3-21.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the fanerogamic flora of Mexico. Pp. 129-144, *in*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York.
- Salo, J., R. Kalliola, I. Hakkinen, Y. Makinen, P. Niemela, M. Puhakka y P. D. Coley. 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature*, 322: 254-258.

- Samek, V. 1988. Fitorregionalización del Caribe. *Revista del Jardín Botánico Nacional (Cuba)*, 9: 25-38.
- Samudio, R. Jr. 2002. Mamíferos de Panamá. Pp. 415-451, en: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México, 582 p.
- Sánchez-González, L. A., J. J. Morrone y A. G. Navarro-Sigüenza. 2008. Distributional patterns of the Neotropical humid montane forest avifaunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, 94: 175-194.
- Sánchez-Osés, C. y R. Pérez-Hernández. 2005. Historia y tabla de equivalencias de las propuestas de subdivisiones biogeográficas de la región Neotropical. Pp. 145-169, en: Llorente-Bousquets, J. y J. J. Morrone (eds.). *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED)*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Santos, C. M. D. 2005. Parsimony analysis of endemism: Time for an epitaph? *Journal of Biogeography*, 32: 1284-1286.
- Santos, C. M. D. y D. S. Amorim. 2007. Why biogeographical hypotheses need a well supported phylogenetic framework: A conceptual evaluation. *Papeis Avulsos en Zoologia (São Paulo)*, 47:63-73.
- Savage, J. M. 1966. The origins and history of the Central America herpetofauna. *Copeia*, 4: 719-766.
- Savage, J. M. 1974. The isthmian link and the evolution of Neotropical mammals. *Contributions in Science, Los Angeles Country Museum of Natural History*, 260: 1-51.
- Savage, J. M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: dispersal or vicariance? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 464-547.
- Savage, J. M. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. The University of Chicago Press.
- Schmidt, C. A., M. D. Engstrom y H. H. Genoways. 1989. *Heteromys gaumeri*. *Mammalian Species*, 345: 1-4.
- Schuster, J. C. 1992. Biotic areas and the distribution of passalid beetles (Coleoptera) in northern Central America: Post-Pleistocene Montane Refuges. Pp. 285-292, in:

- Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- Selander, R. B. y P. Vaurie. 1962. A Gazetteer to Accompany the "Insecta" Volumes of the "Biologia Centrali-Americana". *American Museum Novitates*, 2099: 1-70.
- Sharp, A. J. 1953. Notes on the flora of Mexico: World distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. *Journal of Ecology*, 41: 374-380.
- Silva-López, G., J. Motta-Gill y A. I. Sánchez Hernández. 1996, Taxonomic notes on *Ateles geoffroyi*. *Neotropic Primates*, 4: 41-44.
- Simpson, B. G. y J. Haffer. 1978. Speciation patterns in the Amazonian forest biota. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9: 497-518.
- Simpson, G. G. 1964. Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology*, 13:57-73.
- Smith, H. M. 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 2: 103-110.
- Smith, J. D., 1970. The systematic status of the black howler monkey, *Alouatta pigra* Lawrance. *Journal of Mammalogy*, 51: 358-369.
- Smith, M. F. y J. L. Patton. 1993. The diversification of South American murid rodents: Evidence from mitochondrial DNA sequence data for the Akodontine Tribe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 50: 149-177.
- Soberón, J. y A. T. Peterson. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of Royal Society of London. Series B*, 359: 689-698.
- Soberón, J. y A. T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2: 1-10.
- Standley, P. C. 1930. Flora of Yucatán. *Publications of Field Museum of Natural History, Botanical Series*, 3: 157-492.
- Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long y D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. Birdlife International, Cambridge, UK.
- Stehli, F.G. y S. D. Webb. 1985. *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Press, New York.

- Stockwell, D. R. B., 1999. Genetic Algorithms II. Pp. 123-144, *in*: Fielding, A. H. (ed.) *Machine Learning Methods for Ecological Applications*. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Stockwell, D. R. B. y I. R. Noble. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation*, 32: 249-254.
- Stockwell, D. R. B. y K. Payne. 1997. GARP Modelling System User's Guide and Technical Reference. <http://www.lifamapper.org/desktopgarp/>
- 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.
- Stockwell, D. R. B. y A. T. Peterson. 2002a. Controlling bias during predictive modeling with museum data. Pp. 537-546, *in*: Scott, J. M., P. J. Heglund, M. Morrison, M. Raphael, J. Haufler, B. Wall (Eds.), *Predicting Species Occurrences: Issues of Scale and Accuracy*. Island Press, Covello, CA.
- Stockwell, D. R. B. y A. T. Peterson. 2002b. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling*, 148: 1-13.
- Stuart, L. C. 1964. Fauna of Middle America. Pp. 316-363, *in*: West, R. C. (ed.). *Handbook of Middle America Indians*. Vol. 1.
- Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California. Berkeley. USA. 522 p.
- Tejedor, A. 2005. A new species of funnel-eared bat (Natalidae: Natalus) from Mexico. *Journal of Mammalogy*, 86: 1109-1120.
- Thomas, W. W. 1999. Conservation and monographic research on the flora of Tropical America. *Biodiversity and Conservation*, 8:1007-1015.
- Toledo, V. M. 1982. Pleistocene changes of vegetation in Tropical Mexico. Pp. 93-111, *in*: Prance, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, N. Y.
- Toledo, V. M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. 1985. *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Siglo XXI. México.
- Toledo, V. M., J. Rzedowski, J. Villa-Lobos, L. D. Gómez, J. C. Godoy y O. Herrera-Macbride. 1997. Regional overview: Middle America. Pp. 97-124, *in*: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-Macbride, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.), *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation*. Vol. 3. The

- Americas. Oxford, U.K. / World Wide Fund for Nature / IUCN-The World Conservation Union.
- Tuomisto, H., K. Ruokolainen, R. Kalliola, A. Linna, W. Danjoy y Z. Rodriguez. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269: 63-66.
- USGS. 2001. HYDRO1k elevation derivative database, U.S. geological survey. Available at: <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/> (15 June 2006).
- Vane-Wright, R. I., C. J. Humphries y P. H. Williams. 1991. What to protect? - Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55: 235-254.
- Vázquez-Miranda, H., A. Navarro-Sigüenza y J. J. Morrone. 2007. Biogeographical patterns of the avifaunas of the Caribbean Basin Islands: a parsimony perspective. *Cladistics*, 22: 1-21.
- Villa-R., B. y F. A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, UNAM, México, VIII + 140 p.
- Vuilleumier, B. S. 1971. Pleistocene changes in the fauna and flora of South America. *Science*, 173:771-780.
- Wagner, P.L. (1964). Natural vegetation of Middle America. Pp. 216-264, *in*: Wauchope, R. (ed.), *Handbook of Middle American Indians*, Vol. 1. West, R.C. (ed.) *Natural environment and early cultures*. University Texas Press, Austin.
- Wake, D. B., T. J. Papenfuss y J. F. Lynch. 1992. Distribution of salamanders along elevational transects in Mexico and Guatemala. Pp. 303-319, *in*: Darwin, S. P. y A. L. Walden (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. The E. O. Painter Printing Florida, EUA. Tulane University, New Orleans.
- Wallace, A.R., 1852. On the monkeys of the Amazon. *Proceedings of the Zoology Society of London*, 20: 107-110.
- Wang, I. J., A. J. Crawford y E. Bermingham. 2008. Phylogeography of the Pygmy Rain Frog (*Pristimantis ridens*) across the lowland wet forests of isthmian Central America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47: 992-1004.
- Webb, S. D. 1976. Mammalian faunal dynamics of the great American interchange. *Paleobiology*, 2: 220-234.
- Webb, S. D. 1978. A history of savanna vertebrates in the New World. Part II: South America and the Great Interchange. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9:393-426.

- Webb, S. D. 1985. Late cenozoic mammals dispersal between the Americas. Pp. 5-31, *in*: S. D. Webb y D. Stehli (eds.). *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Press. New York.
- Webb, S. D. 1991. Ecogeography and the Great American Interchange. *Paleobiology*, 17: 266-280.
- Webb, S. D. 1997. The great American interchange. Pp. 97-122, *in*: Coates, A.G. (ed.) *Central America A Natural and Cultural History*. Yale University Press, New Haven.
- Webb, S. D. 2006. The Great American Biotic Interchange: patterns and processes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 93: 245–257.
- Weigt, L. A., A. J. Crawford, A. S. Rand y M. J. Ryan. 2005. Biogeography of the túngara frog, *Physalaemus pustulosus*: a molecular perspective. *Molecular Ecology*, 14: 3857-3876.
- Wendt, T. 1989. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 58: 29-54.
- Wendt, T. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forests. Pp. 595-680, *in*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford Univ. Press, New York.
- Whitmore, F. C., y Jr., R. H. Stewart. 1965. Miocene mammals and Central American seaways. *Science*, 148: 180-185.
- Whitmore, T. C. y G. T. Prance (eds.) 1987. Biogeography and Quaternary History in Tropical America. Oxford Monographs in Biogeography, vol. 3. Clarendon Press, Oxford.
- Williams, M., D. Dunkerley, P. de Deckker, P. Kershaw y J. Chappell. 1998. *Quaternary Environments*. Arnold, London.
- Willig, M. R. y M. R. Gannon. 1997. Gradients of species density and turnover in marsupials : a hemispheric perspective. *Journal of Mammalogy*, 78: 756-765.
- Willig, M. R. y K. W. Selcer. 1989. Bat species gradients in the New World: a statistical assessment. *Journal of Biogeography*, 16: 189-195.
- Willig, M. R., M. Kaukman y R. D. Stevens. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale and synthesis. *Annual Reviews of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 273-309.
- Wilson, E. O. 1992. *The Diversity of Life*. Belknap Press, New York.

- Wilson, J. W., 1974. Analytical zoogeography of North American mammals. *Evolution*, 28: 124-140.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 1206 p.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. The Johns Hopkins University Press. Vols. I y II. USA, 2142 p.
- Wilson, D. E., R. M. Timm y F. A. Chinchilla. 2002. Mamíferos de Costa Rica. Pp. 227-253, en: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México, 582 p.
- Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pook, M. Da Graça Salomão y R. S. Thorpe 2005. Tracing an invasion: landbridges, refugia, and the phylogeography of the Neotropical rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*). *Molecular Ecology*, 14: 1095-1108.
- Zamudio, K.R. y H. W. Greene. 1997. Phylogeography of the bushmaster (*Lachesis muta*: Viperidae): implications for Neotropical biogeography, systematics, and conservation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62: 421-442.
- Zeh, J. A., D. W. Zeh y M. M. Bonilla. 2003. Phylogeography of the harlequin beetle-riding pseudoscorpion and the rise of the Isthmus of Panamá. *Molecular Ecology*, 12: 2759-2769.

Apéndice 1. Listado sistemático de los mamíferos reconocidos en el BTP de Mesoamérica, conforme a la propuesta de Wilson y Reeder (2005).

En este listado se incluye la distribución de cada especie, con base en Hall (1981), Reid (1997), Ceballos *et al.* (2005) y Wilson y Reeder (2005), así como de los MNE generados en el presente proyecto. Las especies endémicas a Mesoamérica se indican con asterisco (*) y las especies de las que no se obtuvo suficientes datos para los MNE se señalan con (†).

Categoría taxonómica	México	Belice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
ORDEN DIDELPHIMORPHIA								
FAMILIA DIDELPHIDAE								
SUBFAMILIA CALUROMYINAE								
<i>Caluromys derbianus</i>	X	X	X	X		X	X	X
SUBFAMILIA DIDELPHINAE								
<i>Chironectes minimus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Didelphis marsupialis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X	X	X	X	X	X	
* <i>Marmosa mexicana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Marmosa robinsoni</i>		X	X	X	X	X		X
† <i>Marmosops impavidus</i>								X
*† <i>Marmosops invictus</i>								X
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	X		X	X		X	X	X
* <i>Micoureus alstoni</i>		X	X	X		X	X	
† <i>Monodelphis adusta</i>								X
<i>Philander opossum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN CINGULATA								
FAMILIA DASYPODIDAE								
SUBFAMILIA DASYPODINAE								
<i>Dasypus novemcinctus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
SUBFAMILIA TOLYPEUTINAE								
<i>Cabassous centralis</i>	X	X	X	X		X	X	X
ORDEN PILOSA								
SUBORDEN FOLIVORA								
FAMILIA BRADYPODIDAE								
<i>Bradypus variegatus</i>				X		X	X	X
FAMILIA MEGALONYCHIDAE								
<i>Choloepus hoffmann</i>				X		X	X	X
SUBORDEN VERMILINGUA								
FAMILIA CYCLOPEDIDAE								
<i>Cyclopes didactylus</i>	X	X	X	X		X	X	X
FAMILIA MYRMECOPHAGIDAE								
<i>Tamandua mexicana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN PRIMATES								
SUBORDEN HAPLORRHINI								
INFRAORDEN SIMIIFORMES								
PARVORDEN PLATYRRHINI								
FAMILIA CEBIDAE								
SUBFAMILIA CALLITRICHINAE								
<i>Saguinus geoffroyi</i>								X
SUBFAMILIA CEBINAE								
<i>Cebus capucinus</i>		X		X		X	X	X
SUBFAMILIA SAIMIRIINAE								
* <i>Saimiri oerstedii</i>							X	X
FAMILIA AOTIDAE								
<i>Aotus lemurinus</i>								X
FAMILIA ATELIDAE								
SUBFAMILIA ALOUATTINAE								
<i>Alouatta palliata</i>	X	X	X	X		X	X	X

Categoría taxonómica	México	Belize	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
<i>*Alouatta pigra</i>	X	X	X					
SUBFAMILIA ATELINAE								
<i>Ateles fusciceps</i>								X
<i>*Ateles geoffroyi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN LAGOMORPHA								
FAMILIA LEPORIDAE								
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Sylvilagus floridanus</i>	X	X		X	X	X	X	
ORDEN SORICOMORPHA								
FAMILIA SORICIDAE								
SUBFAMILIA SORICINAE								
TRIBU BLARININI								
<i>*†Cryptotis endersi</i>								X
<i>*Cryptotis mayensis</i>	X	X	X					
<i>*†Cryptotis mera</i>								X
<i>*Cryptotis merriami</i>	X		X	X	X	X	X	
<i>*Cryptotis nelsoni</i>	X							
<i>*Cryptotis nigrescens</i>							X	X
<i>*†Cryptotis tropicalis</i>	X	X	X					
ORDEN CHIROPTERA								
FAMILIA EMBALLONURIDAE								
SUBFAMILIA EMBALLONURINAE								
<i>*Balantiopteryx io</i>	X	X	X					
<i>*Balantiopteryx plicata</i>	X		X	X	X	X	X	
<i>Centronycteris centralis</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Cormura brevirostris</i>						X	X	X
<i>†Cyttarops alecto</i>						X	X	X
<i>Diclidurus albus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peropteryx kappleri</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Peropteryx macrotis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhynchonycteris naso</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Saccopteryx bilineata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Saccopteryx leptura</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE								
SUBFAMILIA DESMODONTINAE								
<i>Desmodus rotundus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Diaemus youngi</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Diphylla ecaudata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
SUBFAMILIA GLOSSOPHAGINAE								
TRIBU GLOSSOPHAGINI								
<i>Anoura cultrata</i>							X	X
<i>Choeroniscus godmani</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Glossophaga commissarisi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Glossophaga soricina</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>*Hylonycteris underwoodi</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Lichonycteris obscura</i>	X	X	X	X		X	X	X
TRIBU LONCHOPHYLLINI								
<i>†Lionycteris spurrelli</i>								X
<i>†Lonchophylla mordax</i>							X	X
<i>Lonchophylla robusta</i>						X	X	X
<i>†Lonchophylla thomasi</i>								X
SUBFAMILIA PHYLLOSTOMINAE Gray, 1852								
<i>Chrotopterus auritus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>†Glyphonycteris daviesi</i>				X		X	X	X
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>	X		X	X		X	X	X
<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Lonchorhina aurita</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lophostoma brasiliense</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>*Lophostoma evotis</i>	X	X	X	X				
<i>Lophostoma silvicolium</i>				X		X	X	X

Categoría taxonómica	México	Belice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Micronycteris hirsuta</i>				X		X	X	X
<i>Micronycteris microtis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Micronycteris minuta</i>				X		X	X	X
<i>Micronycteris schmidtorum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mimon cozumelae</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Mimon crenulatum</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Phylloderma stenops</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Phyllostomus discolor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phyllostomus hastatus</i>		X	X	X		X	X	X
† <i>Tonatia saurophila</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Trachops cirrhosus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trinycteris nicefori</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Vampyrum spectrum</i>	X	X	X	X		X	X	X
SUBFAMILIA CAROLLINAE								
<i>Carollia castanea</i>				X		X	X	X
<i>Carollia perspicillata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Carollia sowelli</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Carollia subrufa</i>	X	X	X	X	X	X	X	
SUBFAMILIA STENODERMATINAE								
TRIBU STURNIRINI								
<i>Sturnira lilium</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sturnira ludovici</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Sturnira luisi</i>							X	X
*† <i>Sturnira mordax</i>							X	X
TRIBU STENODERMATINI								
† <i>Ametrida centurio</i>								X
*† <i>Artibeus inopinatus</i>				X	X	X		
<i>Artibeus jamaicensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Artibeus lituratus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Artibeus phaeotis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Artibeus watsoni</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Centurio senex</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
† <i>Chiroderma trinitatum</i>								X
<i>Chiroderma villosum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Ectophylla alba</i>				X		X	X	X
<i>Mesophylla macconnelli</i>						X	X	X
† <i>Platyrrhinus dorsalis</i>								X
<i>Platyrrhinus helleri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Platyrrhinus vittatus</i>							X	X
<i>Uroderma bilobatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Vampyressa nymphaea</i>						X	X	X
<i>Vampyressa thyone</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Vampyrodes caraccioli</i>	X	X	X	X		X	X	X
FAMILIA MORMOOPIDAE								
<i>Mormoops megalophylla</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Pteronotus davyi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pteronotus parnellii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pteronotus personatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA NOCTILIONIDAE								
<i>Noctilio albiventris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Noctilio leporinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA FURIPTERIDAE								
† <i>Furipterus horrens</i>						X	X	X
FAMILIA THYROPTERIDAE								
† <i>Thyroptera discifera</i>						X	X	X
<i>Thyroptera tricolor</i>	X	X	X	X		X	X	X
FAMILIA NATALIDAE								
<i>Natalus stramineus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA MOLOSSIDAE								
SUBFAMILIA MOLOSSINAE								
<i>Cynomops mexicanus</i>	X		X	X		X	X	X

Categoría taxonómica	México	Belice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
† <i>Cynomops planirostris</i>								X
<i>Eumops auripendulus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eumops bonariensis</i>	X	X	X	X		X	X	X
† <i>Eumops hansae</i>	X		X	X		X	X	X
<i>Eumops underwoodi</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Molossus currentium</i>	X			X		X	X	X
<i>Molossus pretiosus</i>	X			X		X	X	
<i>Molossus rufus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Molossus sinaloae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Promops centralis</i>	X		X	X		X	X	X
FAMILIA VESPERTILIONIDAE								
SUBFAMILIA VESPERTILIONINAE								
TRIBU EPTESICINI								
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	X		X	X		X	X	X
<i>Eptesicus furinalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
TRIBU LASIURINI								
*† <i>Lasiurus castaneus</i>							X	X
<i>Lasiurus ega</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
† <i>Lasiurus egregius</i>								X
TRIBU NYCTICEIINI								
* <i>Rhogeessa aeneus</i>	X							
<i>Rhogeessa io</i>						X	X	X
* <i>Rhogeessa tumida</i>	X	X	X	X	X	X	X	
TRIBU PIPISTRELLINI								
<i>Pipistrellus subflavus</i>	X	X	X	X				
SUBFAMILIA ANTROZOINAE								
* <i>Bauerus dubiaquercus</i>	X	X	X	X		X	X	
SUBFAMILIA MYOTINAE								
<i>Myotis albescens</i>	X	X	X	X		X	X	X
* <i>Myotis elegans</i>	X	X	X	X	X	X	X	
* <i>Myotis fortidens</i>	X	X						
<i>Myotis keaysi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Myotis nigricans</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Myotis oxyotus</i>							X	X
<i>Myotis riparius</i>				X		X	X	X
ORDEN CARNIVORA								
SUBORDEN FELIFORMIA								
FAMILIA FELIDAE								
SUBFAMILIA FELINAE								
<i>Leopardus pardalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
† <i>Leopardus tigrinus</i>							X	
<i>Leopardus wiedii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Puma concolor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Puma yagouaroundi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
SUBFAMILIA PANTHERINAE								
<i>Panthera onca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
SUBORDEN CANIFORMIA								
FAMILIA CANIDAE								
<i>Canis latrans</i>	X		X	X	X	X	X	X
† <i>Speothos venaticus</i>								X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA MUSTELIDAE								
SUBFAMILIA LUTRINAE								
<i>Lontra longicaudis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
SUBFAMILIA MUSTELINAE								
<i>Eira barbara</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Galictis vittata</i>	X	X	X	X		X	X	X
<i>Mustela frenata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA MEPHITIDAE								
<i>Conepatus leuconotus</i>	X		X	X	X	X		
<i>Conepatus semistriatus</i>								

Categoría taxonómica	México	Belice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
FAMILIA PROCYONIDAE								
† <i>Bassaricyon gabbii</i>						X	X	X
* <i>Bassariscus sumichrasti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nasua narica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Potos flavus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Procyon cancrivorus</i>							X	X
<i>Procyon lotor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN PERISSODACTYLA								
FAMILIA TAPIRIDAE								
<i>Tapirus bairdii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN ARTIODACTYLA								
FAMILIA TAYASSUIDAE								
<i>Pecari tajacu</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tayassu pecari</i>	X	X	X	X		X	X	X
FAMILIA CERVIDAE								
SUBFAMILIA CAPREOLINAE								
* <i>Mazama pandora</i>	X							
<i>Mazama temama</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
ORDEN RODENTIA								
SUBORDEN SCIUROMORPHA								
FAMILIA SCIURIDAE								
SUBFAMILIA SCIURINAE								
TRIBU SCIURINI								
<i>Microsciurus alfari</i>							X	X
† <i>Microsciurus mimulus</i>								X
* <i>Sciurus aureogaster</i>	X		X					
* <i>Sciurus deppei</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Sciurus granatensis</i>							X	X
* <i>Sciurus richmondi</i>						X		
* <i>Sciurus variegatoides</i>	X		X	X	X	X	X	X
* <i>Sciurus yucatanensis</i>	X	X	X					
*† <i>Syntheosciurus brochus</i>							X	X
FAMILIA HETEROMYIDAE								
SUBFAMILIA HETEROMYINAE								
<i>Heteromys australis</i>								X
<i>Heteromys desmarestianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Heteromys gaumeri</i>	X	X	X					
* <i>Liomys adspersus</i>								X
FAMILIA GEOMYIDAE								
* <i>Orthogeomys cavator</i>							X	X
* <i>Orthogeomys cherriei</i>							X	
*† <i>Orthogeomys dariensis</i>								X
* <i>Orthogeomys grandis</i>	X		X	X	X			
* <i>Orthogeomys hispidus</i>	X	X	X	X				
*† <i>Orthogeomys lanius</i>	X							
*† <i>Orthogeomys matagalpae</i>				X		X		
*† <i>Orthogeomys underwoodi</i>							X	
SUPERFAMILIA MUROIDEA								
FAMILIA CRICETIDAE								
SUBFAMILIA NEOTOMINAE								
TRIBU NEOTOMINI								
<i>Neotoma mexicana</i>	X		X	X	X			
TRIBU REITHRODONTOMYINI								
*† <i>Isthmomys flavidus</i>								X
<i>Isthmomys pirrensis</i>								X
* <i>Peromyscus gymnotis</i>	X		X	X	X	X		
<i>Peromyscus leucopus</i>	X							
* <i>Peromyscus mexicanus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Peromyscus stirtoni</i>			X	X	X	X		

Categoría taxonómica	México	Belice	Guatemala	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
<i>*Peromyscus yucatanicus</i>	X							
<i>*†Reithrodontomys brevirostris</i>						X	X	
<i>*Reithrodontomys gracilis</i>	X							
<i>*†Reithrodontomys paradoxus</i>						X	X	
SUBFAMILIA SIGMODONTINAE								
TRIBU ICHTHYOMYINI								
<i>†Ichthyomys tweedii</i>								X
TRIBU ORYZOMYINI								
<i>Melanomys caliginosus</i>				X		X	X	X
<i>*†Neacomys pictus</i>								X
<i>†Oecomys bicolor</i>								X
<i>†Oecomys trinitatis</i>							X	X
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oryzomys alfaroi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oryzomys bolivaris</i>				X		X	X	X
<i>Oryzomys couesi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>*Oryzomys devius</i>							X	X
<i>*Oryzomys rostratus</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Oryzomys talamancae</i>							X	X
TRIBU THOMASOMYINI								
<i>*†Rhipidomys latimanus</i>								X
SUBFAMILIA TYLOMYINAE								
TRIBU NYCTOMYINI								
<i>*Nyctomys sumichrasti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>*Otonyctomys hatti</i>	X	X	X					
TRIBU TYLOMYINI								
<i>*Ototylomys phyllotis</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>*Tylomys nudicaudus</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>*Tylomys watsoni</i>							X	X
SUBORDEN HYSTRICOMORPHA								
INFRAORDEN HYSTRICOGNATHI								
FAMILIA ERETHIZONTIDAE								
SUBFAMILIA ERETHIZONTINAE								
<i>*Coendou rothschildi</i>								
<i>*Sphiggurus mexicanus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA CAVIIDAE								
SUBFAMILIA HYDROCHOERINAE								
<i>†Hydrochoerus isthmius</i>								X
FAMILIA DASYPROCTIDAE								
<i>*Dasyprocta mexicana</i>	X							
<i>Dasyprocta punctata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA CUNICULIDAE								
<i>Cuniculus paca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMILIA ECHIMYIDAE								
SUBFAMILIA ECHIMYINAE								
<i>Diplomys labilis</i>								X
SUBFAMILIA EUMYSOPINAE								
<i>Hoplomys gymnurus</i>				X		X	X	X
<i>Proechimys semispinosus</i>				X		X	X	X