

Patrones de distribución de los Mamíferos en la Provincia Oaxaca-Tehuacanense, México

Yiang-Qing Estrada¹, Rode A. Luna² y Tania Escalante^{2*}

Abstract

We analyzed the biogeographical patterns of diversity and endemism of the Mexican mammals, into a quadrat between 15° 30' - 21° 00' N latitude and 94° 00' - 100° 00' W longitude, in order to identify the Oaxaca-Tehuacanense province as a natural area. We analyzed the records of 133 mammalian species in databases and we modeled their distributions. Using the potential distribution models, we built a diversity map and performed an endemism analysis. The diversity map shows an important latitudinal gradient of species richness, where the highest diversity is in boundaries of Oaxaca and Veracruz, and it can be due to the boundaries of provinces and a probable biogeographic node. The analysis of endemism identified an area (area of consensus No. 14) with three endemic species (*Habromys simulatus*, *Microtus quasiater* and probably *Megadontomys nelsoni*) as biogeographic province, with boundaries wider than the Ramírez-Pulido and Castro-Campillo's (1990) Oaxaca-Tehuacanense province. We concluded that the Oaxaca-Tehuacanense province, given its pattern of richness of mammals, probably has high number of biological groups, some of them are species with restricted distribution and evolutive importance, which can be used as criteria to prioritize with efficiency the conservation strategies.

Key words: biogeography, diversity, endemism, Neotropics, regionalization.

Resumen

Se analizan los patrones biogeográficos de diversidad y endemismo de la mastofauna mexicana, dentro en un cuadrante comprendido entre los 15° 30' y 21° 00' de latitud N y 94° 00' y 100° 00' de longitud W, con el objetivo de identificar a la provincia Oaxaca-Tehuacanense como una unidad natural. Se analizaron los registros de 133 especies de mamíferos en bases de datos y se modelaron sus distribuciones potenciales. Usando los modelos de distribución potencial, se generó un mapa de diversidad y se llevó a cabo un análisis de endemismo. El mapa de diversidad presenta un gradiente latitudinal de riqueza de especies, donde la mayor diversidad se ubica en los límites

¹Facultad de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte-Poniente s/n, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 29000. E-mail: yiang_qing@hotmail.com

²Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Distrito Federal 04510. E-mail: rodheangela_lun@hotmail.com (RAL), tee@ibunam2.ibiologia.unam.mx (TE)

*Corresponding author

de los estados de Oaxaca y Veracruz, debido probablemente a que es un área límite entre provincias y nodo biogeográfico. El análisis de endemismo identificó un área (área de consenso No. 14) compuesta por tres especies endémicas (*Habromys simulatus*, *Microtus quasiater* y *Megadontomys nelsoni*), como provincia biogeográfica, cuyos límites son más amplios a los propuestos por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) para la Oaxaca-Tehuacanense. Se concluye que la Oaxaca-Tehuacanense es una provincia biogeográfica que, dado el patrón de diversidad de mamíferos, probablemente cuenta con un alto número de otros grupos biológicos, entre los cuales existen especies de distribución restringida e importancia evolutiva, los cuales pueden ser criterios que permiten priorizar más eficientemente las estrategias de conservación.

Palabras clave: biogeografía, diversidad, endemismo, Neotrópico, regionalización.

Introducción

La biogeografía es la disciplina que estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y a través del tiempo; sus objetivos principales son comprender los patrones de distribución geográfica de las especies y taxones supraespecíficos (Morrone 2001a). Algunos de los principales patrones que se intentan identificar y descubrir son los patrones de diversidad, disyunción y endemismo (Espinosa-Organista *et al.* 2001).

Un patrón de distribución de riqueza de especies o diversidad alfa, se entiende como la existencia de una tendencia geográfica general que afecta al número de especies que existen en un determinado territorio (Real 1992). El cual es un lugar con determinado compromiso espacio-estructura-tiempo (Halffter y Moreno 2005). Tal tendencia geográfica de diversidad puede cambiar gradualmente a lo largo de un gradiente o zonificación de factores físicos (Odum y Barret 2008).

Por otro lado, el endemismo fue uno de los primeros patrones biogeográficos reconocidos. De Candolle (1820) reconoció que la distribución de las especies no es azarosa, pues muchas de ellas tienen las mismas distribuciones, a estas especies las llamó aborígenes o endémicas y le dan identidad a las regiones (Espinosa-Organista *et al.* 2001). En términos de patrón biogeográfico y de acuerdo con esta definición, el endemismo está basado no sólo en la exclusividad a un área geográfica, sino también en la congruencia de las distribuciones de dos o más taxones (Escalante 2009), y se le considera un término relativo a la escala geográfica de la que se esté hablando, sin relación con los límites geopolíticos.

La identificación de un área de endemismo se basa en el reconocimiento de patrones de homopatría (congruencia en las áreas de distribución) que se observan en la distribución de las especies (Morrone 2004), analizadas con alguna metodología como el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE, Rosen 1988) o el análisis de endemidad (Szumik *et al.* 2002; Szumik y Goloboff 2004). El algoritmo del éste último (NDM/VNDM) evalúa mediante un índice cuantos y cuán endémicos son los taxones para un área dada (Szumik *et al.* 2002; Szumik y Goloboff 2004), de tal forma que las áreas mejor apoyadas por los datos serán entonces seleccionadas como áreas de endemismo (Szumik *et al.* 2006).

Con base en los endemismos, la Tierra ha sido dividida en regiones biogeográficas, las cuales son grandes extensiones de territorio en las que habita una biota característica

(Ron 2000). Tal biota se encuentra limitada por barreras físicas, ecológicas y climáticas o combinaciones de éstas (Álvarez y Lachica 1974). Las distintas categorías que son contempladas en un sistema jerárquico de clasificación biogeográfica incluyen, de mayor a menor tamaño: reinos, regiones, dominios, provincias y distritos (Cabrera y Willink 1973; Brown y Lomolino 1998), aunque también pueden distinguirse categorías intermedias, tales como subregiones y subdominios (Escalante 2009). La unidad básica de la jerarquía biogeográfica es la provincia, la cual se encuentra definida por el área de endemismo mínima identificable (Escalante 2009), aunque algunos autores consideran la existencia de distritos como sub-unidades de las provincias.

Existen pocas regionalizaciones biogeográficas propuestas para México con base en mamíferos. Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) dividieron el territorio de México en 20 provincias mastofaunísticas, mediante un análisis multivariado de agrupamiento de 121 unidades taxonómicas operacionales (cuadrantes) y los registros de 449 especies de mamíferos desde 1758 hasta 1988. Dentro de éstas 20 provincias propusieron la existencia de una provincia llamada Oaxaca-Tehuacanense en el sur de México (Fig. 1). Arriaga *et al.* (1997) generaron un esquema biogeográfico de consenso mediante la sobreposición de cuatro regionalizaciones (provincias de rasgos morfotectónicos, florísticas, herpetofaunísticas y mastofaunísticas), en el que también reconocieron una provincia en esta parte del país, llamada provincia de Oaxaca. Posteriormente, Escalante *et al.* (2003) identificaron un área de endemismo con Análisis de Parsimonia de Endemismos, basada en las distribuciones de tres especies de mamíferos en el sur de México, a la que llamaron Istmo. Escalante *et al.* (2007a) confirmaron la existencia de esta área de endemismo, nombrada como provincia del Istmo de Tehuantepec, pero sugirieron mayores estudios para definirla y refinar sus límites. Recientemente, Escalante *et al.* (2007b; 2009) y Gámez *et al.* (2012) reconocieron un área de endemismo ubicada al Este de la provincia de la Faja Volcánica Transmexicana, que podría corresponder a un distrito (es decir, a una unidad más pequeña que la provincia, delimitada por variantes ambientales dentro de la provincia). Pero que también pudiera ser evidencia de otra provincia biótica, por su presencia de endemismos y su continuidad hacia el sureste de Puebla y el norte de Oaxaca.

La provincia Oaxaca-Tehuacanense (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990) o del Istmo de Tehuantepec (Escalante *et al.* 2007b) no ha sido reconocida por otros sistemas de clasificación biogeográficos modernos basados en otros grupos biológicos, como los de Morrone (2001b; 2005; 2006) y Morrone *et al.* (2002). Los que la sinonimizan o parcialmente la incluyen dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur.

En este trabajo se analizan los principales patrones biogeográficos de diversidad y endemismo de la mastofauna para evaluar la existencia de la provincia Oaxaca-Tehuacanense como una unidad natural, representando una hipótesis de homología biogeográfica primaria (Morrone 2004).

Material y Métodos

Se estableció un área de estudio de un cuadrante conformado con las coordenadas extremas comprendidas entre los 15° 30' y 21° 00' de latitud N y entre los 94° 00' y 100° 00' de longitud W, en México (Fig. 1). El cual incluye totalmente a la provincia Oaxaca-

Tehuacanense (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990), la del Istmo de Tehuantepec (Escalante *et al.* 2007b) y el distrito Este *sensus* Escalante *et al.* (2007b; 2009) y Gámez *et al.* (2012). Esta área de estudio comprende la totalidad de los estados de Morelos, Tlaxcala, Puebla y Distrito Federal; y casi toda la extensión del estado de Oaxaca. El 50% de los estados de Guerrero y Estado de México, el 80% de Hidalgo y 70%, Veracruz, 30% de Querétaro y el 10% de Chiapas (Fig. 1).

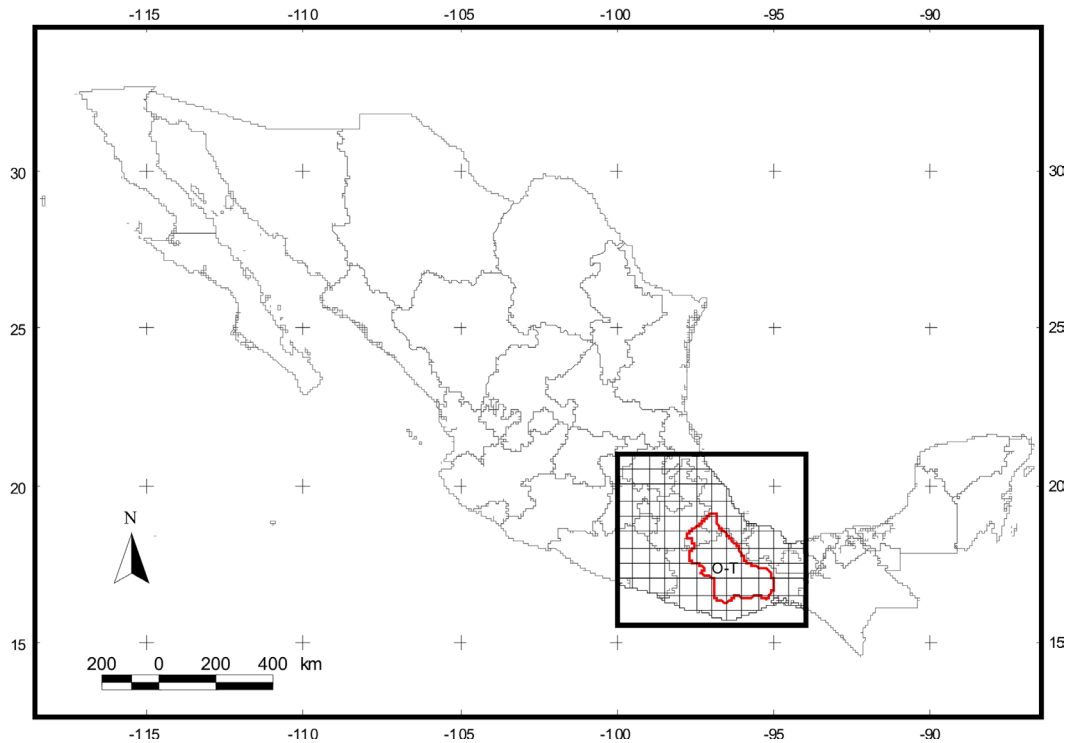


Figura 1. Área de estudio en México. Se muestra el cuadrante de estudio dividido en cuadros de 0.5 grados de latitud-longitud, los estados de México y la provincia Oaxaca-Tehuacanense (O-T) de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990).

Modelos de distribución de las especies.

Se obtuvieron los registros georreferidos de 133 especies de mamíferos dentro del área de estudio (cada especie con un mínimo de cinco localidades de registro diferentes, siendo el mínimo necesario para generar los modelos de distribución), haciendo una revisión en bases de datos de colecciones científicas y bibliográficas, obteniendo los datos de las siguientes bases de datos: Global Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org), Mammal Networked Information System (MaNIS, www.manisnet.org), Unidad Informática para la Biodiversidad (UNIBIO, www.unibio.unam.mx), Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO, www.conabio.gob.mx), y Mamíferos de México (Mammex, Escalante *et al.* datos no publicados). Se eliminaron los puntos que no pudieron ser georreferidos, y se corrigieron errores de nomenclatura y georreferencia.

Para obtener los mapas de distribución, se modelaron las distribuciones potenciales de las 133 especies de mamíferos mediante uno de los algoritmos de modelado disponibles que se ha demostrado es de los que predicen mejor la distribución potencial de las especies, particularmente cuando se cuenta con pocas localidades (Maxent v. 3.3.1; Elith *et al.* 2006; Hernández *et al.* 2006; Phillips *et al.* 2006; Pearson *et al.* 2007). Este algoritmo consiste en encontrar relaciones no aleatorias entre la presencia de la especie

y los parámetros ambientales. Los datos ambientales los conformaron 19 variables bioclimáticas (Hijmans *et al.* 2005; <http://www.worldclim.org/>: temperatura media anual, intervalo medio diurno, isotermas, estacionalidad de la temperatura, temperatura máxima del mes más caluroso, temperatura mínima del mes más frío, temperatura media de la estación más húmeda, temperatura media de la estación más seca, temperatura media de la estación más calurosa, temperatura media de la estación más fría, precipitación anual, precipitación del mes más húmedo, precipitación del mes más seco, precipitación por estación del año, precipitación de la estación más húmeda, precipitación de la estación más seca, precipitación de la estación más calurosa, y precipitación de la estación más fría), y cuatro variables topográficas (<http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>: elevación, índice de composición topográfica, aspecto y pendiente) a una resolución de aproximadamente 2 km. Se elaboraron 1,000 iteraciones, y se utilizó el 25% de los puntos para las pruebas (test), para determinar la validez del modelo. El umbral seleccionado para generar los modelos binarios (presencia/ausencia) a partir de los modelos generados en Maxent, con el fin de eliminar sobrepredicción que pudiera oscurecer los patrones de distribución, fue el percentil 10 de presencia de entrenamiento. Lo cual implica un 10% de omisión de los datos con los que fue generado el modelo. Finalmente algunos mapas fueron refinados mediante literatura y mapas publicados en línea (Hall 1981; North American Mammals del Smithsonian Institution, <http://www.mnh.si.edu/mna/>; Infonatura, <http://www.natureserve.org/infonatura>; y IUCN, <http://www.iucnredlist.org/>).

Mapa de riqueza

Para obtener el patrón de riqueza, todos los mapas de distribución de las especies fueron sumados con la finalidad de obtener un mapa de riqueza del cuadrante.

Áreas de endemismo

El cuadrante de estudio fue dividido en una cuadrícula de 11 filas y 12 columnas con cuadros de 0.5 grados de latitud-longitud (Fig. 1), donde a cada cuadro se le asignó la presencia o ausencia de las especies, con lo que se generó una matriz binaria de datos. El análisis de endemismo se llevó a cabo con esta matriz en el software NDM/VNDM (Szumik *et al.* 2002; Szumik y Goloboff 2004; Goloboff 2005), el cual calcula el índice de endemismo expresado mediante un puntaje del ajuste de cada especie a cierta área, siendo el valor mínimo de 2.0 para que un área sea candidata a ser un área de endemismo. El índice de endemismo se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IE = (p+(i \times Fi)+(a \times Fa))/(t+(o \times 1/Fo)+(d \times 1/Fd)+(Fn))$$

Donde:

P = número de celdas del área donde el taxón está presente

I = número de celdas del área donde el taxón está inferido, esto significa que se infiere que el taxón está presente de acuerdo con el número de celdas que rodeen dicha celda donde se infiere, la cual no contiene el taxón pero contiene los otros taxones que se están compartiendo en las otras celdas

a = celdas del área donde el taxón está asumido

- t = total de celdas que tiene el área
 o = celdas adyacentes al área donde el taxón está presente
 d = celdas adyacentes al área donde el taxón está asumido
 n = celdas no-adyacentes al área donde el taxón está asumido
 Fi = factor de presencias inferidas (0.5)
 Fa = factor de presencias asumidas dentro del área (0.75)
 Fo = factor para presencias observadas del área (0.5)
 Fd = factor de presencias asumidas adyacentes (2.0)
 Fn = factor de presencias asumidas no adyacentes (0.5)

Se realizó una búsqueda heurística con un porcentaje de 30% de similitud, reteniendo sólo aquellas áreas que cuenten con un índice de endemidad igual o mayor a 2, y los demás comandos se aceptaron por defecto. Se realizaron 100 iteraciones eligiendo el resultado que presentara el número más alto de áreas de endemismo obtenidas. Se elaboró un consenso estricto del 50% (donde un área individual forma parte del consenso siempre y cuando comparta el 50% de especies endémicas con todas las áreas que componen dicho consenso). Se identificó el o las áreas de endemismo que pudieran representar a la provincia Oaxaca-Tehuacanense por su ubicación geográfica y superposición con el mapa de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990); y los mapas de sus especies endémicas fueron superpuestas en un único mapa para delimitar la provincia mediante el área de homopatría que presentan. Finalmente se reflexiona sobre la importancia del uso de los patrones biogeográficos obtenidos en este trabajo para establecer prioridades de conservación.

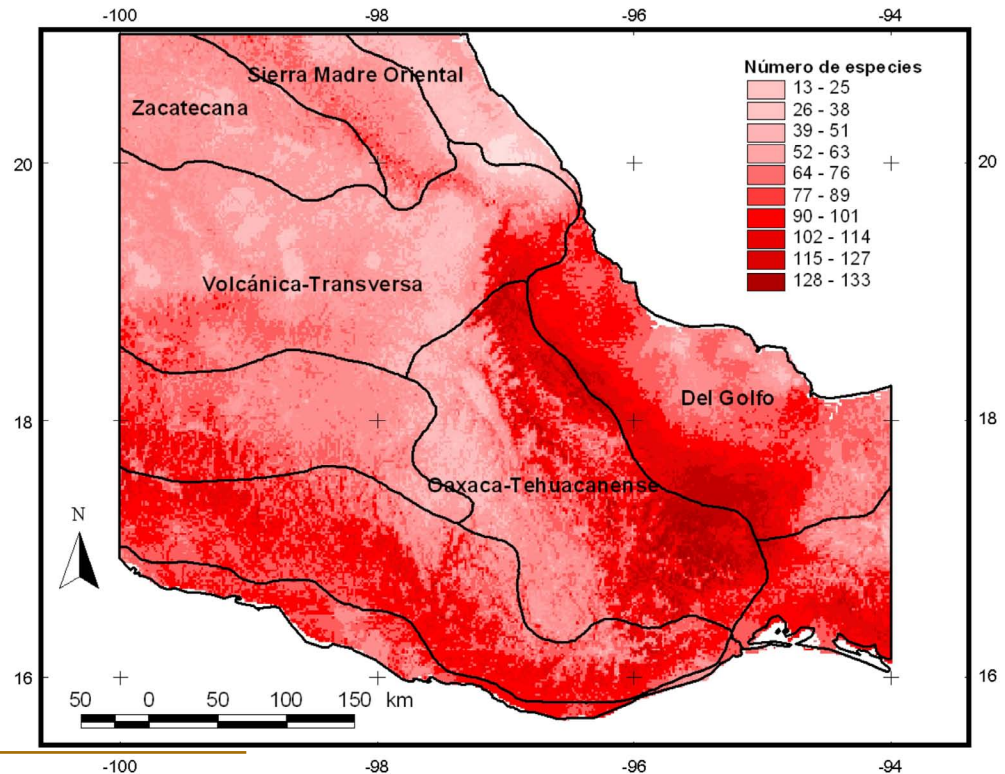
Resultados y Discusión

Se obtuvo un mapa representativo del patrón de riqueza en el área de estudio (Fig. 2), en el que se observa un gradiente de riqueza de especies de mamíferos en la zona que se delimitó como la provincia Oaxaca-Tehuacanense. La mayor diversidad se ubica en los límites de los estados de Oaxaca y Veracruz. Esta sección de alta riqueza coincide con el límite este de las provincias Volcánica-Transversa, del Golfo y Oaxaca-Tehuacanense (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990). La condición de ser un área de alta diversidad en el límite entre provincias, puede ser debida principalmente a la complejidad geobiótica, característica de las áreas donde se ubican nodos panbiogeográficos (Heads 2004). Así, se han descrito nodos para esta área de alta diversidad con otros grupos taxonómicos, como aves (Álvarez-Mondragón y Morrone 2004; nodo 7), mamíferos (Escalante *et al.* 2004, nodos 6 y 7; García-Marmolejo *et al.* 2008, nodo 14), coleópteros (Corona *et al.* 2009), y otros taxa (Torres-Miranda y Luna-Vega 2006; nodos 14 y 15).

Se obtuvieron 25 áreas de endemismo, a partir de las cuales se generaron 19 áreas de consenso que se describen en el Tabla 1. La mayoría de las áreas consenso de endemismo corresponden al patrón neotropical, y se encontró un área de endemismo (el área No. 14, Tabla 1) que correspondería a la ubicación geográfica de la provincia Oaxaca-Tehuacanense. Esta área de endemismo está identificada por tres especies endémicas (Fig. 3): *Habromys simulatus*, *Microtus quasiater* y *Megadontomys thomasi*. *Habromys*

simulatus es un roedor que se distribuye en la Sierra Madre Oriental y Sierra Mazateca, en los estados de Oaxaca, Hidalgo y Veracruz; y probablemente se encuentra en peligro de extinción (León-Paniagua y Romo 2005; León-Paniagua *et al.* 2007). *Microtus quasiater* se ha registrado en los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz, en una estrecha franja de la Sierra Madre Oriental; y se le considera vulnerable (Castro-Campillo *et al.* 2005).

Figura 2. Mapa de diversidad del área de estudio. Se muestra el número de especies por cada pixel de aproximadamente 2 km² y los límites de la provincia Oaxaca-Tehuacanense (O-T) de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990), así como otras provincias adyacentes.



Finalmente, *M. thomasi* tiene la distribución más al sur dentro del área de endemismo, con un área adicional hacia la Sierra Madre del Sur. Esta especie es considerada rara y que sólo habita en las montañas del centro de Guerrero (Peña y Domínguez 2005). Sin embargo, en el modelo de distribución de *M. thomasi* se observaron áreas de alta probabilidad de presencia dentro de la Sierra Madre Oriental, ocupando gran parte del área de endemismo (Fig. 3). De esta especie existen registros dentro del área de endemismo en las base de datos consultadas, pero que podrían estar perteneciendo a ejemplares mal identificados o georreferencias incorrectas. A este respecto, existe otra especie relacionada a *M. thomasi* a la que es posible correspondan las localidades conocidas en la Sierra Madre Oriental: *M. nelsoni* se distribuye en el sur de esta cadena montañosa en el estado de Veracruz y se considera amenazada (Peña y Hernández 2005). Es posible que las áreas de alta probabilidad de presencia de *M. thomasi* en la Sierra Madre Oriental estén ocupadas por *M. nelsoni*, ya que estas especies se encuentran muy relacionadas y sólo se distinguen genéticamente (Peña y Hernández 2005). Por lo tanto, es posible que más bien *M. nelsoni* pertenezca al área de endemismo, y no *M. thomasi* como muestran los datos originales.

Adicionalmente, nosotros no pudimos elaborar un modelo de distribución para *M. nelsoni*, debido a que carecíamos de los registros para generarlo. La información que

proporcionan los modelos de distribución de especies, puede llegar a ser muy relevante en términos de dirigir futuros esfuerzos de muestreo y de revisión de ejemplares de colecciones, ya que pueden predecir áreas probables donde las especies no han sido recolectadas. También pueden ser útiles para detectar localidades conocidas de ejemplares de especies que podrían estar mal identificados en las colecciones, como en el caso de *M. thomasi*. Sin embargo, es necesario reconocer que las áreas de sobre predicción podrían estar oscureciendo o cambiando las áreas de endemismo, por lo que es necesario seleccionar con detalle los umbrales para las áreas consideradas como presencia en el mapa binario. Al respecto, existen pocas comparaciones y recomendaciones en la literatura (Liu *et al.* 2005; Jiménez-Valverde y Lobo 2007; Freeman y Moisen 2008; Escalante *et al.* 2010). En este trabajo, el percentil 10 recuperó de manera eficiente las áreas de distribución conocidas de los mamíferos, ya que coincidieron con mapas de bibliografía (Hall 1981), y permitió recuperar patrones reconocidos como los límites entre las regiones Neártica y Neotropical (Escalante *et al.* 2010; Escalante *et al.* datos no publicados).

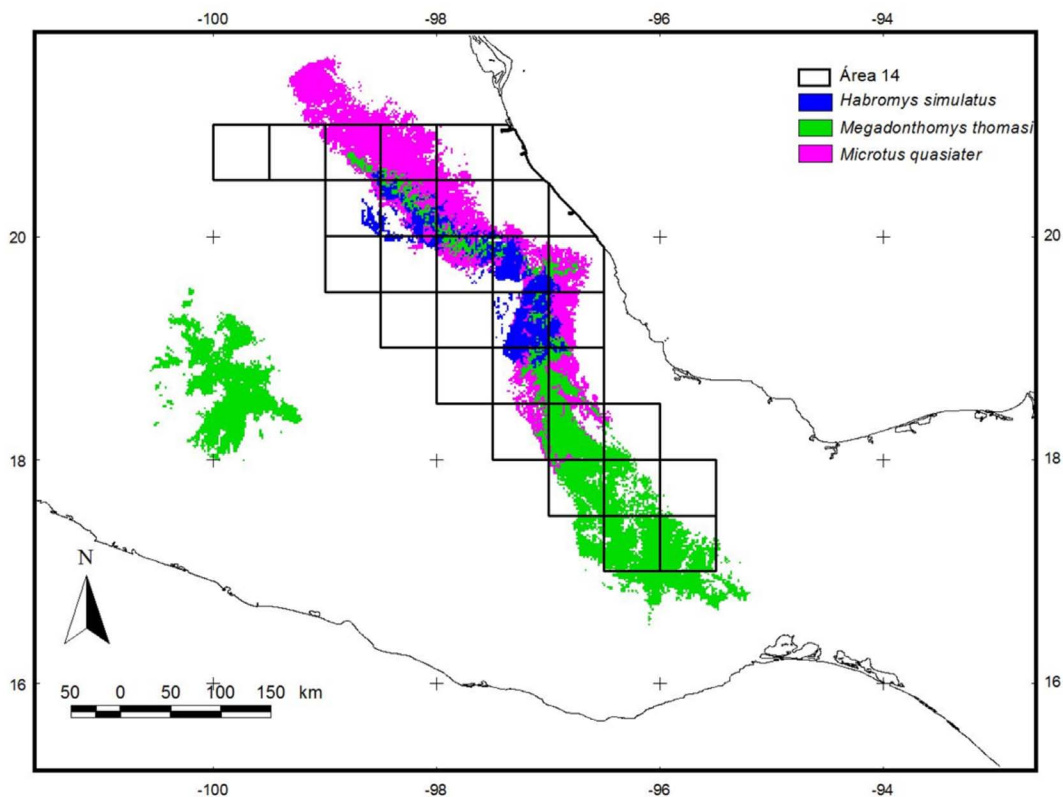


Figura 3. Área de consenso 14 con el patrón de homopatría de sus especies endémicas (*H. simulatus*, *M. thomasi* y *M. quasiater*).

La regionalización mastofaunística realizada por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) coincide en buena parte con las 19 áreas consenso de endemismo obtenidas; siendo el área No. 14 la que presenta un patrón que incluye el extremo sur de la provincia de la Sierra Madre Oriental, la parte noreste de la Volcánica-Transversa, en su mayoría a la Oaxaca-Tehuacanense y una pequeña parte noreste del Golfo (Fig. 4). Esta área de homopatría y coincidencia geográfica probablemente sustenta la existencia de la provincia mastozoológica propuesta por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990).

El área de endemismo No. 14 no mostró ninguna coincidencia al contrastarla con las

provincias biogeográficas propuestas por Morrone *et al.* (2002) y Morrone (2005, 2006); aunque estas regionalizaciones están basadas en análisis panbiogeográficos y biogeográficos cladísticos de distintos taxones animales y vegetales. El área de endemismo 14 incluye parte de la Sierra Madre Oriental, el Altiplano Mexicano en la parte sur, el este-centro del Eje Volcánico Transmexicano (ahora llamada provincia de la Faja Volcánica Transmexicana), el Golfo de México y una porción suroeste de la Sierra Madre del Sur propuestas por Morrone (2005; Fig. 5).

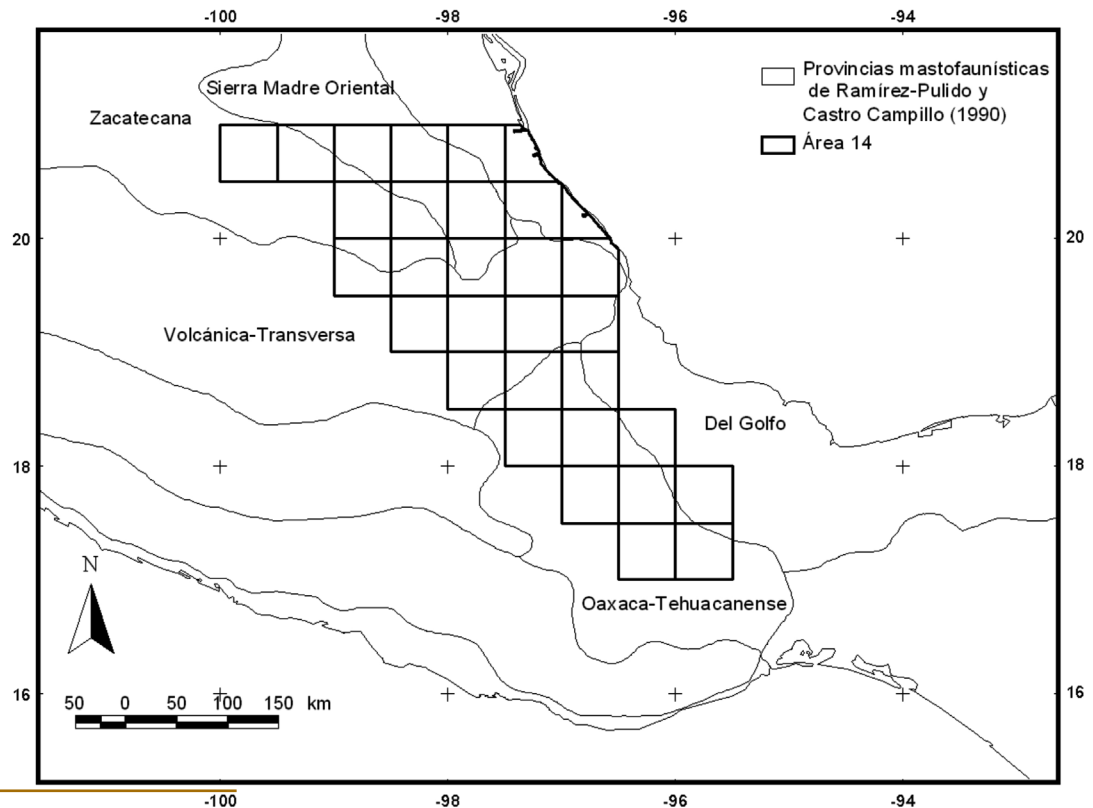


Figura 4. Área de consenso 14 comparada con las provincias mastofaunísticas de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990).

El resto de las áreas de endemismo resultantes en este trabajo presentan patrones que se pueden asignar a dos regiones: la región Neártica y la región Neotropical, y a la Zona de Transición Mexicana (Tabla 1; Fig. 6). Escalante *et al.* (2005) describieron que el Componente Mexicano de Montaña es equivalente a la Zona de Transición Mexicana; está es un área de alta diversidad. Lo que es resultado de importantes procesos de especiación que se llevaron a cabo cuando hibridaron las regiones Neártica (representada en este análisis por el área 1 y área 11) y Neotropical (el área 3, área 6, área 7, área 9, área 12, área 17 y área 18). Estos autores determinaron que la Zona de Transición Mexicana (área 2, área 4) está compuesta por la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana, Depresión del Balsas, y Sierra Madre del Sur (Escalante *et al.* 2005), coincidiendo con las áreas de alta diversidad reportadas en este trabajo.

Los patrones de distribución simpátrida encontrados en este trabajo que definen al área 14 como provincia biogeográfica, proponen límites más amplios a los propuestos por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) para la Oaxaca-Tehuacanense. Se sugiere que estos límites abarcan la provincia mastofaunística Oaxaca-Tehuacanense (Ramírez-

Pulido y Castro-Campillo 1990) en su totalidad, más una parte de la Faja Volcánica Transmexicana (Morrone 2006). La porción Este de la Faja Volcánica Transmexicana (Escalante *et al.* 2007a; 2009; Gámez *et al.* (2012) está incluida en los límites propuestos por el área 14. También es posible distinguir que otra porción de los límites del área 14 forma parte de la Sierra Madre del Sur (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990).

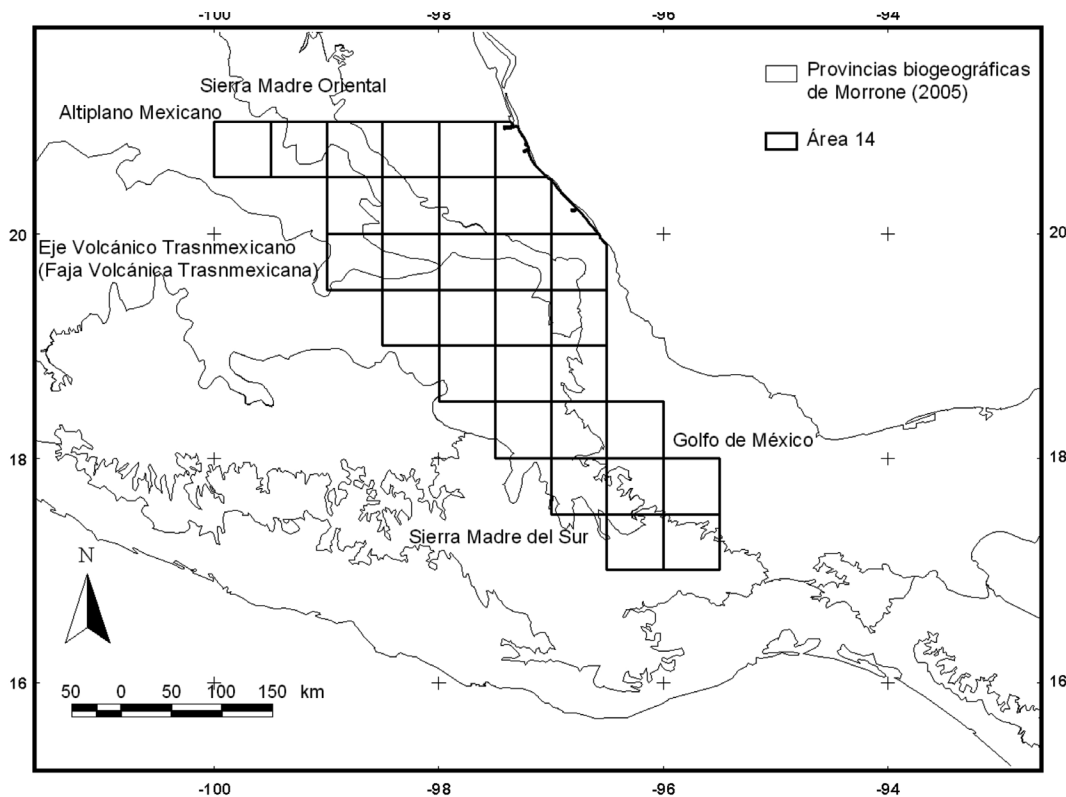


Figura 5. Área de consenso 14 comparada con las provincias biogeográficas de Morrone (2005).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, y la hipótesis de homología primaria (historia compartida) que implica la existencia de la provincia Oaxaca-Tehuacanense, es posible postular que esta área de endemismo probablemente cuenta con un alto número de grupos biológicos, puesto se espera que los patrones de diversidad en los nodos biogeográficos y endemismo presentados por los mamíferos se repitan para otros taxones, entre los cuales habrá especies de distribución restringida con importancia evolutiva.

Una aplicación importante de los esquemas de regionalización biogeográfica es la conservación. La biogeografía de la conservación ha sido definida como la aplicación de métodos biogeográficos a los problemas de la conservación de la biodiversidad (Whittaker *et al.* 2005; Whittaker y Ladle 2011). El establecimiento de prioridades de conservación consiste en ordenar una serie de lugares con base en el contenido de la biodiversidad presente (Margules *et al.* 1988; Margules y Pressey 2000; Sarkar y Margules 2002; Sarkar 2005). El criterio más utilizado para esto ha sido, en ocasiones, la riqueza específica, pero ésta representa sólo una medida de la biodiversidad y no necesariamente refleja la abundancia de especies raras, o en peligro de extinción (Csuti *et al.* 1997; Sarkar 2005) o los patrones de endemismo.

Tabla 1. Áreas consenso del análisis de endemidad. Se muestra el número del área, el intervalo del puntaje de sus áreas de endemismo, número y nombres de sus especies endémicas y afinidad geográfica.

Área	Puntaje	Especies endémicas	Afinidad*
0	7.25-7.50	9: <i>Alouatta palliata</i> , <i>Balantiopteryx io</i> , <i>Caluromys derbianus</i> , <i>Centronycteris maximiliani</i> , <i>Cyclopes didactylus</i> , <i>Dasyprocta mexicana</i> , <i>Dermanura watsoni</i> , <i>Eumops bonariensis</i> y <i>Lonchorhina aurita</i> .	Neotropical, transicional
1	2.71-2.96	3: <i>Antrozous pallidus</i> , <i>Dipodomys ordii</i> y <i>Eumops perotis</i> .	Neártica
2	4.51-4.76	6: <i>Atibeus inopinatus</i> , <i>Choeronycteris mexicana</i> , <i>Cryptotis goldmani</i> , <i>Dermanura azteca</i> , <i>Peromyscus melanophrys</i> , y <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> .	Distribución amplia
3	2.41-2.66	3: <i>Ateles geoffroyi</i> , <i>Diaemus youngi</i> y <i>Eira barbara</i> .	Neotropical
4	5.79-6.04	8: <i>Alouatta palliata</i> , <i>Bauerus dubiaquercus</i> , <i>Caluromys derbianus</i> , <i>Centronycteris maximiliani</i> , <i>Chrotopterus auritus</i> , <i>Dasyprocta mexicana</i> , <i>Lampronnycteris brachyotis</i> y <i>Philander oposum</i> .	Neotropical, transicional
5	5.55-6.05	9: <i>Carollia brevicauda</i> , <i>C. perspicillata</i> , <i>Diphylla ecaudata</i> , <i>Galictis vittata</i> , <i>Marmosa mexicana</i> , <i>Myotis keaysi</i> , <i>Peromyscus leucopus</i> , <i>Pipistrellus subflavus</i> y <i>Sciurus deppei</i> .	Neotropical, transicional
6	2.18-4.04	7: <i>Chiroderma salvini</i> , <i>Choeronycteris godmani</i> , <i>Eumops glaucinus</i> , <i>Glossophaga commissarisi</i> , <i>G. morenoi</i> , <i>Hylonycteris underwoodi</i> y <i>Liomys pictus</i> .	Neotropical
7	4.40-4.65	6: <i>Bauerus dubiaquercus</i> , <i>Carollia perspicillata</i> , <i>Chrotopterus auritus</i> , <i>Conepatus semistriatus</i> , <i>Lampronnycteris brachyotis</i> y <i>Philander oposum</i> .	Neotropical
8	2.42-2.67	4: <i>Cratogeomys tylosinus</i> , <i>Dipodomys phillipsii</i> , <i>Lepus californicus</i> y <i>Sciurus oculatus</i> .	Distribución amplia
9	2.17-2.42	4: <i>Dasyprocta punctata</i> , <i>Eumops auripendulus</i> , <i>Micronycteris schmidtorum</i> y <i>Reithrodontomys gracilis</i> .	Neotropical
10	3.40-3.90	5: <i>Carollia subrufa</i> , <i>Chiroderma villosum</i> , <i>Dermanura phaeotis</i> , <i>Diclidurus albus</i> y <i>Eumops glaucinus</i> .	Neotropical, transicional
11	2.33-2.58	3: <i>Choeronycteris mexicana</i> , <i>Lasiurus xanthinus</i> y <i>Peromyscus melanophrys</i> .	Neártica
12	2.43-2.68	4: <i>Bassariscus sumichrasti</i> , <i>Centurio senex</i> , <i>Leopardus pardalis</i> y <i>Molossus rufus</i> .	Neotropical
13	2.84-3.09	5: <i>Galictis vittata</i> , <i>Habromys simulatus</i> , <i>Marmosa mexicana</i> , <i>Megadontomys thomasi</i> y <i>Pipistrellus subflavus</i> .	Distribución amplia
14	2.33-2.58	3: <i>Habromys simulatus</i> , <i>Microtus quasiater</i> y <i>Megadontomys thomasi</i> .	Oaxaca-Tehuacanense
15	2.36-8.71	16: <i>Anoura geoffroyi</i> , <i>Canis latrans</i> , <i>Conepatus leuconotus</i> , <i>Cryptotis goldmani</i> , <i>Dermanura tolteca</i> , <i>Eptesicus fuscus</i> , <i>Lasiurus borealis</i> , <i>L. cinereus</i> , <i>Leptonycteris curasoae</i> , <i>Lynx rufus</i> , <i>Micronycteris microtis</i> , <i>Microtus oaxacensis</i> , <i>Reithrodontomys fulvescens</i> , <i>R. mexicanus</i> , <i>R. sumichrasti</i> y <i>Urocyon cinereoargenteus</i> .	Distribución amplia
16	2.13-2.38	4: <i>Leptonycteris nivalis</i> , <i>Liomys irroratus</i> , <i>Lynx rufus</i> y <i>Reithrodontomys megalotis</i> .	Distribución amplia
17	2.24-2.49	4: <i>Cryptotis mexicana</i> , <i>Microtus oaxacensis</i> , <i>Oligoryzomys fulvescens</i> y <i>Reithrodontomys mexicanus</i> .	Neotropical
18	2.01-2.26	4: <i>Cryptotis mexicana</i> , <i>Eira barbara</i> , <i>Molossus rufus</i> y <i>Oligoryzomys fulvescens</i> .	Neotropical

*La afinidad se refiere a la ubicación geográfica preferente del área de endemismo y especies endémicas. Una distribución amplia abarca las regiones Neártica, Neotropical y Zona de Transición Mexicana (regiones según Morrone 2005).

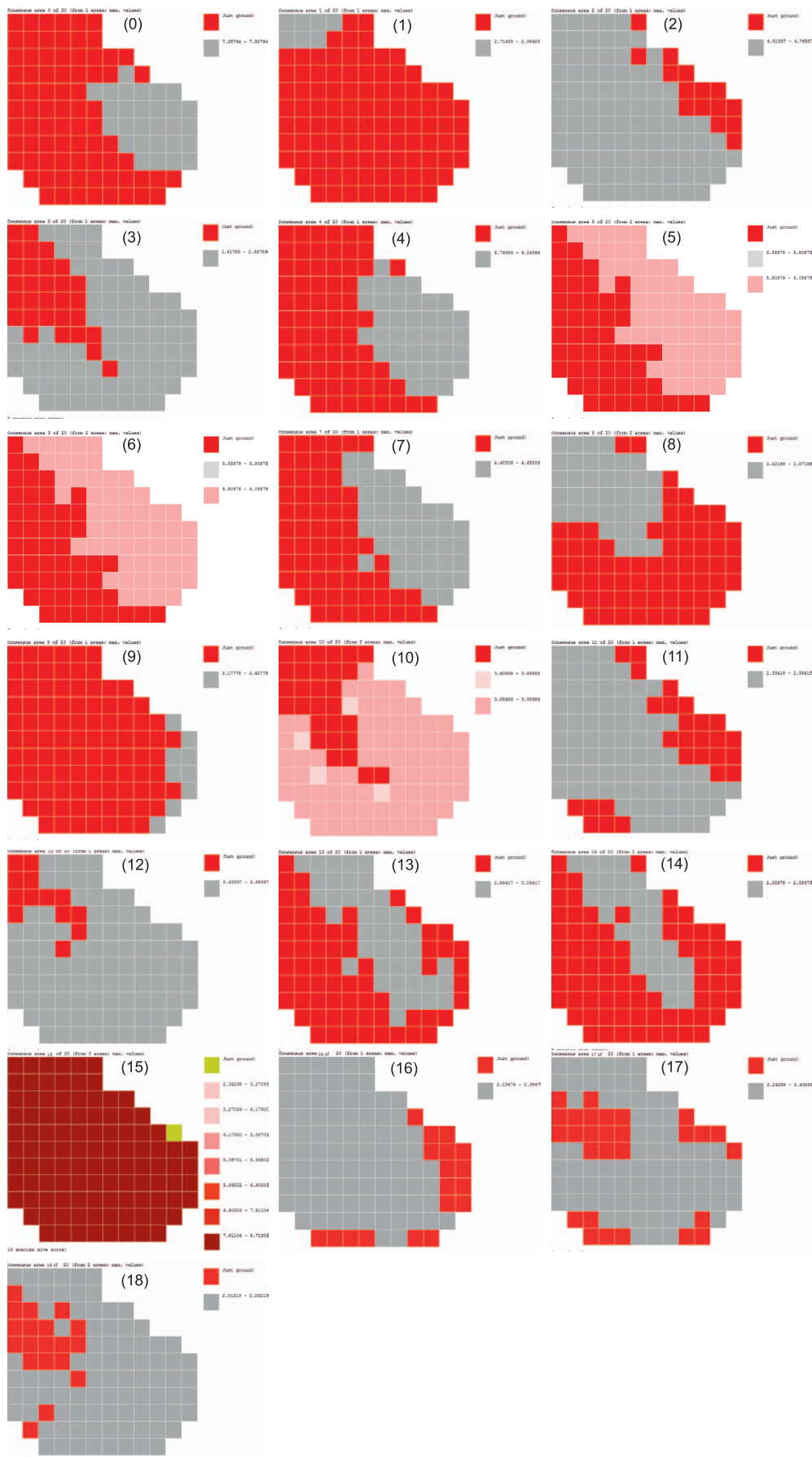


Figura 6. Todas las áreas consenso obtenidas en el análisis (áreas numeradas del 0 al 18, según Tabla 1). En tonos de gris y rosa se muestra el área consenso y en rojo el resto de los cuadros que no pertenece al área de endemismo.

Al ser casi imposible lograr conservar el total de la biodiversidad, las medidas de conservación generalmente se enfocan en escoger algunos aspectos de un ecosistema que funcionen como “estimadores” (*surrogates*) de la manera más eficiente posible y, a partir de ellos, priorizar los lugares (Margules y Pressey 2000; Garson *et al.* 2002; Kelley *et al.* 2002; Sarkar y Margules 2002). Sin embargo, el uso de los patrones biogeográficos de endemismo como “estimadores” o *surrogates* aún no ha sido explorado.

La provincia biogeográfica Oaxaca-Tehuacanense cuenta con algunas Áreas Naturales Protegidas que al superponerlas geográficamente, coinciden con la distribución de las tres especies endémicas y el área de mayor riqueza: la cuenca hidrográfica del Río Necaxa, Cofre de Perote, Cañón de Río Blanco y Pico de Orizaba, pero aún es necesario evaluar si están protegiendo adecuadamente los patrones de diversidad y endemismo. Por lo anterior sugerimos que nuestros resultados pueden ser tomados como una guía indicativa en donde podría ser más eficiente invertir en la creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas, con la finalidad de conservar los procesos generadores de los patrones biogeográficos que exhiben las biotas.

Conclusiones

Se encontró evidencia para identificar el área de endemismo que sustenta a la provincia mastofaunística Oaxaca-Tehuacanense (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo vv1990), conformada por la homopatría de tres especies (*Habromys simuatus*, *Microtus quasiater* y probablemente *M. nelsoni*) que la sustentan como un área natural. Esta provincia es más amplia que la descrita por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990), y abarca a la provincia biogeográfica Oaxaca-Tehuacanense en su totalidad, la parte este de la Faja Volcánica-Transmexicana y una parte de la Sierra Madre del sur. Las acciones de conservación de los mamíferos de la provincia biogeográfica Oaxaca-Tehuacanense deben incluir los patrones de distribución de todas sus especies, pero principalmente las que la conforman como área de endemismo, así como los límites entre provincias que representan zonas de alta diversidad biológica; sin embargo, es necesario realizar estudios con otros grupos taxonómicos para verificar la naturalidad de la provincia.

Agradecimientos

El proyecto Conacyt 80370 financió esta investigación. Reconocemos la importante labor de todas las colecciones científicas que aportan datos a los portales de internet consultados. Agradecemos los valiosos comentarios de dos revisores anónimos.

Referencias

- ÁLVAREZ, T., y F. LACHICA. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. Pp. 219-302 in El escenario geográfico (González, T. A., T. Álvarez, y F. Lachica, eds.). Vol. II, Recursos Naturales, Secretaría de Educación Pública – Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ciudad de México, México.
- ÁLVAREZ-MONDRAGÓN, E., y J. J. MORRONE. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia* 29:112-120.

- ARRIAGA, L., Z. C. AGUILAR, O. D. ESPINOSA, Y R. JIMÉNEZ.** 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- BROWN, J. H., Y M. V. LOMOLINO.** 1998. Biogeography, 2a. ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- CABRERA, A. L., Y A. WILLINK.** 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología, organización de Estados Americanos. Washington, EE.UU.
- CASTRO-CAMPILLO, A., J. MARTÍNEZ, F. A. CERVANTES, Y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 2005. *Microtus* quasiater. Pp. 662-663 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Corona, A. M., V. H. Toledo, y J. J. Morrone.** 2009. Track analysis of the Mexican species of Buprestidae (Coleoptera): testing the complex nature of the Mexican Transition Zone. *Journal of Biogeography* 36:1730-1738.
- CSUTI, B., S. POLAVSKY, P. H. WILLIAMS, R. L. PRESSEY, J. D. CAMM, M. KERSHAW, A. R. KIESTER, B. DOWNS, R. HAMILTON, M. HUSO, Y K. SAHR.** 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80:83-97.
- DE CANDOLLE, A.** 1820. Geographie botanique. Pp. 359-422 in Dictionnaire des Sciences Naturelles, vol. 18. Treuttel and Würtz. Estrasburgo, Francia.
- ELITH, J., C. H., P. R. GRAHAM, M. ANDERSON, S. DUDÍK, A. FERRIER, J. GUISAN, Y J. ROBERT.** 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.
- ESCALANTE, T.** 2009. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:551-560.
- ESCALANTE, T., D. ESPINOSA, Y J. J. MORRONE.** 2003. Using Parsimony Analysis of Endemicity to analyze the distribution of Mexican land mammals. *The Southwestern Naturalist* 48:563-578.
- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ, Y J. J. MORRONE.** 2004. The diversification of nearctic mammals in de Mexican transtition zone. *Biological Journal of the Linnean Society* 83:327-339.
- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ, Y J. J. MORRONE.** 2005. Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:199-205.
- ESCALANTE, T., V. SÁNCHEZ-CORDERO, J. J. MORRONE, Y M. LINAJE.** 2007a. Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: A case study using species' ecological niche modeling, parsimony analysis of endemism and Golobof fit. *Interciencia* 32:151-159.
- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ, N. GÁMEZ, L. LEÓN, O. BARRERA, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2007b. Biogeografía y conservación de los mamíferos de la Faja Volcánica Transmexicana. Pp. 485-502 in Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana (Luna, I., J. J. Morrone, y D. Espinosa, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ-TAPIA, M. LINAJE, P. ILLOLDI, Y R. GONZÁLEZ-LÓPEZ.** 2010. La identificación correcta de las áreas de endemismo y los umbrales de presencia en los modelos de distribución potencial. Pp. 68. Memorias de la IX Reunión Argentina de Cladística y Biogeografía, La Plata, Argentina.
- ESCALANTE, T., C. SZUMIK, Y J. J. MORRONE.** 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: Re-analysis applying the optimality criterion. *Biological Journal of the Linnean Society* 98:468-478.
- ESPINOSA-ORGANISTA, D., C. AGUILAR, Y T. ESCALANTE.** 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. Pp. 31-35 in *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (Llorente, J., y J. J. Morrone, eds.). Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- FREEMAN, E.A., Y G.G. MOISEN.** 2008. A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa. *Ecological Modelling* 217:48–58.
- GÁMEZ, N., T. ESCALANTE, G. RODRÍGUEZ, M. LINAJE, Y J. J. MORRONE.** 2012. Patrones biogeográficos de la mastofauna de la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:258-272.v
- GARCÍA-MARMOLEJO, G., T. ESCALANTE, Y J. J. MORRONE.** 2008. Establecimiento de prioridades para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México. *Mastozoología Neotropical* 15:41-65.
- GARSON, J., A. AGGARWAL, Y S. SARKAR.** 2002. ResNet Manual. Ver. 1.2. 30 Octubre, 2002.
- GOLOBOFF, P.** 2005. NDM/VNDM v. 2.5. Programs for identification of areas of endemism. Programa y documentación disponible en: www.zmuc.dk/public/phylogeny/endemism
- HALL, R.** 1981. *The mammals of North America*. Vol. I-IV. 2a ed. John Wiley & Sons. New York, EE.UU.
- HALFFTER, G., Y C. E. MORENO.** 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Pp. 5-18 in *Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff, y A. Melic, eds.). Monografías Tercer Milenio, vol. 4, S. E.A. Zaragoza, España.
- HEADS, M.** 2004. What is a node? *Journal of Biogeography* 31:1883-1891.
- HERNÁNDEZ, P. A., C. H. GRAHAM, L. L. MASTER, Y D. L. ALBERT.** 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29:773-785.
- HIJMANS, R.J., S.E CAMERON, J. L. PARRA, P. G. JONES, Y A. JARUIS.** 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- JIMÉNEZ –VALVERDE, A., Y J. M. LOBO.** 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either-or presence-absence. *Acta Oecologica* 31:361–369.
- KELLEY, C., J. GARSON, A. AGGARWAL, Y S. SARKAR.** 2002. Place prioritization for biodiversity reserve network design: a comparison of the SITIES and ResNet software packages for coverage and efficiency. *Diversity and Distributions* 8:297-306.

- LEÓN-PANIAGUA, L., Y E. ROMO.** 2005. *Habromys simulatus*. Pp.675 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.
- LEÓN-PANIAGUA, L. A. G. NAVARRO-SIGÜENZA, B. E. HERNÁNDEZ-BAÑOS, Y J. C. MORALES.** 2007. Diversification of the arboreal mice of the genus *Habromys* (Rodentia: Cricetidae: Neotominae) in the Mesoamerican highlands. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42:653-662.
- LIU, C., BERRY, M., DAWSON, T. P., Y R. G. PEARSON.** 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28:385-393.
- MARGULES, C. R., A. O. NICHOLLS, Y R. L. PRESSEY.** 1988. Selecting networks for reserves to maximize biological diversity. *Biological Conservation* 43:63-76.
- MARGULES, C. R., Y R. L. PRESSEY.** 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- MORRONE, J. J.** 2001a. Sistemática, biogeografía, evolución; los patrones de la biodiversidad en tiempo y espacio. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MORRONE, J. J.** 2001b. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Manuales y Tesis SEA, no. 3., Zaragoza, España.
- MORRONE, J. J.** 2004. Homología biogeográfica: Las coordenadas espaciales de la vida. Cuadernos del Instituto de Biología 37, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- MORRONE, J. J.** 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:207-252.
- MORRONE, J. J.** 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51:467-94.
- MORRONE, J. J., D. ESPINOSA-ORGANISTA, Y J. LORENTE-BOUSQUETS.** 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 85:83-108.
- ODUM, E. P., Y G. W. BARRET.** 2008. Fundamentos de Ecología. Quinta edición. Thomson, Ciudad de México, México.
- PEARSON, R. G., C. J., RAXWORTHY, M. NAKAMURA, Y T. PETERSON.** 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34:102-117.
- PEÑA, L. A., Y B. HERNÁNDEZ.** 2005. *Megadontomys nelsoni*. Pp.678 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica-CONABIO, Ciudad de México, México.
- PEÑA, L. A., Y Y. DOMÍNGUEZ.** 2005. *Megadontomys thomasi*. Pp.679 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica-Conabio, Ciudad de México, México.
- PHILLIPS, S. J., P.P. ANDERSON, Y R. E. SCHAPIRE.** 2006. A maximum entropy modelling of species geographic distribution. *Ecology Modelling* 190:231-259.

- RAMÍREZ-PULIDO, J., Y A. CASTRO-CAMPILLO.** 1990. Provincias Mastofaunísticas 1:4000000 Mapa IV.8.8A. Atlas Nacional de México. Vol. 2. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- REAL, R.** 1992. Las tendencias geográficas de la riqueza específica. *Monographic Herpetologica* 2:85-94.
- RON, S. R.** 2000. Biogeographic area relationships of Neotropical lowland rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *The 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 distributions* (Myers, A. A., y P. Giller, eds.). Chapman and Hall, Oxford, Reino Unido.
- SARKAR, S.** 2005. *Biodiversity and environmental philosophy: An introduction*. Cambridge University Press, Cambridge, EE.UU.
- SARKAR, S., Y C. MARGULES.** 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Bioscience* 27:299-308.
- SZUMIK C., F., CUEZZO, P. GOLOBOFF, Y A. CHALUP.** 2002. An optimality criterion to determine areas of endemism. *Systematic Biology* 51:806-816.
- SZUMIK, C. A., Y P. A. GOLOBOFF.** 2004. Areas of endemism: An improved optimality criterion. *Systematic Biology* 53:968-977.
- SZUMIK, C., D. CASAGRANDA, Y S. ROIG-JUÑENT.** 2006. *Manual de NDM/VNDM: Programas para la identificación de áreas de endemismo*. Instituto Argentino de estudios Filogenéticos. Buenos Aires, Argentina.
- TORRES-MIRANDA, A., E I. LUNA-VEGA.** 2006. Análisis de trazos para establecer áreas de conservación en la Faja Volcánica Transmexicana. *Interciencia* 31:849-855.
- WHITTAKER, R. J., M. B. ARAÚJO, P. JEPSON, R. J. LADLE, J. E. M. WATSON, Y K. J. WILLIS.** 2005. Conservation Biogeography: Assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11:3-23.
- WHITTAKER, R. J., Y R. J. LADLE.** 2011. 2010. The roots of conservation biogeography. Pp. 3-12 in *Conservation biogeography* (Ladle, R. J., y R. J. Whittaker eds.). Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido.

Sometido: 11 de noviembre de 2011

Revisado: 13 de diciembre de 2011

Aceptado: 3 de febrero de 2012

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Número de localidades por especie utilizadas en los análisis.

<i>Alouatta palliata</i> - 73	<i>Dasyprocta mexicana</i> - 53
<i>Anoura geoffroyi</i> - 366	<i>Dasyprocta punctata</i> - 83
<i>Antrozous pallidus</i> - 667	<i>Dasypus novemcinctus</i> - 380
<i>Artibeus aztecus</i> - 254	<i>Desmodus rotundus</i> - 1089
<i>Artibeus hirsutus</i> - 178	<i>Diaemus youngi</i> - 14
<i>Artibeus inopinatus</i> - 9	<i>Didelphus albus</i> - 22
<i>Artibeus jamaicensis</i> - 1262	<i>Didelphis virginiana</i> - 916
<i>Artibeus lituratus</i> - 864	<i>Diphylla ecaudata</i> - 112
<i>Artibeus phaeotis</i> - 555	<i>Dipodomys ordii</i> - 2316
<i>Artibeus toltecus</i> - 704	<i>Dipodomys phillipsii</i> - 200
<i>Artibeus watsoni</i> - 85	<i>Eira barbara</i> - 56
<i>Ateles geoffroyi</i> - 148	<i>Eptesicus furinalis</i> - 145
<i>Baiomys musculus</i> - 715	<i>Eptesicus fuscus</i> - 2030
<i>Baiomys taylori</i> - 844	<i>Eumops auripendulus</i> - 15
<i>Balantiopteryx io</i> - 72	<i>Eumops bonariensis</i> - 15
<i>Balantiopteryx plicata</i> - 465	<i>Eumops glaucinus</i> - 48
<i>Bassariscus sumichrasti</i> - 68	<i>Eumops perotis</i> - 102
<i>Bauerus dubiaquercus</i> - 28	<i>Eumops underwoodi</i> - 48
<i>Caluromys derbianus</i> - 61	<i>Galictis vittata</i> - 33
<i>Canis latrans</i> - 819	<i>Glossophaga commissarisi</i> - 284
<i>Carollia brevicauda</i> - 386	<i>Glossophaga morenoi</i> - 128
<i>Carollia subrufa</i> - 279	<i>Glossophaga soricina</i> - 1052
<i>Carollia sowelli</i> - 425	<i>Habromys chinanteco</i> - 13
<i>Centronycteris maximiliani</i> - 7	<i>Habromys delicatulus</i> - 1*
<i>Centurio senex</i> - 183	<i>Habromys ixtlani</i> - 1*
<i>Chiroderma salvini</i> - 121	<i>Habromys lepturus</i> - 39
<i>Chiroderma villosum</i> - 108	<i>Habromys lophurus</i> - 24
<i>Choeroniscus godmani</i> - 61	<i>Habromys schmidlyi</i> - 1*
<i>Choeronycteris mexicana</i> - 440	<i>Habromys simulatus</i> - 9
<i>Chrotopterus auritus</i> - 38	<i>Heteromys desmarestianus</i> - 311
<i>Conepatus leuconotus</i> - 262	<i>Hylonycteris underwoodi</i> - 102
<i>Conepatus semistriatus</i> - 40	<i>Idionycteris phyllotis</i> - 81
<i>Cratogeomys gymnurus</i> - 49	<i>Lampronnycteris brachyotis</i> - 19
<i>Cratogeomys tylorhinus</i> - 107	<i>Lasiurus borealis</i> - 765
<i>Cryptotis goldmani</i> - 12	<i>Lasiurus cinereus</i> - 706
<i>Cryptotis magna</i> - 56	<i>Lasiurus intermedius</i> - 229
<i>Cryptotis mexicana</i> - 179	<i>Lasiurus xanthinus</i> - 114
<i>Cryptotis nigrescens</i> - 44	<i>Leopardus pardalis</i> - 101
<i>Cryptotis parva</i> - 567	<i>Leopardus wiedii</i> - 81
<i>Cuniculus paca</i> - 128	<i>Leptonycteris curasoae</i> - 522
<i>Cyclopes didactylus</i> - 42	<i>Leptonycteris nivalis</i> - 178
<i>Cynomops greenhalli</i> - 13	<i>Lepus californicus</i> - 608

<i>Lepus flavigularis</i> - 25	<i>Oryzomys melanotis</i> - 244
<i>Liomys irroratus</i> - 1686	<i>Peromyscus grandis</i> - 12
<i>Liomys pictus</i> - 1342	<i>Peromyscus leucopus</i> - 2621
<i>Lonchorhina aurita</i> - 56	<i>Peromyscus mekisturus</i> - 5
<i>Lynx rufus</i> - 530	<i>Peromyscus melanocarpus</i> - 503
<i>Macrophyllum macrophyllum</i> - 18	<i>Peromyscus melanophrys</i> - 428
<i>Macrotus waterhousii</i> - 234	<i>Philander opossum</i> - 225
<i>Marmosa mexicana</i> - 124	<i>Perimyotis subflavus</i> - 381
<i>Megadontomys cryophilus</i> - 39	<i>Platyrrhinus helleri</i> - 197
<i>Megadontomys thomasi</i> - 74	<i>Procyon lotor</i> - 931
<i>Micronycteris microtis</i> - 105	<i>Promops centralis</i> - 30
<i>Micronycteris schmidtorum</i> - 20	<i>Pteronotus parnellii</i> - 741
<i>Microtus oaxacensis</i> - 24	<i>Reithrodontomys bakeri</i> -1*
<i>Microtus quasiater</i> - 143	<i>Reithrodontomys fulvescens</i> - 1613
<i>Molossus rufus</i> - 365	<i>Reithrodontomys gracilis</i> - 81
<i>Molossus sinaloae</i> - 93	<i>Reithrodontomys megalotis</i> - 2850
<i>Musonycteris harrisoni</i> - 61	<i>Reithrodontomys mexicanus</i> - 219
<i>Mustela frenata</i> - 428	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> - 480
<i>Myotis keaysi</i> - 181	<i>Sciurus aureogaster</i> - 903
<i>Nyctinomops aurispinosus</i> - 53	<i>Sciurus deppei</i> - 430
<i>Odocoileus virginianus</i> - 690	<i>Sciurus oculatus</i> - 33
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> - 415	<i>Sigmodon hispidus</i> - 2606
<i>Orthogeomys cuniculus</i> - 6	<i>Sorex macrodon</i> - 17
<i>Oryzomys couesi</i> - 857	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> - 651

*Especies incluidas sin modelo.