

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / ORIGINAL RESEARCH PAPER

ÁREAS DE ENDEMISMO DE LOS MAMÍFEROS (MAMMALIA) NEOTROPICALES

Areas of Endemism of the Neotropical Mammals (Mammalia)

Elkin Alexi NOGUERA-URBANO¹, Tania ESCALANTE¹.

¹ Posgrado en Ciencias Biológica, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Ciudad Universitaria 3000, C.P. 70-399, 04510, Coyoacán, Distrito Federal, México.

For correspondence. elkalexno@gmail.com

Received: 14th October 2014, **Returned for revision:** 2nd December 2014, **Accepted:** 13th January 2015.

Associate Editor: Enrique Arbeláez-Cortés.

Citation / Citar este artículo como: Noguera-Urbano EA, Escalante T. Áreas de endemismo de los mamíferos (Mammalia) neotropicales. Acta biol. Colomb. 2015;20(3):47-65. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n3.46179>

RESUMEN

La identificación de las áreas de endemismo es un paso fundamental en los análisis de biogeografía evolutiva. Las áreas de endemismo han sido definidas por la congruencia de dos o más áreas de distribución, en donde se asume de manera general que los taxones endémicos tienen una respuesta geográfica similar a factores históricos y ambientales. Los mamíferos tienen alta diversidad en el Neotrópico y muchos de ellos han evolucionado en conjunto con esta región biogeográfica. Sin embargo, hay pocas hipótesis de áreas de endemismo que puedan ser relacionadas con la evolución de los mamíferos en el Neotrópico. En este estudio se identificaron las áreas de endemismo de los mamíferos neotropicales a partir del análisis de una matriz de 2052 taxones (familias, géneros y especies). Para ello se aplicó una búsqueda de áreas de endemismo con el método de Análisis de Endemicidad a una cuadrícula de 2° latitud-longitud. Se identificaron 101 áreas de endemismo y 498 taxones endémicos, las áreas coincidieron parcialmente con 65 patrones biogeográficos identificados por otros autores. La región Neotropical está compuesta por nueve áreas de endemismo y mostró múltiples límites, que sugieren un patrón dinámico. Se identificaron dos áreas complejas de intercambio biótico que coincidieron con las zonas de transición Mexicana y Sudamericana. La congruencia de las áreas de endemismo de mamíferos con otros esquemas biogeográficos sugiere que estas áreas han sido formadas tanto por factores históricos como ecológicos. Por otra parte, las incongruencias de las áreas de endemismo soportan un sistema biogeográfico no jerarquizado.

Palabras clave: biogeografía, distribución, diversidad, endemismo, evolución, Neotrópico.

ABSTRACT

The identification of areas of endemism is an essential step in analyses of evolutionary biogeography. Areas of endemism have been defined by the congruency of two or more distributional areas, where there is a general assumption that the endemic taxa have a similar geographic response to historical and environmental factors. Mammals are highly diverse in the Neotropics, and most of them have evolved together with that biogeographical region. However, there are few hypotheses of areas of endemism that may be related with the evolution of the mammals in the Neotropics. We analyzed a matrix of 2052 taxa (families, genera and species) to identify the areas of endemism of the Neotropical mammals. The search of areas of endemism was performed using the Analysis of Endemicity method in a grid of 2° latitude -longitude. The analysis resulted in 101 areas and 498 endemic taxa, the areas partially matched with 65 biogeographical patterns previously identified by other authors. The Neotropical region is composed of nine areas of endemism and showed multiples boundaries, these characteristics suggest a dynamic pattern. Two complex areas of biotic interchange corresponded with the Mexican and Southamerican transitional zones. On one side, the congruence of areas of endemism of mammals with other biogeographical patterns suggests that historical and ecological factors have shaped the structure of those areas. On the other side, the incongruence of some areas of endemism supports a biogeographical system without hierarchy.

Keywords: biogeography, distribution, diversity, endemism, evolution, Neotropics.

INTRODUCCIÓN

El área de distribución de un taxón está determinada por factores históricos y actuales, por lo tanto, la respuesta simultánea y paralela de los taxones a esos factores debería reflejar concordancia en sus áreas de distribución indicando “áreas de endemismo” (Rosen, 1988; Morrone, 1994; Espinosa *et al.*, 2001; Szumik *et al.*, 2002). Un área de endemismo se define por la congruencia de las áreas de distribución de dos o más especies (Platnick, 1991; Espinosa *et al.*, 2001). Las áreas de endemismo son consideradas como hipótesis de homología biogeográfica primaria, es decir, conjeturas sobre una historia biogeográfica común entre taxones (Morrone, 2001a).

Para identificar áreas de endemismo se han desarrollado diferentes aproximaciones, algunas de las cuales integran los conceptos de homología biogeográfica, tales como el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) (Rosen, 1988; Morrone, 1994); el Análisis de endemicidad (AE) (Szumik *et al.*, 2002; Szumik y Goloboff, 2004) y el Análisis Cladístico de Distribución y Endemismo (CADE) (Porzecanski y Cracraft, 2005).

En particular, el AE tiene en cuenta el componente espacial para la identificación de las áreas de endemismo a partir de la comparación de celdas sobre una gradilla (Szumik *et al.*, 2002). Una ventaja adicional del AE sobre otros métodos, es la identificación de áreas de endemismo superpuestas (Carine *et al.*, 2009), las cuales estarían representando la naturaleza no jerarquizada de las unidades biogeográficas (Szumik *et al.*, 2002; Casagrande *et al.*, 2009). En el AE se evalúa el ajuste y el soporte del área de endemismo a través de un índice de endemicidad total (E) y de cada taxón endémico (e), en términos de cuantas especies endémicas poseen y cuán ajustadas son las especies a un conjunto de celdas de prueba, siendo elegidas aquellas áreas de valor máximo de ajuste (Szumik *et al.*, 2002; Szumik y Goloboff, 2004). El AE está implementado en los programas de cómputo NDM/VNDM (Szumik *et al.*, 2002; Goloboff, 2004; Szumik y Goloboff, 2004) y se considera un método específico para la identificación de áreas de endemismo.

La primera propuesta sobre los patrones biogeográficos de mamíferos neotropicales fue la de Wallace (1876), en la cual el autor definió los límites geográficos de la región Neotropical y mencionó algunos taxones que la caracterizan. En otros esquemas se ha tratado la zoogeografía de los mamíferos para proponer un esquema biogeográfico de la región Neotropical (Hershkovitz, 1958), o se ha integrado a los mamíferos dentro de ensamblajes para identificar áreas de congruencia (Müller, 1973) o similitud geográfica y filogenética (Holt *et al.*, 2013). En el Neotrópico se han descrito áreas de endemismo de mamíferos en la costa Atlántica Brasileña y la Amazonía (Costa *et al.*, 2000; Goldani *et al.*, 2006) así como en el sur de los Andes (Casagrande *et al.*, 2009; Sandoval *et al.* 2010), considerando unos pocos órdenes de mamíferos. Por otra parte, las propuestas de áreas de endemismo disponibles

para la extensión total del Neotrópico han sido descritas a partir de patrones de aves (Cracraft, 1985; Haffer, 1985; da Silva *et al.*, 2004), insectos (Löwenberg-Neto y de Carvalho, 2009) y peces (Ringuelet, 1975), que coinciden, por ejemplo, en dividir a la Amazonía en dos áreas (norte y sur) y considerar las montañas de los Andes y el Caribe Colombo-Venezolano como áreas de endemismo.

La región Neotropical incluye casi toda América Latina (Wallace, 1876) y ha sido definida al menos como dos categorías biogeográficas dependiendo del tipo de organismo tratado (región y subregión; Fittkau, 1969; Müller, 1973). Actualmente existe la propuesta de una regionalización jerárquica, basada en el concepto de homología biogeográfica, para América Latina y el Caribe (Morrone, 2006; Morrone, 2014a). En esta propuesta se reconocen tres regiones: Andina, Neártica y Neotropical (Morrone, 2006; Morrone, 2014a), y dos zonas de transición entre las regiones: la Zona de Transición Mexicana (ZTM: sistemas montañosos de México y el norte de América Central) y la Zona de Transición Sudamericana (ZTS: tierras altas de los Andes entre el occidente de Venezuela, norte de Chile y centro occidente de Argentina), de acuerdo con Morrone (2006) y Morrone (2014a). Las zonas de transición son consideradas como áreas que involucran eventos de hibridación biótica promovidos por cambios histórico-ecológicos y representan áreas evolutivamente activas con interacción biótica intensa, donde ocurre la mezcla de componentes bióticos diferentes (Escalante *et al.*, 2004; Morrone, 2006; Escalante *et al.*, 2010). En la región Neotropical, se han definido tres subregiones: Antillana, Chaqueña y Brasileña; así como 54 provincias, las cuales pueden agruparse preliminarmente en siete dominios: Brasileño Boreal, Pacífico, Mesoamericano, Suroccidente de la Amazonía, Suroriente de la Amazonía, Chaqueño y Paranaense (Morrone, 2014a).

Hasta el momento no existe un sistema completo de áreas de endemismo de los mamíferos neotropicales, pero si existe a una escala de subregión (Solari *et al.*, 2012). Algunos sistemas parciales de áreas de endemismo de mamíferos en el Neotrópico (Costa *et al.*, 2000; Escalante *et al.*, 2004; Goldani *et al.*, 2006; Escalante *et al.*, 2009; Sandoval *et al.*, 2010; Olguín-Monroy *et al.*, 2013) han sido propuestos sin considerar las extensiones totales de las distribuciones de los mamíferos neotropicales o sin abarcar el mayor número posible de especies. En otros casos se mencionan a los mamíferos endémicos sin ser el grupo biológico de interés (Cabrera y Willink, 1973; Morrone, 2001a).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue identificar las áreas de endemismo de los mamíferos neotropicales aplicando el método de AE (Szumik *et al.*, 2002; Szumik y Goloboff, 2004). Además, se buscó diagnosticar los límites de la región Neotropical, algunas subregiones y provincias biogeográficas, estableciendo una comparación con áreas delimitadas previamente por Morrone (2014a) y otros autores (Müller, 1973; Ringuelet, 1975; Cracraft, 1985;

Haffer, 1985). Adicionalmente, se proponen nuevas áreas de endemismo para los mamíferos, denominadas como transiciones y uniones entre provincias biogeográficas, y se discute la importancia de las zonas complejas o de transición identificadas. Los resultados de este análisis son una primera propuesta de una hipótesis de homología biogeográfica primaria de mamíferos en el Neotrópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mapas de distribución

Se usaron los mapas de distribución de 1782 especies existentes en América (IUCN, 2012). Considerando que la región Neotropical podría extenderse hacia el límite norte de México (Escalante *et al.*, 2010), las distribuciones fueron recortadas desde el centro de los Estados Unidos de América hasta la Patagonia, con coordenadas extremas 38 °N – 56 °S latitud y 122 °W – 34 °W longitud. Para cada especie se adicionaron las categorías taxonómicas de familia y género siguiendo la propuesta de Wilson y Reeder (2005).

Los mapas de distribución fueron traslapados sobre una gradilla de 2° de latitud-longitud (2008 celdas), donde a cada cuadro se asignó la presencia de un taxón (“1”) cuando hubo intersección del mapa de distribución con una celda, y ausencia (“0”) cuando no hubo intersección. Se generó una matriz integrada por tres niveles taxonómicos (familias, géneros y especies) de dimensiones 2052 taxones vs. 700 celdas. Para generar los mapas de familias y géneros, se combinaron todos los mapas de los taxones inmediatos inferiores. En el caso de taxones monotípicos no hubo adición de distribuciones de taxones superiores, con el fin de evitar incluir un mapa dos veces.

Protocolo de búsqueda de áreas de endemismos

La matriz fue analizada con el algoritmo implementado en el programa NDM/VNDM versión 3.0 (Goloboff, 2004), en el cual se aplica el método de optimización de AE (Szumik *et al.*, 2002; Szumik y Goloboff, 2004).

El criterio implementado en NDM/VNDM da un índice de endemidad a cada taxón endémico (e ; índice de endemidad del taxón), dependiendo de qué tan ajustada es su distribución a un conjunto de celdas (área de endemismo). Además provee un E , obtenido de la sumatoria de los e que la componen (Szumik y Goloboff, 2004). Un taxón tendrá un valor e máximo de “1” si se encuentra en cada una de las celdas evaluadas y está ausente en el resto de la gradilla. Cuanto menor sea el ajuste del taxón al área, menor será el valor de e . Por otra parte, el valor de E dependerá del número de taxones incluidos en el área, cuantos más taxones se consideren como endémicos, mayor será el valor de E (Szumik y Goloboff, 2004).

Se hicieron búsquedas heurísticas con 50 réplicas cambiando la semilla aleatoria en NDM/VNDM (*random seed*) con números al azar entre 1 y 1000. El mayor número de áreas de endemismo se obtuvo con la semilla 125, los

otros valores presentaron variaciones en el número de áreas inferiores al seleccionado (Material suplementario 1). Otros parámetros tomados en cuenta han sido previamente empleados en estudios similares (Szumik y Goloboff, 2004; Escalante *et al.*, 2010): si habían subconjuntos, se permitió que se superpusieran; se guardaron aquellos con 50 % de especies únicas; la búsqueda de áreas se realizó con mínimo dos especies endémicas; se guardaron áreas con E mínimo de 2,0; se retuvieron áreas sub-óptimas de 0,9 y sin utilizar la opción de usar proporción del límite.

Una vez que se obtuvieron las áreas de endemismo, se inspeccionaron las distribuciones de los taxones que conformaron cada área. Se determinó que los e que representan un mejor ajuste de la distribución del taxón con el conjunto de celdas (congruencia espacial de las distribuciones en la gradilla) podrían ser iguales o mayores a 0,6, por lo que dicho valor fue ingresado en el programa NDM/VNDM (*Set minimum species score*) para descartar los taxones que no cumplieron con esta condición y así recalcular los E de las áreas. Finalmente se obtuvo un consenso estricto con 30 % de similitud entre áreas de endemismo (Escalante *et al.*, 2010); a través del consenso se combinaron todas las áreas que compartieron ese porcentaje de taxones endémicos (Aagesen *et al.*, 2013). La lista de taxones endémicos, los valores de E y e obtenidos con NDM/VNDM fueron exportados y almacenados para describir las áreas de endemismo.

Caracterización de áreas de endemismo

Para obtener los mapas de las áreas de endemismo se inspeccionaron los mapas de distribución de los taxones endémicos con $e \geq 0,6$ y se verificó su simpatria, por lo que aquellas áreas que durante la inspección no presentaron simpatria de los taxones endémicos fueron descartadas. El mapa de cada área de endemismo se obtuvo uniendo los mapas de distribución de los taxones endémicos que la soportaron. Las áreas obtenidas fueron contrastadas con la propuesta de regionalización biogeográfica para la región Neotropical de Morrone (2014a) y se le asignaron nombres de acuerdo con la correspondencia encontrada para evitar crear nuevos nombres (Ebach *et al.*, 2008). Las áreas identificadas que incluyeron dos o más unidades biogeográficas se denominaron como “uniones”, mientras que las áreas identificadas que se encuentran entre dos unidades biogeográficas se denominaron “transiciones” (Ferro y Morrone, 2014). Dado que en panbiogeografía, la identificación de zonas de transición o áreas complejas ha sido realizada a través de la superposición de trazos generalizados (Morrone, 2006), de manera equivalente la superposición de áreas de endemismo permitió identificar ese tipo de áreas. Todas las áreas de endemismo identificadas fueron superpuestas con el fin de inspeccionar las zonas en donde los límites de las áreas de endemismo convergen o se cruzan, a esos sitios se les nombró como “áreas complejas”.

RESULTADOS

Se identificaron 210 áreas de endemismo con E recalculados entre 0,63 y 9,25; de las cuales se descartaron 100 porque no cumplieron con el E mínimo de 2,0 o no presentaron simpatría de las distribuciones durante la inspección o fueron áreas parciales de filiación Neártica. Se conservaron para el análisis y procesamiento 110 áreas de endemismo con E entre 2,1 (3 taxones) y 15,1 (17 taxones). Durante la aplicación del consenso, 19 áreas se redujeron a diez áreas de endemismo consensadas y 91 se mantuvieron como áreas únicas, con lo que se generaron 101 áreas de endemismo finales. Se obtuvieron 498 taxones endémicos, compuestos por dos familias, 42 géneros y 454 especies. Los índices de endemidad totales y de cada taxón, y los taxones endémicos se indican en el Material suplementario 2.

A partir de la comparación con la regionalización de Morrone (2014a), se determinó que las 101 áreas de

endemismo identificadas corresponden a 65 unidades biogeográficas o porciones de ellas: región Neotropical (nueve áreas), región Andina (tres áreas: ae 94-95-96), ZTM (cuatro áreas), ZTS (dos áreas), provincias (18), partes de diferentes unidades biogeográficas (32 áreas) y uniones/transiciones entre unidades biogeográficas (33 áreas; Material suplementario 3).

La riqueza de taxones endémicos de las áreas de endemismo correspondientes a los límites de la región Neotropical varía entre tres y cinco taxones endémicos. Las áreas de endemismo identificadas como región Neotropical (ae-1 a ae-9) mostraron límites variables, algunas de ellas sobrepasan el centro de México y sur de Brasil o están limitadas por los Andes (Fig. 1). Se identificaron dos variaciones de la ZTM como áreas de endemismo, la primera se extiende hacia el Altiplano Mexicano (ae 10-11-12; Fig. 2) y la segunda sólo incluye el sur de la ZTM (ae 13, Fig. 2). En



Figura 1. Áreas de endemismo coincidentes con las regiones Neotropical y Andina. Las líneas negras indican zonas complejas en donde los límites de las áreas de endemismo se superponen.

el caso de la ZTS tan sólo la porción norte se caracterizó como área de endemismo (ae 14-15; Fig. 2).

A escala de subregión se identificaron cuatro áreas de endemismo: el sur de la Subregión Brasileña (ae 16, Fig. 2) y el sur occidente de la subregión Brasileña (ae 17-18-19; Fig. 2). A nivel de dominio o partes de dominio se identificaron las siguientes 15 áreas de endemismo (Fig. 2): dominio Mesoamericano (ae 20-21-22), dominio Mesoamericano y ZTM (ae 23), el norte del dominio Pacífico (ae 24-25-26), occidente del dominio Pacífico (ae 27, ae 28 y ae 29), dominio Brasileño Boreal (ae 30-31), nororiente del dominio Chaqueño (ae 32) y dominio Paranaense (ae 33-34).

En cuanto a provincias (P) o partes de ellas, fue necesario nombrarlas como norte o sur dependiendo de la provincia que intersectaron: Sierra Madre Occidental (ae 35; Fig. 2), sur de la provincia Sierra Madre Occidental (ae 36; Fig. 2), Sierra Madre Oriental (ae 37; Fig. 2), Tierras Altas de Chiapas (ae 38; Fig. 2), Península de Yucatán (ae 39; Fig. 2), Antillas Menores (ae 40; Fig. 2), Española (ae 41; Fig. 2), Jamaica (ae 42; Fig. 2), Puntarenas-Quiriquí (ae 43; Fig. 2), Magdalena (ae 44; Fig. 3), Guajira (ae 45-46; Fig. 3), Pantepui (ae 47-48; Fig. 3), Tierras Bajas de la Guyana (ae 49; Fig. 3), Sur oriente de P. Cerrado (ae 50; Fig. 3), P. Chaco (ae 51; Fig. 3), centro oriente de P. Chaco (ae 52;

Fig. 3), norte de P. Chaco (ae 53; Fig. 3), Pampeana (ae 54; Fig. 3), norte de P. Rondônia (ae 55; Fig. 3), occidente de P. Rondônia (ae 56; Fig. 3), centro de P. Rondônia (ae 57; Fig. 3), norte de P. Puna (ae 58; Fig. 3), Sur de P. Puna (ae 59-60; Fig. 3), Tapajós-Xingú (ae 61-62; Fig. 3) y sur de P. Yungas (ae 63-64; Fig. 4).

Las siguientes áreas de endemismo aparecen superpuestas y fueron denominadas como transiciones entre provincias: P. Sierra Madre del Sur-P. Veracruzana (ae 65; Fig. 3), P. Chocó-Darién- P. Guatuso-Talamanca (ae 66; Fig. 3), Norte de P. Páramo- P. Guajira (ae 67; Fig. 3), P. Cauca-P. Puna (ae 68; Fig. 3), P. Tierras bajas de Guyana, P. Sabana y P. Venezolana (ae 69; Fig. 3), P. Rondônia-P. Ucayali (ae 70; Fig. 4), P. Napo-P. Rondônia-P. Ucayali (ae 71; Fig. 4), P. Pará-P. Tapajós-Xingú (ae 72; Fig. 3), P. Imerí- P. Madeira (ae 73; Fig. 3), Transición P. Atlántico-P. Caatinga- P. Cerrado- P. Paraná (ae 74; Fig. 3), P. Atlántico-P. Paraná (ae 75-76-77; Fig. 3), P. Cerrado-P. Paraná (ae 78; Fig. 4), P. Bosque de Araucaria-Sur de P. Paraná-Norte de P. Pampeana. (ae 79-80; Fig. 3) y P. Chaco-P. Monte-P. Puna (ae 81-82; Fig. 4).

Ocho patrones fueron denominados como uniones, estos asociaron provincias sin llegar a ser dominios biogeográficos: P. Tierras Bajas del Pacífico-P. Sierra Madre del Sur-P.

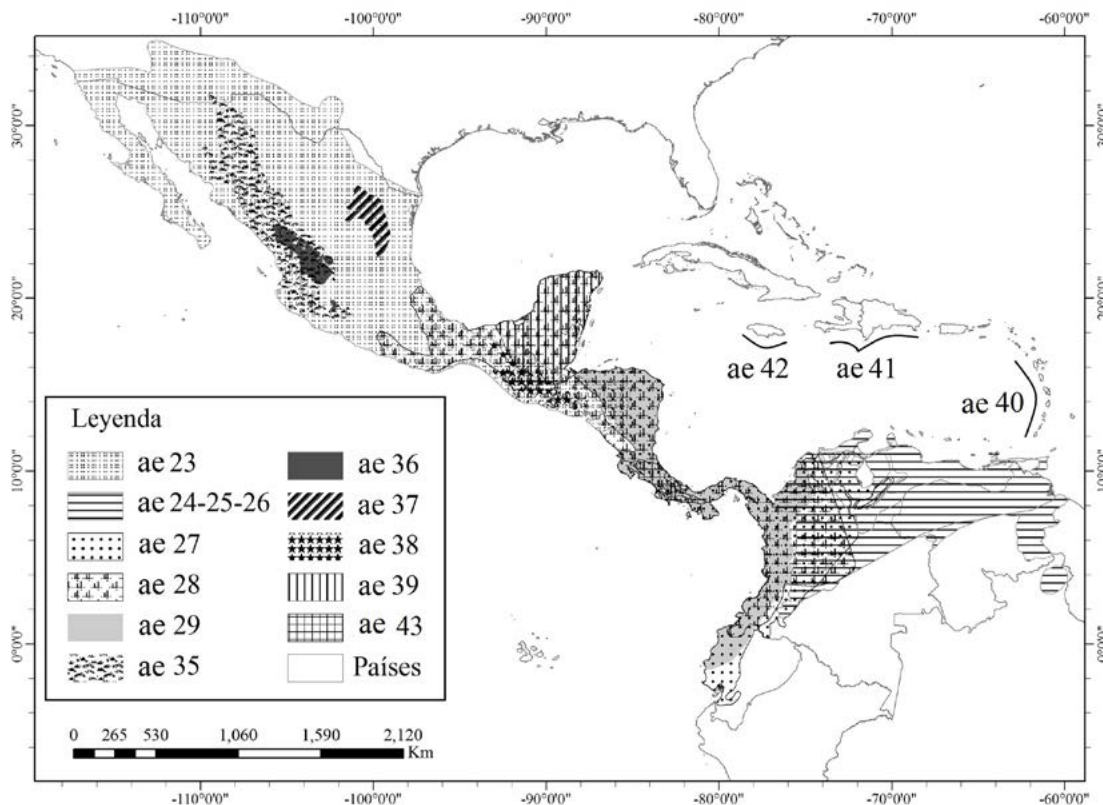


Figura 2. Áreas de endemismo identificadas en América Central y norte de América del Sur. Cada área de endemismo se indica con ae.

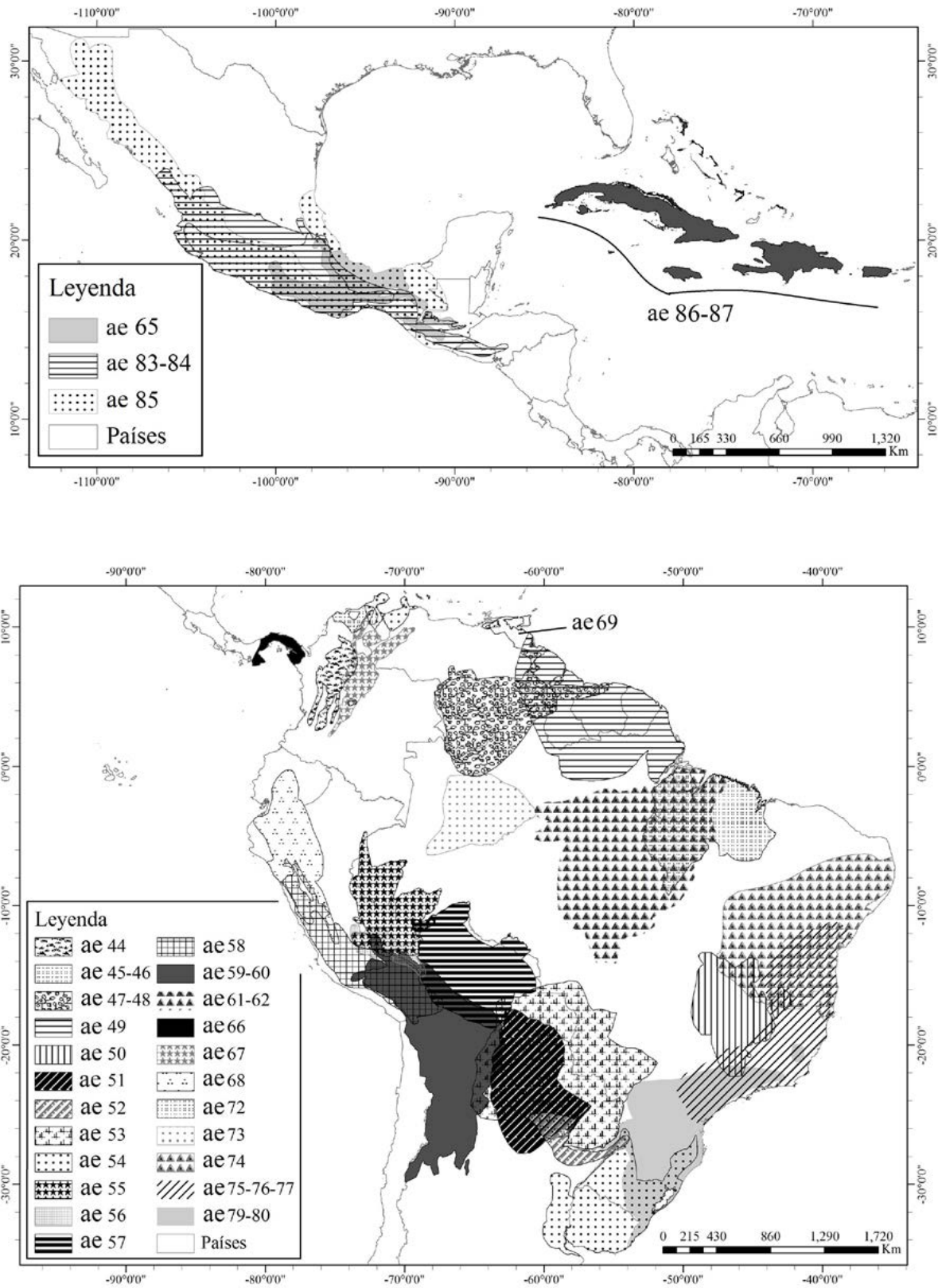


Figura 3. Áreas de endemismo identificadas en América Central y América del Sur. Cada área de endemismo se indica con *ae*.

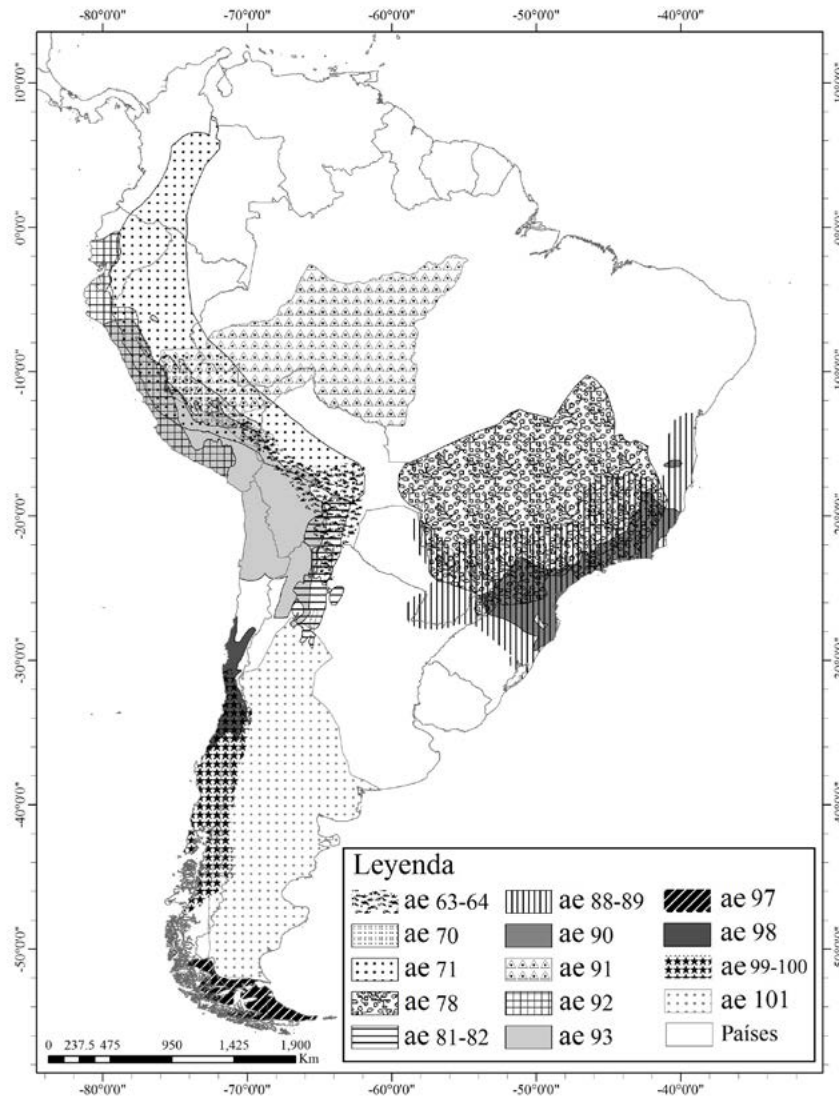


Figura 4. Áreas de endemismo identificadas en América del Sur. Cada área de endemismo se indica con *ae*.

Cuenca del Balsas-P. Faja Volcánica Transmexicana (ae 83-84; Fig. 3), P. Tierras Bajas del Pacífico-P. Veracruzana (ae 85; Fig. 3), P. Cubana-P. Jamaica-P. Bermudas-P. La Española (ae 86-87; Fig. 3), P. Paraná-P. Atlántico (ae 88-89; Fig. 4), P. Bosque de Araucaria-P. Paraná (ae 90; Fig. 4), P. Madeira-P. Rondônia (ae 91; Fig. 4), P. Desierto-P. Ecuatoriana (ae 92; Fig. 4) y P. Atacama-P. Desierto-P. Puna-P. Yungas (ae 93; Fig. 4).

Aunque el objetivo de este estudio fue la identificación de áreas de endemismo en la región Neotropical, se lograron identificar tres áreas de endemismo (ae 94-95-96) que soportan a la región Andina como patrón biogeográfico (Fig. 1). Además se caracterizaron cuatro subunidades relativas a esta región (Fig. 4; P. Bosque Magallánico [ae 97], Unión P. Coquimbo-P. Santiago [ae 98], Unión P.

Maule-P. Santiago-P. Coquimbo [ae 99-100] y Unión P. Patagonia Central-P. Monte [101]). Al inspeccionar la superposición de las áreas de endemismo se detectaron dos áreas complejas o de transición, una en América Central (Ac1; Fig. 5A) y otra que se extiende por los Andes hasta el norte de Argentina (Ac2; Fig. 5B).

DISCUSIÓN

Las 101 áreas de endemismo sobrepasaron en más del 50 % a esquemas propuestos en otros estudios (Müller, 1973; Ringuelet, 1975; Cracraft, 1985; Haffer, 1985). El incremento en las áreas de endemismo identificadas y algunas incongruencias geográficas con respecto a propuestas previas, se argumentan en la capacidad del protocolo de optimización de encontrar áreas de endemismo

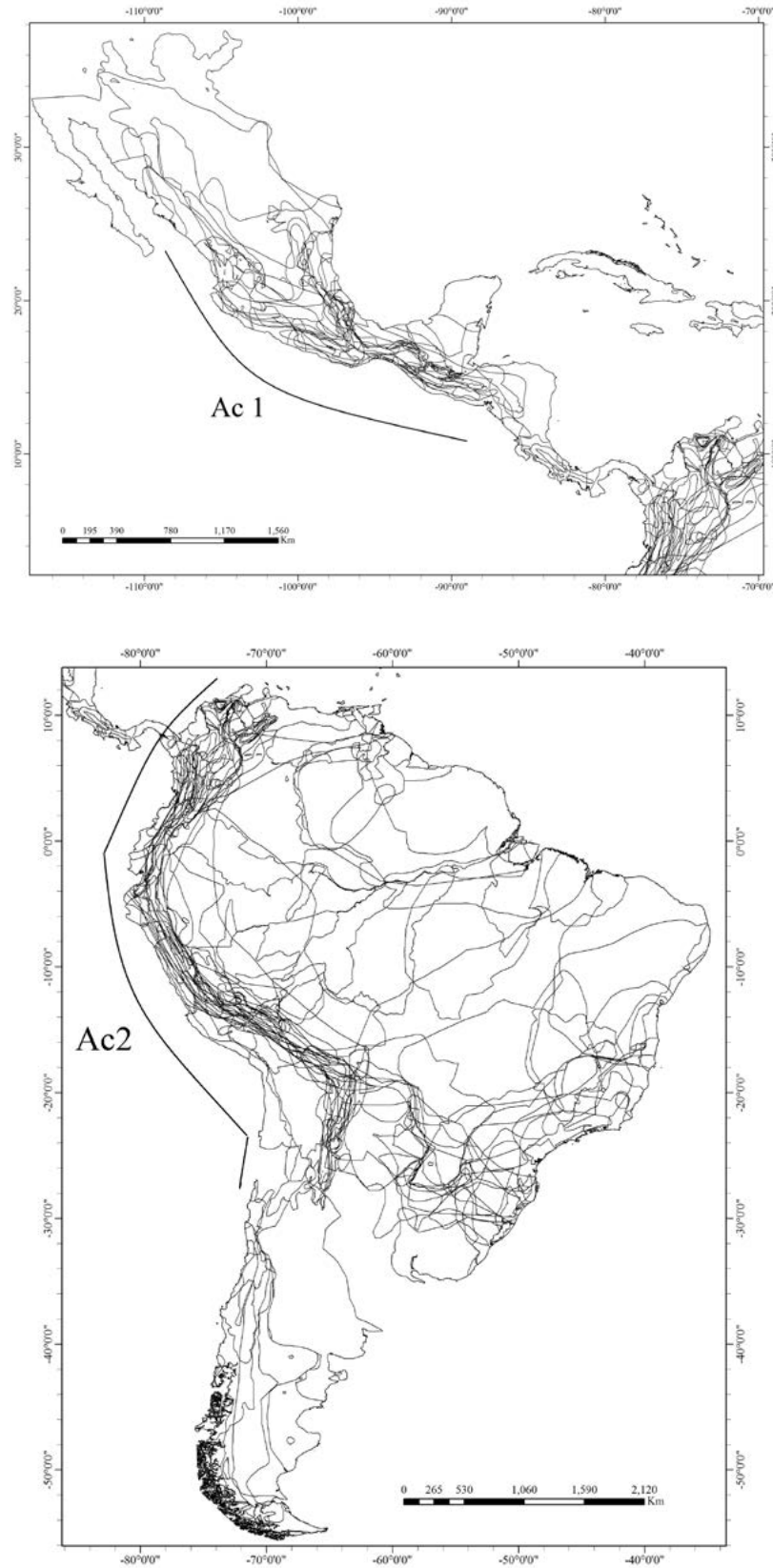


Figura 5. Zonas complejas o de transición en la superposición de áreas de endemismo. Las líneas gruesas junto a cada mapa indican la longitud aproximada de cada área compleja. A) Zonas de Transición Mexicana (Ac1) y B) Sudamericana (Ac2).

superpuestas (Szumik *et al.*, 2002; Szumik y Goloboff, 2004). Por otro lado, la decisión del tipo de consenso realizado y el valor de similitud del mismo puede afectar los resultados (Aagesen *et al.*, 2013). Vale la pena anotar que una de las características del método AE es que con él no se obtiene un arreglo jerárquico de las áreas de endemismo, por lo tanto, el esquema de áreas de endemismo de mamíferos presentado aquí no es jerárquico. A pesar de esto y con el fin de asociar las áreas identificadas con áreas conocidas se decidió darles nombres de acuerdo a un sistema estándar (Morrone, 2014) y considerando la coincidencia espacial entre los dos sistemas.

Las áreas de endemismo superpuestas, denominadas aquí como uniones o transiciones, podrían representar una visión más real de las relaciones ecológicas y biogeográficas de la biota (Casagrande *et al.*, 2009). Por lo tanto, este esquema de áreas de endemismo de mamíferos podría representar una estructura no jerarquizada de los sistemas biogeográficos (Ruggiero *et al.*, 1998; Casagrande *et al.*, 2009).

La región Neotropical identificada estuvo compuesta por nueve áreas de endemismo. En un sentido amplio se extiende desde el norte de México hasta el centro de Argentina, en el norte excluye el Altiplano Mexicano y la Península de Baja California, en el sur excluye a Chile y otras zonas de la región Andina. Se han propuesto límites y extensiones variados para definir la región Neotropical (Sclater, 1858; Sclater, 1895; Wallace, 1876; Hershkovitz, 1958; Cabrera y Willink, 1973; Udvardy, 1975; Morrone, 2001a; Kreft y Jetz, 2010; Solari *et al.*, 2012; Holt *et al.*, 2013; Morrone, 2014a) sin llegar a un acuerdo general.

Al superponer las áreas de endemismo que integran a la región Neotropical se obtuvo un patrón con múltiples límites, lo cual caracterizaría al Neotrópico como un patrón dinámico. La dinámica es una característica de las áreas de distribución (Brown *et al.*, 1996), consiste en la variación de los límites por interacciones ecológicas y relaciones históricas de las especies con el ambiente (Brown *et al.*, 1996; Gaston, 2003). Posiblemente la variación en los límites de la región Neotropical se deba a la modificación conjunta de las áreas de distribución de los taxones endémicos, más que al grupo biológico estudiado o el método de análisis.

Si se considera que las áreas de endemismo se definen a partir del análisis de las distribuciones de los taxones (Platnick, 1991; Szumik *et al.*, 2002) y que esas distribuciones son dinámicas (Brown *et al.*, 1996; Gaston, 2003), se podría pensar que la región Neotropical y las áreas de endemismo son entidades dinámicas que se restringen y extienden de acuerdo con los límites de distribución de los taxones endémicos. Por ejemplo, se ha propuesto la existencia de las zonas de transición con biota endémica en vecindad de las regiones Andina y Neártica (Morrone, 2006; Morrone, 2014a). Sin embargo muchas de las distribuciones de taxones neotropicales sobrepasan los límites de las zonas de transición (Sclater, 1858; Sclater, 1895; Wallace, 1876;

Hershkovitz, 1958; Cabrera y Willink, 1973; Udvardy, 1975; Kreft y Jetz, 2010; Holt *et al.*, 2013). De acuerdo con los resultados obtenidos, este principio de dinamismo se podría aplicar a otras unidades biogeográficas de menor tamaño, como lo indican las uniones y transiciones entre áreas de endemismo identificadas.

Los límites geográficos entre las regiones Neártica y Neotropical son variados (Sclater, 1858; Sclater, 1895; Wallace, 1876; Hershkovitz, 1958; Cabrera y Willink, 1973; Udvardy, 1975; Morrone, 2001a; Kreft y Jetz, 2010; Holt *et al.*, 2013), eso ha permitido la descripción de la ZTM (Morrone, 2006). Actualmente se considera que la ZTM estaría compuesta por cinco provincias biogeográficas: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur, Faja Volcánica Transmexicana y Tierras Altas de Chiapas (Morrone, 2014a). En este estudio se identificaron tres áreas de endemismo en la ZTM que difieren con las de Morrone (2006), lo cual indica la presencia de especies de mamíferos endémicos en territorios mayores a las montañas mexicanas, que a una sola provincia. Las distribuciones de los mamíferos en las ZTM suelen ser variables tanto para mamíferos como para otros grupos biológicos (Sclater, 1858; Sclater, 1895; Wallace, 1876; Hershkovitz, 1958; Udvardy, 1975; Kreft y Jetz, 2010; Holt *et al.*, 2013), lo cual se puede reflejar en algunas diferencias parciales entre sistemas biogeográficos.

La primera área de endemismo que hizo parte de la ZTM es un patrón incompleto definido como la unión de la Sierra Madre Occidental y Oriental con la Sierra Madre del Sur, la segunda porción sur integró a la Sierra Madre Oriental con la Faja Volcánica Transmexicana. Una tercera área de endemismo cubrió parte del Altiplano Mexicano, esta área de endemismo coincidió con la Zona de Transición Holártico-Neotropical de Hershkovitz (1969). Este autor mencionó que la restricción de algunas especies de mamíferos ocasionada por el levantamiento de la cadena montañosa centro americana y la interacción de biota de las dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical), ocasionaron la existencia de un área de complejidad ecológica y biogeográfica con límites variables en la ZTM.

Por otra parte, en este estudio se caracterizó a la región Andina como unidad biogeográfica separada de la región Neotropical, a diferencia de algunos esquemas biogeográficos en los cuales son una sola región (Wallace, 1876; Cabrera y Willink, 1973; Solari *et al.*, 2012). Se ha propuesto que distintas fases de la evolución de América del Sur están relacionadas con la estructuración de las comunidades de mamíferos andinos, desde la separación de Gondwana hasta el Intercambio Americano (Goin *et al.*, 2012). La evolución singular de la biota de la región Andina soporta la hipótesis de ser un área hermana de la ZTS (Morrone, 2014b) y el sur de Australia y África (Morrone, 2001b; Goin *et al.*, 2012).

Entre las regiones Neotropical y Andina se identificaron áreas de endemismo correspondientes a la ZTS. La ZTS es una área compleja que integra a casi todos los ecosistemas Andinos sudamericanos, actualmente está dividida en seis provincias (Morrone, 2006; Morrone, 2014a). Se recuperaron dos áreas de endemismo que estarían representando las provincias del norte y sur de la ZTS. En el norte, un área de endemismo integró a los Andes del norte con la Puna, mientras que el sur integró los Andes Centrales (Puna, Prepuna). El área de endemismo sur es congruente con los Andes Australes de Haffer (1985) y la provincia Cuyana Andes Sur de Ringuet (1975). La existencia de las dos áreas de endemismo podría ser explicada por la fragmentación de los Andes (norte y sur), ocurrida durante la formación y continuidad del Portal Andino Occidental (Antonelli y Sanmartín, 2011).

Las áreas de endemismo que coincidieron con los dominios Brasileño Boreal, Pacífico y Paranaense en la Amazonía, son patrones producto de varios eventos geológicos y cambios del paisaje (Antonelli y Sanmartín, 2011; Condamine *et al.*, 2012), procesos de inmigración y extinción durante el Post-pleistoceno (Davis *et al.*, 1988) y procesos de vicarianza ocurridos durante diferentes etapas de evolución del Neotrópico (Morrone, 2014b).

Las áreas de endemismo identificadas como nororiente del dominio Chaqueño y la transición entre las P. Atlántico-P. Paraná coinciden con las áreas de endemismo de mamíferos denominadas como norte y sur del oriente de Brasil (Costa *et al.*, 2000) y áreas de endemismo de aves conocidas como Amazónica (Cracraft, 1985) o Serra do Mar y Pernambuco en la costa atlántica de Brasil (Müller, 1973; da Silva *et al.*, 2004). Posiblemente la separación y diferenciación de esos patrones estaría relacionada con cambios ambientales (Roig, 1994) y la evolución de la cuenca del Amazonas. Hace aproximadamente 35 millones de años la costa Atlántica de Brasil ha permanecido aislada por cuencas como el Paleó Orinoco, luego el sistema de Pebas y ahora el Orinoco y Amazonas que han permitido la diversificación de diferentes tipos de especies (Antonelli y Sanmartín, 2011) entre ellas de mamíferos como primates y roedores (Solari *et al.*, 2012). Las áreas de endemismo definidas como sur de la Subregión Brasileña y suroccidente de la Subregión Brasileña, son similares al área de endemismo centro sur de la Amazonia Inambari, explicada por la existencia de barreras para aves como las montañas andinas y los ríos Madeira, Madre de Dios y Marañón (Cracraft, 1985).

El área de endemismo ae 22 fue denominada como dominio Mesoamericano y ZTM, la cual está caracterizada por tres especies *Mephitis macroura*, *Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris yerbabuena*. Esta área de endemismo tuvo afinidad geográfica con la subregión América Central de Solari *et al.* (2012) y la unidad biogeográfica Centroamericana propuesta por Holt *et al.* (2013). En Mesoamérica se ha descrito un patrón de alta diversidad

filogenética beta (Holt *et al.*, 2013), por lo tanto, sería una zona con un alto intercambio en composición filogenética y especies restringidas, fenómenos que prueban la estrecha historia evolutiva y la identidad ecológica del área de la ZTM y gran parte de América Central.

Las áreas de endemismo que coincidieron con partes de los dominios Paranaense y Chaqueño (se extienden por el noreste de la Argentina, este del Paraguay, sur y este del Brasil) y la unión de las P. de Araucaria-Sur P. Paraná-Norte P. Pampeana, podrían ser explicadas por conexiones y separaciones de los bosques en la subregión del Chaco ocurridas durante el Terciario, Oligoceno y Mioceno (Roig, 1994). Durante el Terciario, un clima templado permitió la existencia de un bosque continuo, el cual se extendió más al sur que en la actualidad y que se fragmentó durante el Oligoceno y Mioceno, debido a la aridez ocasionada por el ascenso de los Andes, con ello ocurrió también la expansión de la biota Chaqueña (Roig, 1994).

Las provincias son las unidades básicas en la jerarquía biogeográfica (Escalante, 2009), sin embargo en este estudio se identificaron áreas de endemismo parcialmente congruentes con provincias, porciones de provincias, uniones y transiciones entre provincias. A estas áreas de endemismo se les asignó el nombre de la provincia o partes de las provincias con las cuales coincidieron. Se descartó el uso de los nombres de ríos, considerando que los límites de las áreas de endemismo identificadas no coincidieron con ninguno. En los mamíferos pocas especies se restringen a barreras rivereñas, sus distribuciones y procesos de especiación por ejemplo en la Amazonía estarían más relacionados con el levantamiento de los Andes y la modificación por largos periodos de tiempo de grandes cuencas (da Silva y Patton, 1998).

Las provincias fueron nombradas considerando las coincidencias con la propuesta de Morrone (2014a), tan sólo 13 áreas de endemismo tuvieron coincidencia con áreas previamente identificadas: Antillas Menores, P. Chaco, P. Chiapas, P. Española, P. Guajira, P. Jamaica, P. Magdalena, P. Pantepui, P. Península de Yucatán, P. Puntarenas-Quiriquí, P. Sierra Madre Occidental, P. Sierra Madre Oriental y P. Tierras Bajas de la Guyana.

El término de transición o unión se aplicó a 24 áreas de endemismo. La existencia de unidades que se superponen a unidades biogeográficas tradicionales ocurre a escalas de regiones como las ZTM y ZTS (Morrone, 2001b; Morrone, 2004; Morrone, 2006). Sin embargo, de acuerdo con los resultados, ocurren también a escala de provincia. Las uniones y transiciones de áreas de endemismo serían zonas de intercambio biótico o podrían presentar identidad al estar soportadas por taxones endémicos propios, atributo que caracteriza por ejemplo a las zonas de transición (Morrone, 2006). Posiblemente, la presencia de áreas de endemismo anidadas y no anidadas estarían otorgando una idea más clara de cómo ocurren los patrones biogeográficos en la

naturaleza (Casagrande *et al.*, 2009), por lo tanto también serían producto de interacciones ecológicas e históricas tal como ocurre con las distribuciones de los taxones. A futuro se debe explorar la idea de que los fragmentos de provincias sean consideradas como distritos biogeográficos, la disminución de la escala de trabajo posiblemente permitiría su validación y también la identificación de nuevos patrones de transición.

Áreas complejas

Los límites y superposición de las áreas de endemismo estarían estructurando al menos dos áreas complejas de intercambio biótico, coincidentes con las zonas de transición Mexicana y Sudamericana. En las dos áreas complejas se ha propuesto la existencia de una mezcla de diferentes elementos bióticos, promovidos por cambios históricos y ecológicos (Morrone, 2006). La primera área compleja concuerda con la ZTM (Morrone, 2006) con un centro identificado en el intercepto de máxima intersección de áreas de endemismo en las provincias Sierra Madre Oriental y el Faja Volcánica Transmexicana. La segunda concuerda con la ZTS (Morrone, 2006) con aproximadamente cinco centros de máxima convergencia de límites de áreas de endemismo (provincia Maracaibo en la Guajira Colombiana, provincia Norandina, provincia Occidente del Ecuador, el centro de la provincia Prepuna y el centro de la provincia Puna; sensu Morrone, 2001a). Las dos zonas de transición son áreas de alta complejidad biótica (Morrone, 2006), riqueza y/o diversidad filogenética (Holt *et al.*, 2013), por lo tanto la congruencia de las múltiples áreas de endemismo soportan muy bien su caracterización.

En América del Sur se han descrito patrones de variación en los valores de anisotropía (la ocupación heterogénea en el área de distribución; Ruggiero *et al.*, 1998) los cuales coinciden parcialmente con las áreas complejas identificadas; mientras que los centros de las áreas complejas coinciden o son vecinos de sitios con altos valores de resistencia ambiental (ver Ruggiero *et al.*, 1998). Esto indicaría que las áreas complejas identificadas también son influenciadas por la topografía de la zona, así las áreas de endemismo que integran a las áreas complejas podrían tener mayor heterogeneidad y asimetría en la presencia de cadenas montañosas en el occidente de Sudamérica como ocurre con las distribuciones de los mamíferos (Ruggiero *et al.*, 1998). Considerando que las áreas complejas de la ZTM se encuentran en el sistema montañoso de Mesoamérica, estas áreas podrían tener una fuerte influencia de la topografía como ocurre en la ZTS.

Desde otra perspectiva, el componente topográfico también explicaría las mayores concentraciones de áreas de endemismo identificadas hacia el costado occidental de Sudamérica y en Mesoamérica. Aunque en este estudio se hizo una primera aproximación para describir las

zonas complejas a partir de las áreas de endemismo, son necesarios criterios y métodos analíticos-descriptivos para precisar el número, forma, tamaño y localización de las zonas complejas a partir de las áreas de endemismo.

CONCLUSIONES

Los patrones de endemismo de mamíferos coincidieron parcialmente con sistemas de áreas de endemismo propuestos por otros autores. La congruencia de algunas áreas de endemismo neotropicales con otros esquemas biogeográficos, permite sugerir que factores como el levantamiento de los Andes, la evolución del Amazonas y los cambios de vegetación a través del tiempo han estructurado las áreas de endemismo de los mamíferos dentro de un sistema biogeográfico no jerarquizado. La coincidencia parcial se debió a la identificación de áreas de endemismo denominadas como transiciones o uniones; ese tipo de incongruencias, entre áreas de endemismo identificadas y sistemas de regionalización propuestas, han sido reportados para la Patagonia y el Neotrópico (Casagrande *et al.*, 2009; Löwenberg-Neto y de Carvalho, 2009).

Los sistemas de regionalización biogeográfica propuestos actualmente (Sclater, 1858, Sclater, 1895; Wallace, 1876; Cabrera y Willink, 1973; Udvardy, 1975; Kreft y Jetz, 2010; Holt *et al.*, 2013), consideran la jerarquización de las unidades biogeográficas con límites más o menos definidos. Sin embargo, en este estudio se comprobó que la existencia de transiciones dificulta la diferenciación de niveles biogeográficos, y para su ordenamiento habría que profundizar en la explicación de factores que interactúan en la conformación de transiciones a niveles de provincia y distrito biogeográficos.

Los patrones de endemismo analizados a nivel de provincia parecen ser más congruentes con provincias tradicionalmente reconocidas, los niveles mayores como las subregiones no pudieron ser totalmente caracterizados ya que hubo poca simpatria en las distribuciones a esa escala.

La propuesta de las 101 áreas de endemismo identificadas para los mamíferos neotropicales puede ser tomada como una hipótesis de homología biogeográfica primaria en el Neotrópico y puede ser incluida en la priorización de áreas en planes de conservación, pero el avance hacia un análisis de ensambles de especies como el de Müller (1973), probaría la existencia de los patrones de transición identificados. Se ha mencionado que el conocimiento de las especies neotropicales y sus distribuciones aún es inadecuado para proponer una clasificación biogeográfica (Solari *et al.*, 2012), sin embargo pensamos que esta primera propuesta será útil para futuras comparaciones. Con este estudio se aporta al conocimiento de las áreas de endemismo en la región Neotropical, lo cual permitirá avanzar en la explicación y propuestas de escenarios evolutivos y relaciones de especies endémicas y áreas de endemismo de mamíferos.

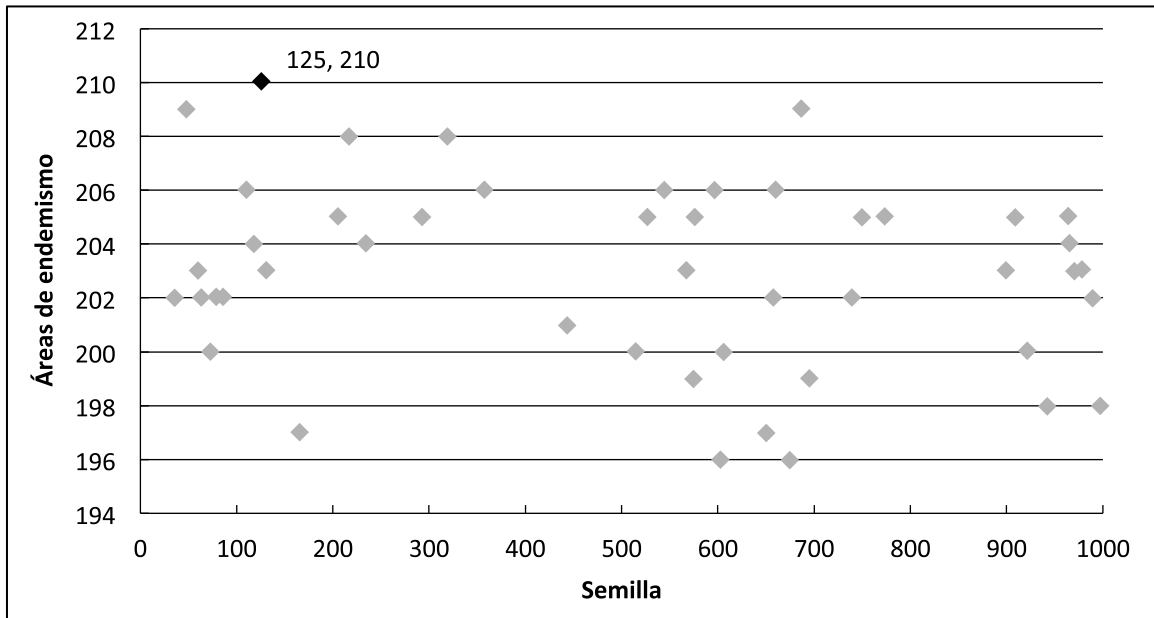
AGRADECIMIENTOS

A Víctor Sánchez Cordero, David Espinosa, Livia León Paniagua y Luis Sánchez por los comentarios realizados a una primera versión del documento. A Juan José Morrone por sus observaciones que permitieron el mejoramiento de este documento. A Claudia Szumik por sugerencias en el manejo de NDM/VNMD. A tres evaluadores anónimos que hicieron valiosos comentarios que mejoraron este manuscrito. EAN-U agradece al posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al programa de becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (becas 290649 y 290840, CONACyT) por el apoyo brindado para estudios de posgrado y el soporte para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- Aagesen L, Szumik C, Goloboff P. Consensus in the search for areas of endemism. *J Biogeogr.* 2013;40(11):2011-2016. Doi: 10.1111/jbi.12172
- Antonelli A, Sanmartín I. Why are there so many plant species in the Neotropics? *Taxon.* 2011;60(2):403-414.
- Brown JH, Stevens GC, Kaufman DM. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annu Rev Ecol Syst.* 1996;27:597-623.
- Cabrera AL, Willink A. Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología. Washington: OEA; 1973. p. 1-120.
- da Silva MNF, Patton JL. Molecular phylogeography and the evolution and conservation of Amazonian mammals. *Mol Ecol.* 1998;7(4):475-486. Doi: 10.1046/j.1365-294x.1998.00276.x
- da Silva JMC, Cardoso de Sousa M, Castelletti C. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Glob Ecol Biogeogr.* 2004;13:85-92. Doi: 10.1111/j.1466-882X.2004.00077.x
- Carine MA, Humphries CJ, Guma IR, Reyes-Betancort JA, Santos Guerra A. Areas and algorithms: evaluating numerical approaches for the delimitation of areas of endemism in the Canary Islands archipelago. *J Biogeogr.* 2009;36(4):593-611. Doi: 10.1111/j.1365-2699.2008.02016.x
- Casagrande D, Roig-Juñent S, Szumik C. Endemismo a diferentes escalas espaciales: Un ejemplo con Carabidae (Coleoptera: Insecta) de América del Sur austral. *Revi Chil Hist Nat.* 2009;82:17-42. Doi: 10.4067/S0716-078X2009000100002
- Condamine F, Silva-Brandão K, Kergoat G, Sperling F. Biogeographic and diversification patterns of Neotropical Troidini butterflies (Papilionidae) support a museum model of diversity dynamics for Amazonia. *BMC Evol Biol.* 2012;12(1):12-82. Doi: 10.1186/1471-2148-12-82
- Costa L, Leite YL, da Fonseca GA, da Fonseca MT. Biogeography of South American forest mammals: Endemism and diversity in the Atlantic forest. *Biotropica.* 2000;32(4b):872-881. Doi: 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00625.x
- Cracraft J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism. *Ornithol Monogr.* 1985;36:49-84.
- Davis R, Dunford C, Lomolino MV. Montane mammals of the American Southwest: The possible influence of Post-Pleistocene colonization. *J Biogeogr.* 1988;15(5/6):841-848. Doi: 10.2307/2845344
- Ebach MC, Morrone JJ, Parenti LR, Viloria ÁL. International Code of Area Nomenclature. *J Biogeogr.* 2008;35(7):1153-1157. Doi: 10.1111/j.1365-2699.2008.01920.x
- Escalante T. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Rev Mex Biodivers.* 2009;80(2):551-560.
- Escalante T, Rodríguez G, Morrone JJ. The diversification of Nearctic mammals in the Mexican Transition Zone. *Biol J Linn Soc.* 2004;83(3):327-339. Doi: 10.1111/j.1095-8312.2004.00386.x
- Escalante T, Rodríguez-Tapia G, Szumik C, Morrone JJ, Rivas M. Delimitation of the Nearctic region according to mammalian distributional patterns. *J Mammal.* 2010;91(6):1381-1388. Doi: 10.1644/10-MAMM-A-136.1
- Espinosa D, Aguilar C, Escalante T. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In: Llorente-Bousquets J, Morrone JJ, editors. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. México: Las Prensas de Ciencias; 2001. p. 31-37.
- Ferro I, Morrone JJ. Biogeographical transition zones: A search for conceptual synthesis. *Biol J Linn Soc.* 2014;113:1-12. DOI: 10.1111/bij.12333
- Fittkau EJ. The fauna of South America. Biogeography and ecology in South America. In: Fittkau E, Illies JJ, Klinge H, Schwabe GH, Sioli H, editors. Biogeography and ecology in South America 2. La Haya: Junk; 1969. p. 624-650.
- Gaston KJ. The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford: Oxford University Press; 2003. p. 259.
- Goin FJ, Gelfo JN, Chornogubsky L, Woodburne MO, Martin T. Origins, radiations, and distribution of South American mammals: from greenhouse to icehouse worlds. In: Patterson BD, Costa LP, editors. Bones, Clones, and Biomes: The history and geography of recent Neotropical mammals. Chicago: University of Chicago Press; 2012. p. 20-50.
- Goldani A, Carvalho GS, Bicca-Marques JC. Distribution patterns of Neotropical primates (Platyrrhini) based on Parsimony Analysis of Endemicity. *Braz J Biol.* 2006;66(1A):61-74. Doi: 10.1590/S1519-69842006000100009
- Goloboff, P. NDM/VNMD: Programs for identification of areas of endemism (Versión 3.0) [Software]. 2004. Disponible en <http://www.lillo.org.ar/phylogeny/endemism/>

- Haffer J. Avian zoogeography in the Neotropical lowlands. *Ornithol Monogr* 1985;36:113–146.
- Hershkovitz P. A geographical classification of Neotropical mammals. *Fieldiana: Zool.* 1958;36(6):583–648.
- Hershkovitz P. The recent mammals of the Neotropical region: A zoogeographic and ecological review. *Q Rev Biol.* 1969;44(1):1–70.
- Holt BG, Lessard J, Borregaard MK, Fritz SA, Araújo MB, Dimitrov D, *et al.* An update of Wallace's zoogeographic regions of the world. *Science.* 2013;339(6115):74–78. Doi: 10.1126/science.1228282
- IUCN 2012.1. [Internet]. Cambridge: IUCN: Red list of threatened species, 2012. [actualizado 1 Oct 2012, citado 5 May 2013]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data>.
- Kreft H, Jetz W. A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. *J Biogeogr.* 2010;37(11):2029–2053. Doi: 10.1111/j.1365-2699.2010.02375.x
- Löwenberg-Neto P, de Carvalho CJB. Areas of endemism and spatial diversification of the Muscidae (Insecta: Diptera) in the Andean and Neotropical regions. *J Biogeogr.* 2009;36(9):1750–1759. Doi:10.1111/j.1365-2699.2009.02112.x/full
- Morrone JJ. On the identification of areas of endemism. *Syst Biol.* 1994;43(3):438–441.
- Morrone JJ. Homology, biogeography and areas of endemism. *Divers Distrib.* 2001a;7(6):297–300. Doi:10.1046/j.1366-9516.2001.00116.x/full
- Morrone JJ. Biogeografía de América Latina y el Caribe. España: Manuales y Tesis SEA 3; 2001b. p. 1–144.
- Morrone JJ. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annu Rev Entomol.* 2006;51:467–494. Doi: 10.1146/annurev.ento.50.071803.130447
- Morrone JJ. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa.* 2014a;3782(1):1–110. Doi: 10.11646/zootaxa.3782.1.1
- Morrone JJ. Cladistic biogeography of the Neotropical region: identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. *Cladistics.* 2014b;30(2):202–214. Doi:10.1111/cla.12039/full
- Müller P. The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the neotropical realm. A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. Vol 2. La Haya: Biogeographica; 1973. p. 1–244.
- Olguín-Monroy HC, Gutiérrez-Blando C, Ríos-Muñoz CA, León-Paniagua L, Navarro-Sigüenza AG. Regionalización biogeográfica de la mastofauna de los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica. *Rev Biol Trop.* 2013;61(2):937–969.
- Platnick NI. On areas of endemism. *Aust Syst Bot.* 1991;4(Commentary): xi– xii.
- Porzecanski AL, Cracraft J. Cladistic analysis of distributions and endemism (CADE): using raw distributions of birds to unravel the biogeography of the South American aridlands. *J Biogeogr.* 2005;32(2):261–275. Doi: 10.1111/j.1365-2699.2004.01138.x/full
- Ringuet RA. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur.* 1975;2(3):1–122.
- Roig S. Historia biogeográfica de América Sur Austral. *Multequina.* 1994;3:167–203.
- Rosen BR. From fossils to earth history: Applied historical biogeography. In: Myers AA, Giller P, editors. *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions.* Londres: Chapman and Hall; 1988. p. 437–481.
- Ruggiero A, Lawton JH, Blackburn TM. The geographic ranges of mammalian species in South America: Spatial patterns in environmental resistance and anisotropy. *J Biogeogr.* 1998;25(6):1093–1103. Doi: 10.1046/j.1365-2699.1998.00253.x/full
- Sandoval ML, Szumik CA, Barquez RM. Bats and marsupials as indicators of endemism in the Yungas forest of Argentina. *Zool. Res.* 2010;31(3):633–644. Doi : 10.3724/SP.J.1141.2010.06633
- Slater PL. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. *J Proc Linn Soc.* 1858;2(7):130–145. Doi: 10.1111/j.1096-3642.1858.tb02549a.x
- Slater PL. The geography of mammals: No. III. The Neotropical region. *Geogr J.* 1895;5(5):471–483.
- Solari S, Velasco P, Patterson BD. Hierarchical organization of neotropical mammal diversity and its historical basis. In: Patterson BD, Costa LP, editors. *Bones, Clones, and Biomes: The history and geography of Recent Neotropical mammals.* Chicago: University of Chicago Press; 2012. p. 145–156.
- Szumik CA, Cuezco F, Goloboff A, Chalup A. An optimality criterion to determine areas of endemism. *Syst Biol.* 2002;51(5):806–816. Doi: 10.1080/10635150290102483
- Szumik CA, Goloboff A. Areas of endemism: an improved optimality criterion. *Syst Biol.* 2004;53(6):968–977. Doi: 10.1080/10635150490888859
- Udvardy MD. A classification of the biogeographical provinces of the world. Contribution to UNESCO's. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. IUCN Occasional Paper. 1975;18:1–50.
- Wallace AR. The geographical distribution of animals II. Londres: McMillan; 1876. p. 1–607.
- Wilson DE, Reeder DM, editors. *Mammal species of the world.* 3rd. Maryland: Johns Hopkins University Press; 2005. p. 1–818.



Material suplementario 1. Diagrama que indica en el eje (x) las 50 repeticiones con diferente semilla aleatoria y en eje (y) el número de áreas de endemismo obtenidas con cada semilla. Se indica con un rombo negro el mayor número de áreas de endemismo y el número de semilla con el cual se obtuvo ese número.

Material suplementario 2. Áreas de endemismo con su índice de endemismo total (E), número de taxones endémicos que la soportan (TS) y la cantidad de áreas incluidas durante el consenso (AI). Se muestran los taxones que soportan a las áreas de endemismo (ae) y entre paréntesis el índice de endemismo de cada taxón (e), se indican familias con un asterisco (*) y géneros con dos asteriscos (**).

Área de endemismo	E	TS	AI	Taxones
ae-1	4,847	5	1	<i>Lophostoma</i> ** (0,96), <i>Peropteryx</i> ** (0,93), <i>Phyllostomus</i> ** (0,99), <i>Phyllostomus discolor</i> (0,98), <i>Uroderma bilobatum</i> (0,99)
ae-2	2,866	3	1	<i>Caluromys</i> ** (0,91), <i>Macrophyllum macrophyllum</i> (0,99), <i>Saccopteryx leptura</i> (0,96)
ae-3	4,751	5	1	<i>Lonchorhina</i> ** (0,95), <i>Lonchorhina aurita</i> (0,95), <i>Mimon</i> ** (0,96), <i>Peropteryx</i> ** (0,94), <i>Peropteryx macrotis</i> (0,95)
ae-4	2,92	3	1	<i>Artibeus</i> ** (0,97), <i>Noctilio</i> ** (0,97), <i>Noctilio leporinus</i> (0,97)
ae-5	4,772	5	1	<i>Caluromys</i> ** (0,92), <i>Carollia</i> ** (0,96), <i>Carollia perspicillata</i> (0,96), <i>Peropteryx</i> ** (0,96), <i>Peropteryx macrotis</i> (0,97)
ae-6	2,944	3	1	<i>Cebidae</i> * (0,99), <i>Cebus</i> ** (0,98), <i>Echimyidae</i> * (0,98)
ae-7	2,891	3	1	<i>Coendou</i> ** (0,96), <i>Oecomys</i> ** (0,96), <i>Speothos venaticus</i> (0,97)
ae-8	2,886	3	1	<i>Bradypos</i> ** (0,95), <i>Micronycteris minuta</i> (0,96), <i>Phyllostomus hastatus</i> (0,97)
ae-9	2,868	3	1	<i>Alouatta</i> ** (0,96), <i>Chrotopterus auritus</i> (0,95), <i>Tapirus</i> ** (0,96)
ae-10	3,11	4	1	<i>Artibeus hirsutus</i> (0,83), <i>Natalus lanatus</i> (0,86), <i>Rhogeessa parvula</i> (0,69), <i>Sigmodon leucotis</i> (0,74)
ae-11	3,864	5	1	<i>Dipodomys phillipsii</i> (0,72), <i>Liomys irroratus</i> (0,79), <i>Peromyscus melanophrys</i> (0,75), <i>Sigmodon leucotis</i> (0,8), <i>Sorex veraecrucis</i> (0,81)
ae-12	4,383	6	1	<i>Lepus callotis</i> (0,65), <i>Microtus mexicanus</i> (0,6), <i>Myotis auriculus</i> (0,82), <i>Onychomys arenicola</i> (0,7), <i>Sigmodon fulviventor</i> (0,8), <i>Thomomys umbrinus</i> (0,81)
ae-13	6,208	9	1	<i>Cratogeomys merriami</i> (0,6), <i>Cryptotis alticola</i> (0,71), <i>Handleyomys chapmani</i> (0,63), <i>Microtus quasiater</i> (0,8), <i>Neotomodon alstoni</i> (0,75), <i>Peromyscus furvus</i> (0,75), <i>Rhogeessa alleni</i> (0,63), <i>Romerolagus diazi</i> (0,6), <i>Sorex orizabae</i> (0,75)
ae-14	4,555	6	1	<i>Cuniculus taczanowskii</i> (0,82), <i>Didelphis pernigra</i> (0,79), <i>Marmosops impavidus</i> (0,79), <i>Monodelphis adusta</i> (0,71), <i>Thomasomys</i> ** (0,74), <i>Thomasomys aureus</i> (0,71)
ae-15	2,5	3	1	<i>Nephelomys albicularis</i> (0,87), <i>Sturnira bidens</i> (0,83), <i>Sturnira bogotensis</i> (0,8)

Área de endemismo	E	TS	AI	Taxones
ae-16	4,326	5	1	<i>Eumops trbulli</i> (0,91), <i>Glyphonycteris daviesi</i> (0,87), <i>Mesomys</i> ** (0,92), <i>Mustela africana</i> (0,9), <i>Vampyressa bidens</i> (0,73)
ae-17	2,619	3	1	<i>Cebuella pygmaea</i> (0,9), <i>Microsciurus flaviventer</i> (0,86), <i>Saguinus fuscicollis</i> (0,85)
ae-18	2,586	3	1	<i>Callimico goeldii</i> (0,79), <i>Nectomys apicalis</i> (0,82), <i>Oecomys superans</i> (0,97)
ae-19	5,456	8	1	<i>Aotus nancymae</i> (0,77), <i>Cacajao calvus</i> (0,62), <i>Callicebus cupreus</i> (0,63), <i>Callicebus regulus</i> (0,73), <i>Lagothrix poeppigii</i> (0,61), <i>Neacomys minutus</i> (0,71), <i>Philander mcilhennyi</i> (0,64), <i>Saguinus mystax</i> (0,75)
ae-20	2,392-7,652	9	2	<i>Bassariscus sumichrasti</i> (0-0,87), <i>Carollia sowelli</i> (0-0,82), <i>Handleyomys rostratus</i> (0,82-0,83), <i>Myotis elegans</i> (0-0,89), <i>Orthogeomys hispidus</i> (0-0,843), <i>Rhogeessa tumida</i> (0-0,807), <i>Sciurus deppei</i> (0,7670-0,830), <i>Sphiggurus mexicanus</i> (0-0,893), <i>Tylomys nudicaudus</i> (0,8080-0,875)
ae-21	3,57	4	1	<i>Ateles geoffroyi</i> (0,92), <i>Marmosa mexicana</i> (0,92), <i>Mazama temama</i> (0,89), <i>Orthogeomys</i> ** (0,83)
ae-23	2,541	3	1	<i>Cynomops mexicanus</i> (0,78), <i>Hylonycteris underwoodi</i> (0,91), <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (0,84)
ae-22	1,68-4,033	3	1	<i>Choeronycteris mexicana</i> (0,9), <i>Leptonycteris yerbabuena</i> (0,89), <i>Mephitis macroura</i> (0,87)
ae-24	4,717	6	1	<i>Gracilinanus marica</i> (0,68), <i>Monodelphis palliolata</i> (0,9), <i>Oecomys flavicans</i> (0,8), <i>Platyrrhinus umbratus</i> (0,8), <i>Proechimys guairae</i> (0,9), <i>Rhipidomys venustus</i> (0,63)
ae-25	4,571	6	1	<i>Gracilinanus marica</i> (0,69), <i>Heteromys anomalus</i> (0,75), <i>Leptonycteris curasoae</i> (0,81), <i>Marmosops fuscatus</i> (0,71), <i>Rhipidomys couesi</i> (0,75), <i>Rhogeessa minutilla</i> (0,86)
ae-26	2,566	3	1	<i>Calomys hummelincki</i> (0,77), <i>Oecomys speciosus</i> (0,93), <i>Pattonomys semivillosus</i> (0,86)
ae-27	3,458	4	1	<i>Cebus capucinus</i> (0,88), <i>Melanomys caliginosus</i> (0,92), <i>Sigmodontomys</i> ** (0,83), <i>Sigmodontomys alfari</i> (0,83)
ae-28	2,444	3	1	<i>Artibeus watsoni</i> (0,82), <i>Mimon cozumelae</i> (0,78), <i>Tylomys</i> ** (0,85)
ae-29	3,294	4	1	<i>Cebus capucinus</i> (0,82), <i>Hoplomys gymnurus</i> (0,83), <i>Transandinomys bolivaris</i> (0,83), <i>Vampyressa nymphaea</i> (0,82)
ae-30	4,617	5	1	<i>Alouatta macconnelli</i> (0,88), <i>Chiropotes chiropotes</i> (0,9), <i>Monodelphis brevicaudata</i> (0,97), <i>Proechimys guyanensis</i> (0,92), <i>Rhipidomys nitela</i> (0,95)
ae-31	8,302	10	1	<i>Ateles paniscus</i> (0,82), <i>Lophostoma schulzi</i> (0,79), <i>Marmosops parvidens</i> (0,89), <i>Myoprocta acouchy</i> (0,88), <i>Neacomys paracou</i> (0,87), <i>Oecomys auyantepui</i> (0,85), <i>Oecomys rutilus</i> (0,77), <i>Pithecia pithecia</i> (0,78), <i>Saccoteryx gymnura</i> (0,8), <i>Saguinus midas</i> (0,84)
ae-32	4,894	6	1	<i>Calomys expulsus</i> (0,68), <i>Kerodon</i> ** (0,82), <i>Kerodon rupestris</i> (0,82), <i>Wiedomys</i> ** (0,86), <i>Wiedomys pyrhorhinos</i> (0,85), <i>Thrichomys apereoides</i> (0,87)
ae-33	3,174	4	1	<i>Alouatta guariba</i> (0,74), <i>Gracilinanus microtarsus</i> (0,79), <i>Monodelphis iheringi</i> (0,73), <i>Sphiggurus villosus</i> (0,91)
ae-34	11,378	15	1	<i>Akodon montensis</i> (0,67), <i>Akodon serrensis</i> (0,76), <i>Bibimys labiosus</i> (0,79), <i>Cebus nigrinus</i> (0,83), <i>Delomys</i> ** (0,84), <i>Delomys dorsalis</i> (0,77), <i>Euryzygomatomys spinosus</i> (0,65), <i>Gracilinanus microtarsus</i> (0,71), <i>Juliomys</i> ** (0,77), <i>Juliomys pictipes</i> (0,77), <i>Kannabateomys amblyonyx</i> (0,8), <i>Marmosa paraguayanus</i> (0,71), <i>Monodelphis scalops</i> (0,8), <i>Phyllomys medius</i> (0,8), <i>Vampyressa pusilla</i> (0,71)
ae-35	2,575	3	1	<i>Reithrodontomys zacatecae</i> (0,88), <i>Sciurus colliaei</i> (0,8), <i>Sciurus nayaritensis</i> (0,9)
ae-36	3	4	1	<i>Nelsonia</i> ** (0,63), <i>Nelsonia neotomodon</i> (0,94), <i>Neotoma palatina</i> (0,63), <i>Sorex emarginatus</i> (0,81)
ae-37	2,94	4	1	<i>Cynomys mexicanus</i> (0,7), <i>Myotis planiceps</i> (0,8), <i>Notiosorex villai</i> (0,7), <i>Sciurus alleni</i> (0,71)
ae-38	4,904	7	1	<i>Cryptotis goodwini</i> (0,61), <i>Cryptotis griseoventris</i> (0,79), <i>Habromys lophurus</i> (0,71), <i>Handleyomys rhabdops</i> (0,71), <i>Microtus guatemalensis</i> (0,71), <i>Reithrodontomys tenuirostris</i> (0,64), <i>Rheomys thomasi</i> (0,72)
ae-39	6	7	1	<i>Alouatta pigra</i> (0,96), <i>Heteromys gaumeri</i> (0,85), <i>Mazama pandora</i> (0,81), <i>Otonyctomys hatti</i> (0,77), <i>Peromyscus yucatanicus</i> (0,85), <i>Rhogeessa aeneus</i> (0,85), <i>Sciurus yucatanensis</i> (0,92)
ae-40	4,418	6	1	<i>Ardops nichollsi</i> (1), <i>Chiroderma improvisum</i> (0,67), <i>Eptesicus guadeloupensis</i> (0,67), <i>Myotis dominicensis</i> (0,67), <i>Myotis martiniquensis</i> (0,75), <i>Sturnira thomasi</i> (0,67)
ae-41	2,501	3	1	<i>Plagiodontia aedium</i> (0,75), <i>Solenodon</i> ** (0,94), <i>Solenodon paradoxus</i> (0,81)
ae-42	4,943	6	1	<i>Ariteus flavescens</i> (0,9), <i>Geocapromys</i> ** (0,64), <i>Geocapromys brownii</i> (0,9), <i>Lasiurus degelidus</i> (0,9), <i>Natalus jamaicensis</i> (0,9), <i>Phyllonycteris aphylla</i> (0,7)
ae-43	15,097	17	1	<i>Bassaricyon lasius</i> (0,83), <i>Bassaricyon pauli</i> (0,83), <i>Cryptotis gracilis</i> (1), <i>Nephelomys devius</i> (1), <i>Oligoryzomys vegetus</i> (1), <i>Orthogeomys cavator</i> (0,83), <i>Orthogeomys cherriei</i> (0,83), <i>Orthogeomys heterodus</i> (0,83), <i>Orthogeomys underwoodi</i> (0,83), <i>Reithrodontomys creper</i> (1), <i>Reithrodontomys rodriguezi</i> (0,83), <i>Rheomys underwoodi</i> (1), <i>Saimiri oerstedii</i> (0,83), <i>Scotinomys xerampelinus</i> (1), <i>Sturnira mordax</i> (0,6), <i>Sylvilagus dicei</i> (0,83), <i>Syntheosciurus brochus</i> (1)

Área de endemismo	E	TS	AI	Taxones
ae-44	5,163-6,79	9	2	<i>Akodon affinis</i> (0,69–0,75), <i>Cryptotis colombiana</i> (0,63-0,67), <i>Cryptotis medellinia</i> (0,63-0,67), <i>Handleyomys intectus</i> (0,63-0,67), <i>Nectomys magdalenae</i> (0,6-1), <i>Olallamys albicauda</i> (0,63-0,67), <i>Saccopteryx antioquiensis</i> (0,75-0,83), <i>Saguinus leucopus</i> (0-0,88), <i>Thomasomys bombycinus</i> (0,63-0,67)
ae-45	2,167	3	1	<i>Coendou sanctamartae</i> (0,67), <i>Proechimys canicollis</i> (0,83)
ae-46	2,429	3	1	<i>Marmosa xerophila</i> (0,79), <i>Myotis nesopolus</i> (1), <i>Pteronotus paraguayensis</i> (0,64)
ae-47	1,353-3,768	5	2	<i>Bassaricyon beddardi</i> (0-0,73), <i>Marmosa tyleriana</i> (0-0,62), <i>Proechimys hoplomyoides</i> (0,74-0,94), <i>Rhipidomys macconnelli</i> (0-0,675), <i>Rhipidomys wetzeli</i> (0,62-0,81)
ae-48	2,86-4,721	6	2	<i>Bassaricyon beddardi</i> (0,67-0,73), <i>Neusticomys venezuelae</i> (0-0,66), <i>Platyrrhinus aurarius</i> (0-0,8), <i>Proechimys hoplomyoides</i> (0,8-0,94), <i>Rhipidomys macconnelli</i> (0,68-0,78), <i>Rhipidomys wetzeli</i> (0,72-0,81)
ae-49	3,816	5	1	<i>Dasyprocta cristata</i> (0,92), <i>Eumops maurus</i> (0,8), <i>Lasiurus atratus</i> (0,77), <i>Lophostoma schulzi</i> (0,65), <i>Oecomys rex</i> (0,68)
ae-50	2,867	4	1	<i>Carterodon sulcidens</i> (0,61), <i>Euryoryzomys lamia</i> (0,75), <i>Galea flavidens</i> (0,78), <i>Monodelphis umbristriata</i> (0,72)
ae-51	5,017	7	1	<i>Akodon toba</i> (0,67), <i>Andalgalomys pearsoni</i> (0,75), <i>Calyptophractus retusus</i> (0,75), <i>Catagonus wagneri</i> (0,83), <i>Ctenomys conoveri</i> (0,67), <i>Ctenomys dorsalis</i> (0,63), <i>Thylamys pusillus</i> (0,73)
ae-52	2,167	3	1	<i>Chacodelphus formosa</i> (0,75), <i>Ctenomys argentinus</i> (0,75), <i>Necomys temchuki</i> (0,67)
ae-53	2,289	3	1	<i>Callicebus pallescens</i> (0,79), <i>Cebus cay</i> (0,65), <i>Oligoryzomys chacoensis</i> (0,85)
ae-54	4,82	6	1	<i>Ctenomys torquatus</i> (0,85), <i>Deltamys kempii</i> (0,9), <i>Lundomys molitor</i> (0,85), <i>Oligoryzomys delticola</i> (0,84), <i>Reithrodontomys typicus</i> (0,75), <i>Scapteromys tumidus</i> (0,73)
ae-55	1,27-4,48	6	2	<i>Neacomys musseri</i> (0-0,65), <i>Neusticomys peruviansis</i> (0,65-0,75), <i>Proechimys pattoni</i> (0-0,96), <i>Rhipidomys gardneri</i> (0,63-0,85), <i>Saguinus imperator</i> (0-0,68), <i>Thomasomys gracilis</i> (0-0,6)
ae-56	4,43	6	1	<i>Akodon surdus</i> (0,67), <i>Lestoros inca</i> (0,6), <i>Marmosa andersoni</i> (0,75), <i>Monodelphis ronaldii</i> (0,67), <i>Sciurus sanborni</i> (0,83), <i>Thomasomys gracilis</i> (0,92)
ae-57	3,042	4	1	<i>Akodon dayi</i> (0,88), <i>Alouatta sara</i> (0,64), <i>Callicebus donacophilus</i> (0,68), <i>Cryptonanus unduaviensis</i> (0,85)
ae-58	2,73	3	1	<i>Auliscomys pictus</i> (0,95), <i>Calomys sorellus</i> (0,86), <i>Lagidium peruanum</i> (0,92)
ae-59	6-9,68	13	2	<i>Abrocoma cinerea</i> (0,6-0,77), <i>Akodon albiventer</i> (0,6-0,85), <i>Akodon lutescens</i> (0,79-0,86), <i>Andinomys edax</i> (0,73-0,79), <i>Auliscomys sublimis</i> (0-0,7), <i>Calomys boliviae</i> (0,65-0,69), <i>Chaetophractus nationi</i> (0,66-0,77), <i>Ctenomys opimus</i> (0-0,63), <i>Eligmodontia puerulus</i> (0-0,75), <i>Octodontomys gliroides</i> (0,63-0,81), <i>Oxymycterus paramensis</i> (0,68-0,72), <i>Phyllotis osilae</i> (0,66-0,75), <i>Rhipidomys austrinus</i> (0-0,61)
ae-60	5,37	8	1	<i>Akodon albiventer</i> (0,67), <i>Akodon boliviensis</i> (0,79), <i>Akodon fumeus</i> (0,61), <i>Auliscomys sublimis</i> (0,6), <i>Calomys boliviae</i> (0,61), <i>Microcavia niata</i> (0,74), <i>Necomys amoenus</i> (0,72), <i>Oxymycterus paramensis</i> (0,64)
ae-61	2,987	4	1	<i>Coendou nycthemera</i> (0,79), <i>Mico argentatus</i> (0,79), <i>Oecomys paricola</i> (0,7), <i>Toromys grandis</i> (0,71)
ae-62	3	4	1	<i>Alouatta discolor</i> (0,76), <i>Ateles marginatus</i> (0,89), <i>Callicebus moloch</i> (0,64), <i>Proechimys goeldii</i> (0,72)
ae-63	3,068	4	1	<i>Akodon fumeus</i> (0,65), <i>Akodon varius</i> (0,77), <i>Calomys fecundus</i> (0,73), <i>Rhipidomys austrinus</i> (0,92)
ae-64	2,788	4	1	<i>Akodon siberiae</i> (0,75), <i>Calomys fecundus</i> (0,65), <i>Oxymycterus hucucha</i> (0,69), <i>Phyllotis wolffsohni</i> (0,7)
ae-65	3,518	5	1	<i>Cryptotis mexicana</i> (0,71), <i>Dasyprocta mexicana</i> (0,75), <i>Habromys**</i> (0,66), <i>Peromyscus megalops</i> (0,68), <i>Sorex veraepacis</i> (0,72)
ae-66	3,358	5	1	<i>Cryptotis mera</i> (0,64), <i>Isthmomyys pirrensis</i> (0,64), <i>Orthogeomys dariensis</i> (0,64), <i>Reithrodontomys darienensis</i> (0,79), <i>Tylomys panamensis</i> (0,64)
ae-67	4,124-11,583	16	2	<i>Aepeomys**</i> (0,71-0,8), <i>Aepeomys lugens</i> (0,71-0,8), <i>Akodon bogotensis</i> (0-0,64), <i>Anoura luismanueli</i> (0-0,78), <i>Cryptotis meridensis</i> (0,71-0,8), <i>Cryptotis tamensis</i> (0,64-0,7), <i>Gracilinanus dryas</i> (0-0,79), <i>Mazama bricenii</i> (0-0,64), <i>Nephelomys meridensis</i> (0,71-0,8), <i>Neusticomys mussoi</i> (0,64-0,7), <i>Olallamys edax</i> (0-0,700), <i>Oligoryzomys griseolus</i> (0-0,72), <i>Proechimys chrysaerolus</i> (0-0,61), <i>Proechimys poliopus</i> (0-0,7), <i>Thomasomys niveipes</i> (0-0,71), <i>Thomasomys vestitus</i> (0-0,7),
ae-68	2,204	3	1	<i>Akodon mollis</i> (0,69), <i>Lonchophylla handleyi</i> (0,65), <i>Phyllotis andium</i> (0,87)
ae-69	2,41	4	1	<i>Dasyprocta guamara</i> (0,83), <i>Philander deltae</i> (0,75), <i>Proechimys urichi</i> (0,83)
ae-70	3,338	5	1	<i>Akodon torques</i> (0,7), <i>Marmosa quichua</i> (0,6), <i>Oecomys phaeotis</i> (0,63), <i>Sciurus pyrrhinus</i> (0,81), <i>Thomasomys gracilis</i> (0,6)
ae-71	2,514	3	1	<i>Platyrrhinus albericoi</i> (0,82), <i>Platyrrhinus infuscus</i> (0,88), <i>Thomasomys aureus</i> (0,82)
ae-72	2,391	3	1	<i>Cebus kaapori</i> (0,76), <i>Chiropotes satanas</i> (0,87), <i>Saguinus niger</i> (0,76)
ae-73	2,96	4	1	<i>Isothrix negrensis</i> (0,86), <i>Mesomys occultus</i> (0,67), <i>Pithecia albicans</i> (0,75), <i>Proechimys echinothrix</i> (0,69)

Área de endemismo	E	TS	AI	Taxones
ae-74	3,494	5	1	<i>Cebus xanthosternus</i> (0,81), <i>Oligoryzomys stramineus</i> (0,65), <i>Phyllomys blainvillii</i> (0,73), <i>Tolypeutes tricinctus</i> (0,62), <i>Trinomys myosuros</i> (0,69)
ae-75	6,242	8	1	<i>Brachyteles arachnoides</i> (0,67), <i>Clyomys bishopi</i> (1), <i>Delomys collinus</i> (0,9), <i>Marmosops paulensis</i> (0,68), <i>Oxymycterus caparaoe</i> (0,75), <i>Phyllomys kerri</i> (0,6), <i>Rhagomys rufescens</i> (0,9), <i>Trinomys dimidiatus</i> (0,75)
ae-76	5,318	8	1	<i>Akodon mystax</i> (0,61), <i>Brucepattersonius griserufescens</i> (0,61), <i>Callithrix flaviceps</i> (0,72), <i>Ctenomys brasiliensis</i> (0,69), <i>Phaenomys ferrugineus</i> (0,67), <i>Trinomys eliasi</i> (0,61), <i>Trinomys graciosus</i> (0,68), <i>Trinomys paratus</i> (0,72)
ae-77	3,89	5	1	<i>Cavia fulgida</i> (0,9), <i>Hylaeamys laticeps</i> (0,77), <i>Marmosops incanus</i> (0,65), <i>Oxymycterus dasytrichus</i> (0,94), <i>Trinomys iheringi</i> (0,63)
ae-78	2,73	3	1	<i>Calomys tener</i> (0,93), <i>Clyomys**</i> (0,91), <i>Clyomys laticeps</i> (0,9)
ae-79	2,1	3	1	<i>Brucepattersonius iheringi</i> (0,67), <i>Cavia magna</i> (0,75), <i>Phyllomys dasytrichus</i> (0,69)
ae-80	2,29	3	1	<i>Akodon paranaenseensis</i> (0,82), <i>Brucepattersonius**</i> (0,79), <i>Phyllomys medius</i> (0,69)
ae-81	3,459-8,875	11	2	<i>Abrothrix illuteus</i> (0-0,92), <i>Akodon budini</i> (0-0,63), <i>Akodon spegazzinii</i> (0,63-0,67), <i>Ctenomys budini</i> (0-0,83), <i>Ctenomys juris</i> (0,67-0,75), <i>Ctenomys latro</i> (0,83-1), <i>Ctenomys sylvanus</i> (0-0,83), <i>Ctenomys tucumanus</i> (0-0,75), <i>Euneomys fossor</i> (0,67-0,75), <i>Microcavia shiptoni</i> (0,67-0,75), <i>Thylamys cinderella</i> (0-1)
ae-82	5,467	7	1	<i>Akodon budini</i> (0,86), <i>Akodon pervalens</i> (0,71), <i>Akodon sylvanus</i> (0,86), <i>Dasylops yepesi</i> (0,71), <i>Euryoryzomys legatus</i> (1), <i>Phyllotis caprinus</i> (0,61), <i>Tapecomys primus</i> (0,71)
ae-83	2,12	3	1	<i>Glossophaga morenoi</i> (0,73), <i>Orthogeomys grandis</i> (0,62), <i>Sorex saussurei</i> (0,78)
ae-84	7,143	10	1	<i>Cratogeomys fumosus</i> (0,64), <i>Cryptotis alticola</i> (0,64), <i>Hodomys alleni</i> (0,81), <i>Megasorex gigas</i> (0,72), <i>Osgoodomys banderanus</i> (0,78), <i>Reithrodontomys chrysopsis</i> (0,72), <i>Rhogeessa alleni</i> (0,78), <i>Rhogeessa gracilis</i> (0,69), <i>Sigmodon alleni</i> (0,72), <i>Sylvilagus cunicularius</i> (0,65)
ae-85	2,58	3	1	<i>Liomys pictus</i> (0,92), <i>Myotis fortidens</i> (0,8), <i>Rhogeessa parvula</i> (0,86)
ae-86	4,266-8,667	10	2	<i>Capromys pilorides</i> (0,73-0,93), <i>Lasiurus insularis</i> (0,7-0,9), <i>Lasiurus pfeifferi</i> (0,7-0,9), <i>Mesocapromys</i> (0-0,77), <i>Mormopterus minutus</i> (0,7-0,77), <i>Mysateles**</i> (0,73-0,93), <i>Mysateles prehensilis</i> (0,7-0,9), <i>Nycticeius cubanus</i> (0-0,82), <i>Nyctiellus lepidus</i> (0-1), <i>Pteronotus macleayii</i> (0-0,74)
ae-87	7,368	9	1	<i>Brachyphylla nana</i> (0,94), <i>Capromyidae*</i> (0,9), <i>Erophylla**</i> (0,65), <i>Monophyllus redmani</i> (0,8), <i>Mormoops blainvillei</i> (0,77), <i>Phyllonycteris**</i> (0,85), <i>Phyllonycteris poeyi</i> (0,85), <i>Phyllops falcatus</i> (0,83), <i>Pteronotus quadridens</i> (0,77)
ae-88	2,46	3	1	<i>Blarinomys breviceps</i> (0,73), <i>Monodelphis iheringi</i> (0,83), <i>Oxymycterus hispidus</i> (0,9)
ae-89	2,716	3	1	<i>Euryoryzomys russatus</i> (0,93), <i>Marmosa paraguayana</i> (0,87), <i>Philander frenatus</i> (0,91)
ae-90	3,636	5	1	<i>Akodon serrensis</i> (0,67), <i>Brachyteles**</i> (0,69), <i>Delomys sublineatus</i> (0,88), <i>Marmosops paulensis</i> (0,78), <i>Mazama bororo</i> (0,63)
ae-91	3,497	4	1	<i>Alouatta puruensis</i> (0,88), <i>Aotus nigriceps</i> (0,89), <i>Lagothrix cana</i> (0,78), <i>Pithecia irrorata</i> (0,96)
ae-92	3,99	5	1	<i>Aegialomys xantheolus</i> (0,8), <i>Oligoryzomys arenalis</i> (0,78), <i>Phyllotis amicus</i> (0,8), <i>Platalina genovensium</i> (0,76), <i>Tomopeas rarus</i> (0,85)
ae-93	4,387	6	1	<i>Abrothrix jelskii</i> (0,89), <i>Auliscomys**</i> (0,74), <i>Calomys lepidus</i> (0,7), <i>Cavia tschudii</i> (0,67), <i>Hippocamelus antisensis</i> (0,74), <i>Mormopterus kalinowskii</i> (0,65)
ae-94	4,866	6	1	<i>Aconaemys**</i> (0,92), <i>Aconaemys fuscus</i> (0,79), <i>Chelemys megalonyx</i> (0,66), <i>Ctenomys maulinus</i> (0,79), <i>Euneomys mordax</i> (0,79), <i>Octodon bridgesi</i> (0,92)
ae-95	2,623	3	1	<i>Irenomys tarsalis</i> (0,9), <i>Leopardus guigna</i> (0,83), <i>Pudu puda</i> (0,9)
ae-96	2,603	3	1	<i>Dolichotis patagonum</i> (0,91), <i>Eligmodontia typus</i> (0,83), <i>Zaedyus pichiy</i> (0,87)
ae-97	2,64	3	1	<i>Abrothrix longipilis</i> (0,82), <i>Lasiurus varius</i> (0,92), <i>Myotis chiloensis</i> (0,91)
ae-98	3,746	5	1	<i>Geoxus valdivianus</i> (0,81), <i>Hippocamelus bisulcus</i> (0,72), <i>Histiotes magellanicus</i> (0,81), <i>Loxodontomys</i> (0,71), <i>Loxodontomys micropus</i> (0,71)
ae-99	5,732	7	1	<i>Abrothrix longipilis</i> (0,75), <i>Chelemys**</i> (0,77), <i>Chelemys macronyx</i> (0,81), <i>Eligmodontia morgani</i> (0,83), <i>Euneomys petersoni</i> (0,73), <i>Loxodontomys</i> (0,92), <i>Loxodontomys micropus</i> (0,92)
ae-100	2,384	3	1	<i>Abrothrix lanosus</i> (0,89), <i>Chelemys delfini</i> (0,72), <i>Euneomys chinchilloides</i> (0,77)
ae-101	3,374	4	1	<i>Abrocoma bennettii</i> (0,83), <i>Octodon degus</i> (0,83), <i>Octodon lunatus</i> (0,75), <i>Spalacopus cyanus</i> (0,96)

Material suplementario 3. Correspondencia de cada área de endemismo (ae) considerando a las unidades biogeográficas de Morrone (2014a). Se indica con (P) a las provincias.

Región	Unidad biogeográfica	Área de endemismo
Región Neotropical (ae 1, ae 2, ae 3, ae 4, ae 5, ae 6, ae 7, ae 8, ae 9)	Zona Transición Mexicana y Altiplano Mexicano	ae 10-11-12
	Sur de la Zona Transición Mexicana	ae 13
	Norte de la Zona de Transición Sudamericana	ae 14-15
	Sur de la Subregión Brasileña	ae 16
	Sur occidente de la Subregión Brasileña	ae 17-18-19
	Dominio Mesoamericano	ae 20-21-22
	Dominio Mesoamericano y ZTM	ae 23
	Norte del Dominio Pacífico	ae 24-25-26
	Occidente de Dominio Pacífico	ae 27-28-29
	Dominio Brasileño Boreal	ae 30-31
	Nororiente de Dominio Chaqueño	ae 32
	Dominio Paranaense	ae 33-34
	P. Sierra Madre Occidental	ae 35
	Sur de P. Sierra Madre Occidental	ae 36
	P. Sierra Madre Oriental	ae 37
	P. Tierras Altas de Chiapas	ae 38
	P. Península de Yucatán	ae 39
	P. Antillas Menores	ae 40
	P. Española	ae 41
	P. Jamaica	ae 42
	P. Puntarenas-Quiriquí	ae 43
	P. Magdalena	ae 44
	P. Guajira	ae 45-46
	P. Pantepui	ae 47-48
	P. Tierras Bajas de la Guyana	ae 49
	Sur oriente de P. Cerrado	ae 50
	P. Chaco	ae 51
	Centro oriente P. Chaco	ae 52
	Norte de P. Chaco	ae 53
	Norte de P. Pampeana	ae 54
	Norte de P. Rondônia	ae 55
	Occidente de P. Rondônia	ae 56
	Centro de P. Rondônia	ae 57
Norte de P. Puna	ae 58	
Sur de P. Puna	ae 59-60	
P. Tapajós-Xingú	ae 61-62	
Sur de P. Yungas	ae 63-64	
Transición P. Sierra Madre del Sur-P. Veracruzana	ae 65	
Transición P. Chocó-Darién- P. Guatuso-Talamanca	ae 66	
Transición norte de P. Páramo- P. Guajira	ae 67	
Transición P. Cauca-P. Puna	ae 68	
Transición P. Tierras bajas de Guyana, P. Sabana y P. Venezolana	ae 69	
Transición P. Rondônia-P. Ucayali	ae 70	

Región	Unidad biogeográfica	Área de endemismo
	Transición P. Napo-P. Rondônia-P. Ucayali	ae 71
	Transición P. Pará-P. Tapajós-Xingú	ae 72
	Transición P. Imerí- P. Madeira	ae 73
	Transición P. Atlántico-P. Caatinga- P. Cerrado- P. Paraná	ae 74
	Transición P. Atlántico-P. Paraná	ae 75-76-77
	Transición P. Cerrado-P. Paraná	ae 78
	Transición P. Bosque de <i>Araucaria</i> -sur de P. Paraná-norte de P. Pampeana.	ae 79-80
	Transición P. Chaco-P. Monte-P. Puna	ae 81-82
	Unión P. Tierras Bajas del Pacífico-P. Sierra Madre del Sur-P. Cuenca del Balsas-P. Eje Volcánico Transmexicano	ae 83-84
	Unión P. Tierras Bajas del Pacífico-P. Veracruzana	ae 85
	Unión P. Cubana-P. Jamaica-P. Bermudas-P. La Española	ae 86-87
	Unión P. Paraná-P. Atlántico	ae 88-89
	Unión P. Bosque de <i>Araucaria</i> -P. Paraná	ae 90
	Unión P. Madeira-P. Rondônia	ae 91
	Unión P. Desierto-P. Ecuatoriana	ae 92
	Unión P. Atacama-P. Desierto-P. Puna-P. Yungas	ae 93
	P. Bosque Magallánico	ae 97
	Unión P. Coquimbo-P. Santiago	ae 98
Región Andina (ae 94-95-96)	Unión P. Maule-P. Santiago-P. Coquimbo	ae 99-100
	Unión P. Patagonia Central-P. Monte	ae 101

