



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERIZACIÓN BIOGEOGRÁFICA
DE LA PROVINCIA DEL ALTIPLANO
MEXICANO CON BASE EN SU
MASTOFAUNA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO

PRESENTA:
JAIME RAFAEL GONZÁLEZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. TANIA ESCALANTE ESPINOSA



2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

González

López

Jaime Rafael

Teléfono 56707330

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Carrera Biología

No. de cuenta 303177373

2. Datos del Tutor

Dra. Tania Escalante Espinosa

3. Datos del sinodal 1

Dr. Juan José Morrone Lupi

4. Datos del sinodal 2

Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

5. Datos del sinodal 3

Dr. David Nahum Espinosa Organista

6. Datos del sinodal 4

Dra. Verónica Farías González

7. Datos del trabajo escrito

Título: Caracterización biogeográfica de la provincia del Altiplano Mexicano con base en su mastofauna.

No. de páginas:60

Año:2011

Dedicatoria

A mis profesores, amigos y familia.

Agradecimientos

A mi país y universidad.

A Tania, Patty, Gerardo y Miguel por todas sus enseñanzas.

A la beca concedida por el proyecto Conacyt 80370 (Ciencia básica), Biogeografía de la conservación de los mamíferos neárticos de México.

A Rode, Ana, Maira, Lucero, Estela y Niza por sus aportaciones.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1 BASES DE DATOS.....	4
2.2 MODELACIÓN DE NICHOS ECOLÓGICOS Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.....	4
2.3 CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN PARA ÁREAS DE ENDEMISMO (NDM/VNDM).....	5
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
4. HIPÓTESIS.....	7
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	8
5.1 UBICACIÓN.....	8
5.2 UBICACIÓN DEL ALTIPLANO MEXICANO EN LA JERARQUÍA BIOGEOGRÁFICA.....	10
5.3 ECORREGIONES COINCIDENTES.....	10
5.4 HISTORIA GEOLÓGICA.....	12
5.5 TIPO DE VEGETACIÓN.....	13
6. MÉTODOS.....	13
6.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
6.2 DATOS.....	14
6.3 MODELACIÓN DE NICHOS ECOLÓGICOS Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.....	14
6.4 GENERACIÓN DE MODELOS BINARIOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.....	16
6.5 NDM/VNDM (CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN PARA ÁREAS DE ENDEMISMO).....	17
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
7.1 BASE DE DATOS.....	18
7.2 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.....	18
7.3 ANÁLISIS DE CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN DE ÁREAS DE ENDEMISMO.....	18
7.4 LÍMITES DE LA PROVINCIA DEL ALTIPLANO MEXICANO.....	36
7.5 CONSERVACIÓN.....	48
8. CONCLUSIONES.....	49
9. REFERENCIAS.....	50

CARACTERIZACIÓN BIOGEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DEL ALTIPLANO MEXICANO CON BASE EN SU MASTOFAUNA

1. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las ciencias naturales se ha dado la complementación entre varias ciencias para resolver distintos problemas, generando nuevos paradigmas y conocimiento (Kuhn, 1962). Dentro de estas ciencias existe una disciplina integradora que documenta el carácter espacio-temporal de la biodiversidad, llamada Biogeografía. La Biogeografía es una ciencia que explica mediante hipótesis ecológicas e históricas los patrones de distribución de distintos niveles de grupos de taxones (Morrone, 2009).

Un patrón se podría definir como una cantidad de eventos recurrentes, los cuales están causados por gran variedad de agentes (Espinosa-Organista *et al.*, 2002). Por ejemplo, en la biogeografía evolutiva se estudian los patrones de las repeticiones de las distribuciones de los organismos en un espacio geográfico, las cuales no son debidas al azar (Morrone, 2009). Los patrones que se aprecian en la biogeografía están determinados por la interacción de distintas variables, tales como la elevación, la topografía, los tipos de suelo, la historia geológica, el clima, la temperatura, así como la interacción interespecífica como intraespecífica, lo cual percibieron algunos historiadores naturales como Lineo, Humboldt, De Candolle, Wallace, Darwin y Croizat por mencionar algunos nombres (Espinosa-Organista *et al.*, 2002; Ezcurra, 2005; Bueno-Hernández y Llorente-Bosquets, 2005; Crisci *et al.*, 2006; Escalante, 2007).

La diversidad biológica de México es resultado de la interacción de un mosaico de factores, de los cuales se pueden destacar la variedad de climas, la topografía y la historia tanto biológica como geológica (Ramamoorthy *et al.*, 1993; Sarukhán *et al.*, 1996; Rodríguez *et al.*, 2003), y recurriendo al principio del actualismo (Tiffney, 2008) asumiríamos que todos los procesos que operaron en el pasado, lo hacen de la misma manera en la actualidad.

En este trabajo, se recurre al manejo de una amplia variedad de herramientas, tales como equipo de cómputo, que permite procesar gran cantidad de datos y programas para

realizar estudios específicos. Un ejemplo sería el software que permite trabajar con bases de datos y los programas que nos permiten generar modelos, trabajar con sistemas de información geográfica (SIG), o la gran fluidez de datos que existe a través del internet. Aunque exista gran cantidad de herramientas con las cuales trabajar, es necesaria una base teórica sobre la cual sustentar los estudios y es por eso que, premisas tales como espacio, tiempo y forma son las tres dimensiones inseparables de la diversidad biológica, fundamentadas por Croizat (1964), y la base para los estudios evolutivos, en donde la biogeografía hace mayor énfasis en el espacio y el tiempo (Morrone, 2004a).

Para comprender la evolución en espacio y tiempo, resulta importante el reconocimiento de los componentes bióticos. En México se han encontrado tres componentes bióticos principales: la región Neártica, la Zona de Transición Mexicana y la región Neotropical (Morrone, 2004b). Los componentes bióticos se definen por ser conjuntos de taxones integrados espacio-temporalmente debido a una historia común, historia la cual es apreciada en la homología de las áreas geográficas de distintos taxones (Morrone, 2006). Los componentes bióticos forman parte de un anidamiento jerárquico, donde dichos componentes integran a componentes menores, así como estos son integrados por componentes mayores (Morrone, 2004b; Escalante, 2009). El orden jerárquico para los distintos componentes se delimita en un sistema de reinos, regiones, dominios, provincias y distritos (Morrone, 2005; Escalante, 2009). El delinear una jerarquía de áreas geográficas derivadas de un anidamiento sucesivo de áreas de endemismo, recibe el nombre de regionalización biogeográfica, donde el distrito es el área más pequeña para ser identificada (Escalante *et al.*, 2007).

Se ha propuesto que una provincia es una concentración de endemismos, en donde se encuentra una cierta homogeneidad de condiciones ecológicas, es decir, está compuesta por un conjunto particular de especies con fisiografía, clima, suelo y fisionomía vegetal muy similares (Morrone *et al.*, 1999). Una manera de integrar tanto las condiciones ecológicas como la búsqueda de endemismos, podría realizarse mediante la conjunción de dos metodologías: el modelado de nicho ecológico y algún otro método biogeográfico que nos permita clasificar áreas de acuerdo con sus taxones compartidos, como el Análisis de Parsimonia de Endemismos

(PAE) y el Método de Optimización de Áreas de Endemismo (Rojas-Soto *et al.*, 2003; Escalante, 2007; Illoldi y Escalante, 2008).

El grupo taxonómico con el que se desarrolló este trabajo fue el de los mamíferos, los cuales están bien representados en México, ya que el país posee una de las mayores diversidades de mamíferos en América (Ceballos y Navarro, 1991; Mittermeier *et al.*, 1997; Fa y Morales, 1998), al igual que se ha encontrado que 169 de 475 especies son endémicas (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005). También se ha mencionado que este grupo es apto para la realización de estudios biogeográficos, ya que en su conjunto se conforma un grupo monofilético, cuya distribución es relativamente bien conocida (Escalante *et al.*, 2003).

El impacto que puede tener este estudio incluye aspectos de conservación, ya que se ha desarrollado una nuevo enfoque que propone resolver los problemas de la conservación de la biodiversidad, mediante las teorías, métodos y análisis biogeográficos (Whittaker *et al.*, 2005). En este contexto, el reconocimiento de distintos componentes bióticos mediante la regionalización, permite comprender la evolución en espacio y tiempo (Morrone, 2004a), al igual que es útil para reconocer sitios prioritarios para conservar, puesto que, uno de los puntos clave en la planeación sistemática de la conservación es evaluar y compilar datos acerca de la biodiversidad de una región, lo cual abarcaría el evaluar el estado de la biota perteneciente a dicha región, ya sea su rareza, endemismo o estado de conservación (Sarkar, 2005).

2. ANTECEDENTES

2.1 BASES DE DATOS

Como parte de la informática de la biodiversidad las bases de datos son de suma importancia, ya que a través de éstas, es que se lleva a cabo un gran intercambio de información, y gracias a esta información se puede comprender la evolución en espacio, tiempo, en las relaciones bióticas, en los genotipos y ambientes (Peterson *et al.*, 2010). Uno de los grandes usos de las bases de datos consta en la utilidad que se les puede dar al expresar las coordenadas contenidas en sistemas de información geográfica, lo cual permitiría percibir patrones de distribución (Navarro *et al.*, 2005; Rodríguez-Tapia y Escalante, 2006), o como se menciona en el siguiente apartado, en la realización de modelos o realización de distintas investigaciones (Martínez-Meyer y Sánchez-Cordero, 2006). Por lo tanto, igual de importante es verificar que los registros de las bases de datos sean correctos y se encuentren en buen estado (Rodríguez-Tapia y Escalante, 2006), ya que los errores que existen en las bases de datos pueden alterar el análisis realizado o provocar decremento en el rendimiento de los modelos de distribución potencial (Graham *et al.*, 2008).

2.2 MODELACIÓN DE NICHO ECOLÓGICO Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

El nicho ecológico es la relación entre factores bióticos y abióticos, los cuales forman un hipervolumen de n dimensiones, donde cada factor es una dimensión, y dichos factores pueden ser mensurables e incommensurables (Hutchinson, 1957). La modelación del nicho ecológico es una abstracción de lo que serían las variables ambientales conmensurables, por ejemplo la temperatura, la precipitación, tipos de vegetación, elevación, combinadas a los datos de ocurrencia de las especies (Peterson, 2006; Illoldi y Escalante, 2008). La base conceptual del modelo se puede evidenciar en los patrones biogeográficos que se rigen por factores tales como la temperatura, la elevación, la latitud y demás factores físicos (Heaney y Lomolino, 2001).

Por lo tanto la mayoría de los modeladores de distribución potencial se basan en extrapolar los puntos de colecta con coberturas digitales de condiciones ecológicas, donde la

variación entre los modeladores se centra en el algoritmo utilizado (Elith *et al.*, 2006). Por ejemplo existe el modelador GARP (Genethic Algorithm Rule Preset; Stockwell y Peters, 1999), el cual usa un algoritmo genético para seleccionar las reglas que predigan mejor la distribución de una especie (e.g. adaptaciones a la regresión y especificaciones de distribución), otro programa es Maxent con el cual se decidió realizar los modelos de este trabajo (Phillips *et al.*, 2006), se basa en el algoritmo de máxima entropía, lo cual quiere decir que busca la distribución más uniforme, sujeto a la restricción del valor esperado para cada una de las variables ambientales, en virtud de que esta distribución coincida con su promedio empírico estimado (Phillips *et al.*, 2006; Baldwin, 2009).

Ya que la distribución de una especie es la expresión compleja de su historia evolutiva como su ecología (Brown, 1995), una vez obtenidos los modelos de nicho ecológico, es necesario saber que éstos no contienen información de tipo histórico, como eventos de especiación, vicarianza o extinción, ni tampoco utilizan información de tipo biológica, como lo es el parasitismo, simbiosis o competencia, ni la historia natural de las especies (capacidad de dispersión, distribución restringida, temporalidad), (Soberón y Peterson, 2005). Por ello, el resultado obtenido en un modelo de nicho ecológico debe ser interpretado de una manera prudente.

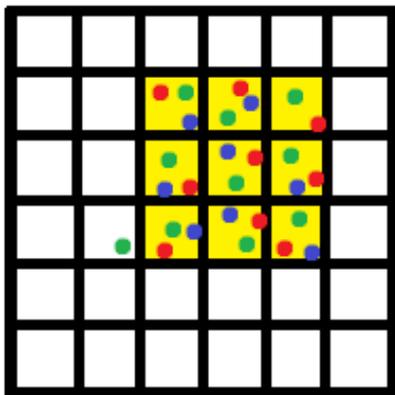
2.3 CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN PARA ÁREAS DE ENDEMISMO (NDM/VNDM)

El objetivo de la biogeografía cladística es identificar patrones de relaciones entre áreas de endemismo, por lo que uno de los primeros pasos necesarios para un análisis biogeográfico cladístico es la identificación de áreas de endemismo, las áreas fundamentales de análisis (Humphries y Parenti, 1999). Las áreas de endemismo han sido definidas como la congruencia de los límites de la distribución de dos o más taxones, en donde la congruencia implica una relativa simpatría amplia, pero no necesariamente una concordancia perfecta en los límites de las distribuciones en todas las escalas (Nelson y Platnick, 1981; Morrone y Crisci 1995).

Han existido varios métodos para la identificación de áreas de endemismo, por ejemplo el análisis de parsimonia de endemismos (PAE; Rosen, 1988), el cual es el más utilizado (Carine *et*

al., 2009) identifica patrones de homología espacial mediante un algoritmo de parsimonia para la obtención de un cladograma de áreas, basado en los taxones que habitan las áreas. Otro método existente es el criterio de optimización para la obtención de áreas de endemismo (NDM; Szumick *et al.*, 2002), el cual a diferencia de PAE toma en cuenta la relación que existe entre las Unidades Operacionales Geográficas y su composición de taxones. El criterio evalúa mediante un índice de endemidad cuántos y cuán endémicos son los taxones para un área dada (Szumik y Goloboff, 2004). Aquellas áreas mejor apoyadas por los datos serán seleccionadas como áreas de endemismo. El índice de endemidad para cada especie depende de sí ésta se encuentra sólo en el área estudiada (en este caso se asigna el valor máximo), si la especie cubre parte del área, o si ésta se encuentra a los alrededores (lo cual se penaliza y disminuye el valor del índice de endemidad para esta especie) (Szumik y Goloboff, 2004; Szumik y Roig-Juñent, 2005).

En la figura 1 se muestra una imagen de cómo funciona el criterio. Dada una cuadrícula, un grupo de celdas (por ejemplo las seleccionadas de color amarillo) tendrá un valor de endemidad que dependerá de cuan ajustadas están las distribuciones de los taxones “bola roja”, “bola azul” y “bola verde”. El taxón bola roja tendrá un valor máximo, dado que se encuentra en cada una de las celdas seleccionadas y está ausente en el resto de la cuadrícula. El taxón bola azul tendrá un valor de endemidad menor dado que está ausente en una de las celdas seleccionadas. Por último, el taxón bola verde tendrá un valor menor aún, dado que, si



bien está presente en cada una de las celdas seleccionadas, también está presente en una celda adyacente a dicha área. El valor de endemidad del área sombreada será la suma de los índices de cada taxón endémico que posee.

Fig. 1. Ilustración de ejemplo para explicar el funcionamiento del criterio.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer los límites geográficos naturales de la provincia del Altiplano Mexicano, mediante la identificación de patrones biogeográficos de endemismo de la mastofauna terrestre.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Compilar una base de datos de los mamíferos distribuidos en el Altiplano Mexicano.
- Generar modelos de distribución potencial de los mamíferos terrestres del Altiplano Mexicano a partir de modelos de nicho ecológico.
- Proponer una delimitación que no se base en divisiones políticas, que tenga una continuidad ecológica.
- Analizar los patrones de endemismo de las especies que coinciden con la delimitación propuesta mediante el criterio de optimización para áreas de endemismo.
- Con base en los análisis de patrones de endemismo identificar y proponer una nueva delimitación para el Altiplano mexicano.
- Proponer prioridades de conservación con base en la regionalización realizada.

4. HIPÓTESIS

La zona del Altiplano Mexicano estará compuesta por dos provincias bióticas, una norte y otra sur, cuyo límite se encuentra entre las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval. Los límites al Norte del Altiplano mexicano no coincidirán con divisiones políticas.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 UBICACIÓN

El Altiplano mexicano se localiza entre las Sierras Madres Oriental y Occidental de México y al norte de la Faja Volcánica Transmexicana. Abarca parte del norte de México y sur de Estados Unidos de América, en los estados de Zacatecas, Michoacán, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, Nuevo México y sur de Texas (Morrone y Márquez, 2003; Morrone, 2005).

Se pueden encontrar tres cuencas endorreicas grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes; y otras más reducidas, como las de los Bolsones de Mapimí y del Salado (Morrone, 2005). También se ha propuesto que el límite en la parte Norte lo dé el río Big Bend al sur de Estados Unidos (Arriaga *et al.*, 1997) al igual que esta provincia continúa la forma que lleva la ecorregión de Desierto Chihuahuense (CCA, 1997). La importancia de las cuencas puede ser apreciada en estudios como los de Haffner y Riddle (2005), donde se postula que los ríos Nazas y Casas Grandes son importantes como fronteras para la distribución de los mamíferos que habitan el Desierto Chihuahuense.

Algo interesante es el reconocimiento por distintas fuentes del área del Altiplano Mexicano, ya sea como una unidad o dividida en más, como se propone en los mapas de la figura 2 y figura 3. En la figura 2 se propone la división del Altiplano mexicano en Altiplano Norte y Altiplano Sur, mientras en la regionalización hecha por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (figura 3) se proponen las provincias Chihuahuense, Coahuilense y Zacatecana. Aunque en estas regionalizaciones no se representan unidades naturales (Crisci, *et al.*, 1991; Amorim y Tozoni, 199; Craw *et al.*, 1999), ya que no se utilizó un método que encontrara áreas de endemismo, puesto que para el caso de la regionalización hecha por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, se realizó un análisis multivariado aglomerado y para el caso de la regionalización propuesta por CONABIO (1997) se realizó un consenso entre regionalizaciones de distintos taxones y de rasgos morfoestructurales.

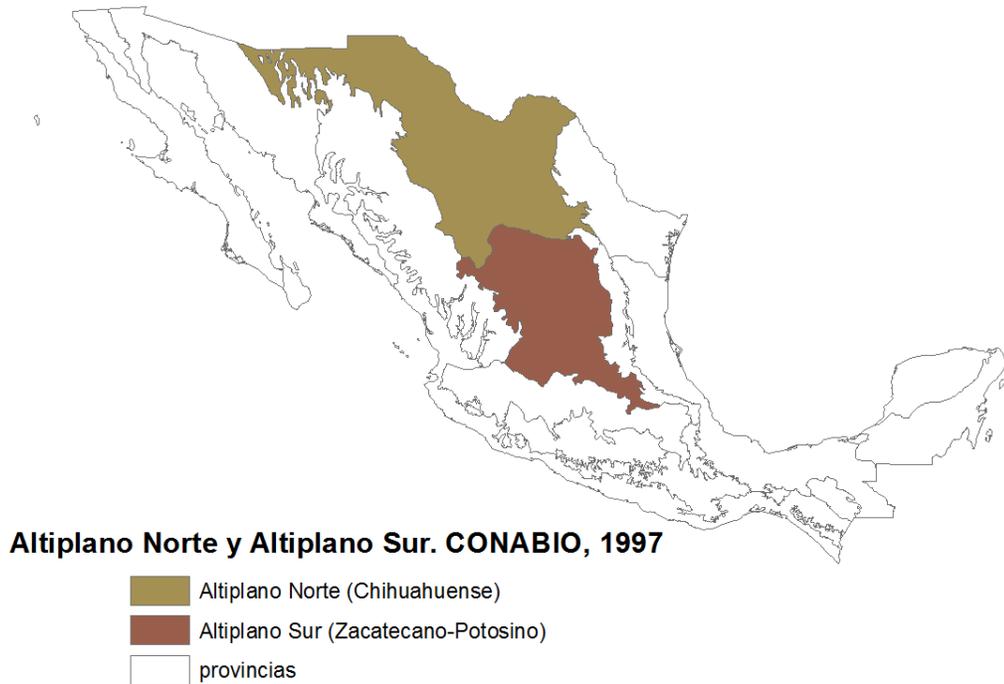


Fig. 2. Provincias biogeográficas de México. Se expone la división del Altiplano mexicano en Altiplano Norte y Sur. CONABIO, 1997.

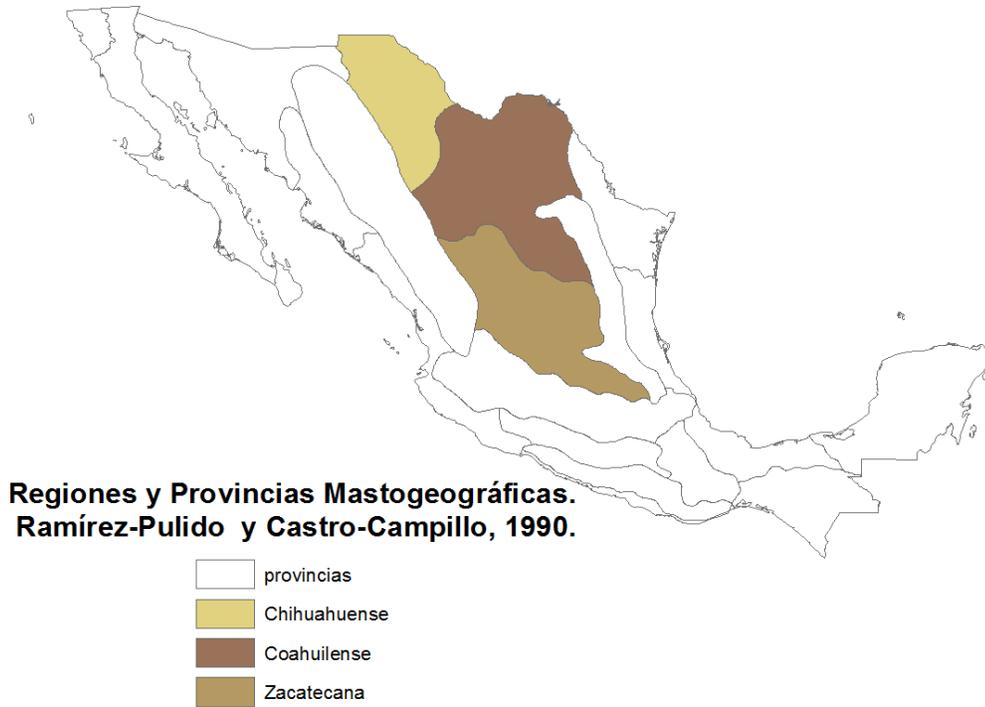


Fig. 3. Regiones y Provincias Mastogeográficas. Están marcadas las provincias coincidentes con el Altiplano mexicano. Ramíres-Pulido y Castro-Campillo, 1990.

Por último Escalante *et al.* (2009), encontraron dos áreas distintas en el Altiplano Mexicano, una sería la región del Altiplano Mexicano Nororiental y el Altiplano Mexicano Sur.

5.2 UBICACIÓN DEL ALTIPLANO MEXICANO EN LA JERARQUÍA BIOGEOGRÁFICA.

La provincia del Altiplano Mexicano pertenece a la región Neártica (Sclater, 1858) (Fig. 4). La región Neártica corresponde a las áreas templado-frías de América del Norte, en Canadá, los Estados Unidos (excluyendo el sur de la Florida) y el norte de México (Morrone 2004b, 2005, 2006). Esta región concierne al reino Holártico, el cual también incluye la región Paleártica (Europa, Asia al norte del Himalaya, África al norte del Sahara, y Groenlandia), y corresponde al paleocontinente de Laurasia (Morrone, 2004b, 2005, 2006).

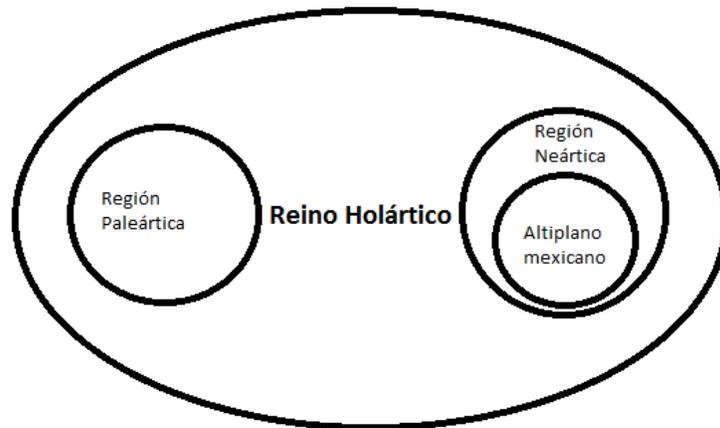


Fig. 4. Ubicación de la provincia del Altiplano Mexicano en una regionalización biogeográfica (Morrone *et al.*, 2002).

5.3 ECORREGIONES COINCIDENTES

Aunque tanto la biogeografía ecológica como la histórica estudian los patrones biogeográficos (Crisci *et al.*, 2006), se separa de manera pedagógica ambas escuelas (Morrone, 2009). La biogeografía ecológica hace mayor hincapié en los factores físicos, tales como la precipitación, temperatura y factores bióticos como la diversidad del hábitat (Gaston, 2000). Es por eso que a continuación se presenta un diagrama (Fig. 5) que indica las ecorregiones que se encuentran en el área de estudio, al igual que la descripción de algunas de sus características, ya que las ecorregiones son una manera de integrar tanto a factores bióticos como abióticos.

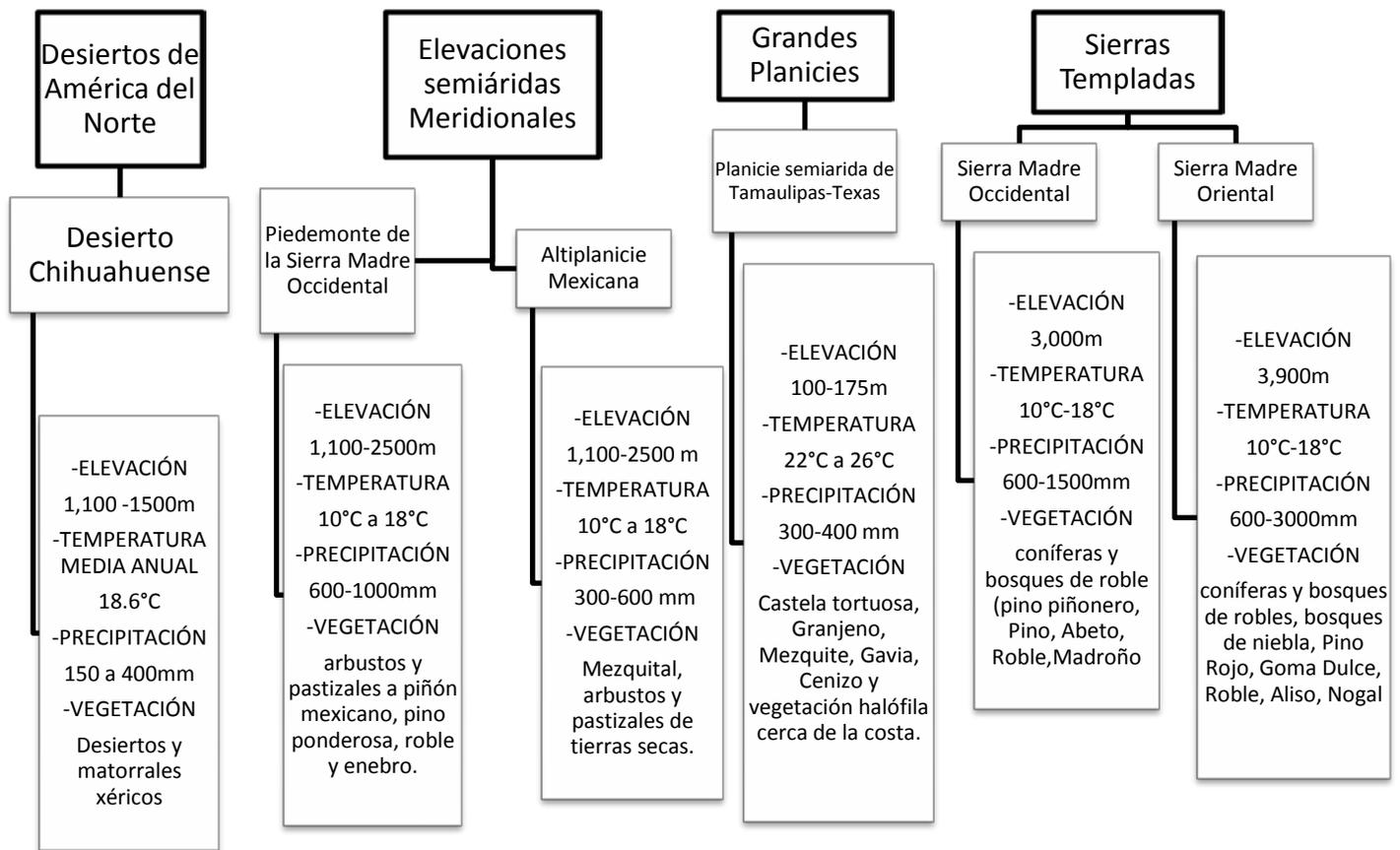


Fig. 5. Ecorregiones de América del Norte nivel II (CEC, 2008).

5.4 HISTORIA GEOLÓGICA

Gran parte de la explicación de la diversidad que existe en México se ha relacionado con la compleja historia geológica (Sarukhán *et al.*, 1996), En la figura 6 se presenta una síntesis de la historia geológica del Altiplano Mexicano.

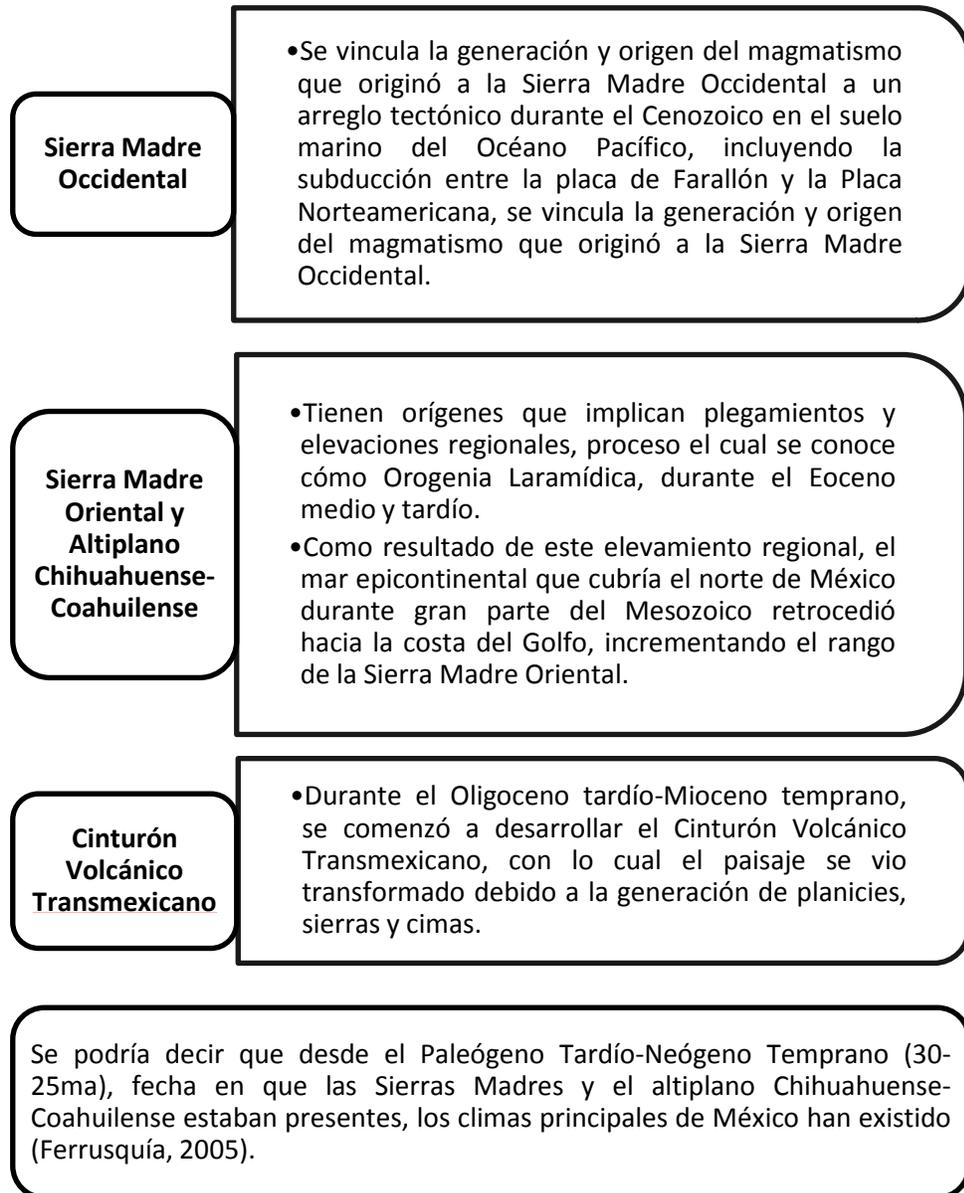


Fig. 6. Síntesis de historia geológica del Altiplano Mexicano (Ortega *et al.*, 2000; Ferrusquía, 2005, 1993; Haffner y Riddle, 2005).

5.5 TIPO DE VEGETACIÓN

En la regionalización realizada por Rzedowski (1998), se aprecia la dominancia de la provincia Altiplanicie, la cual se caracteriza por contener matorrales xerófilos (60%), pastizales (30%) y algunos parches de vegetación similares a los de las Sierras Madres Oriental y Occidental (10%) (Espinosa y Ocegueda *et al.*, 2008.)

En lo que se refiere a los matorrales xerófilos, se podría hablar de su importancia en la contribución de flora endémica del país, ya que la flora de las zonas áridas y semiáridas de México han experimentado una intensa evolución, así como su extensión, ya que existen alrededor de 6000 especies en México (Rzedowski, 1998). Al igual que los matorrales xerófilos, los pastizales siguen el patrón de alto endemismo y de distribución, por lo que normalmente los autores agrupan a los dos tipos de floras, las cuales aportan el 50% de la cobertura total de la flora de México (Rzedowski, 1998), aunque existen datos que mencionan que los pastizales ocupan cerca del 8% del territorio mexicano (INEGI, 2005). Por último, se han encontrado parches de bosque templado de coníferas y latifoliadas, los cuales tienen origen en las Sierras Madre Oriental y Occidental y cubren las montañas aisladas del altiplano. Se habla que debido a su evolución *in situ*, México es el país con mayor diversidad en pinos del mundo (Challenger y Soberón, 2008).

6. MÉTODOS

6.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó una cuadrícula en el programa ArcView 3.2 en donde cada celda que conformaba parte de la cuadrícula midió 1° de latitud x 1° de longitud. De acuerdo con los antecedentes, esta cuadrícula abarcó la provincia del Altiplano Mexicano, más el límite al norte de la ecorregión del Desierto Chihuahuense, para evitar utilizar divisiones políticas como límites y seguir una continuidad ecológica (figura 7). Esta cuadrícula sirvió para realizar el análisis de endemismo con el programa NDM.

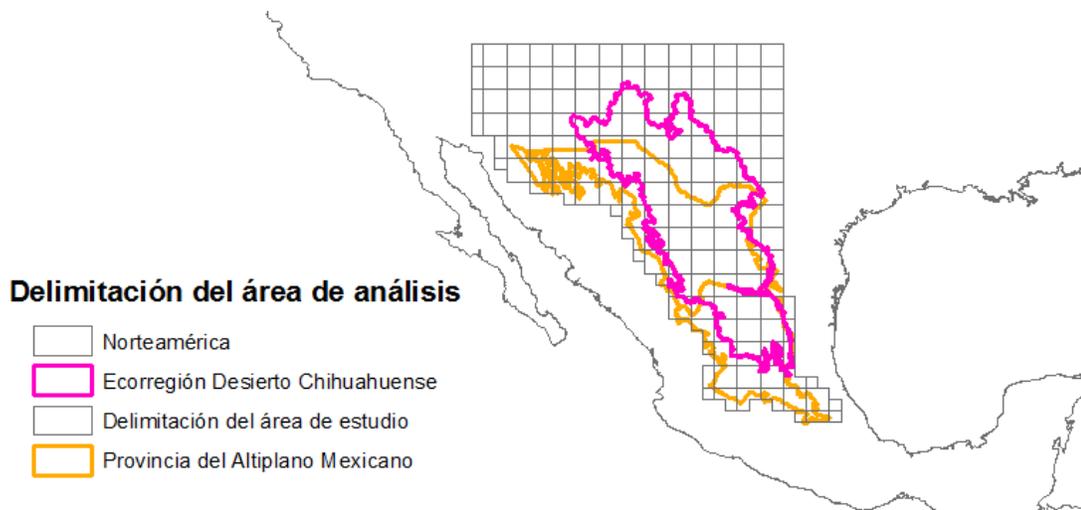


Fig. 7. Delimitación del área de análisis. Se realizó a partir de un consenso entre la ecorregión del Desierto Chihuahuense y la provincia del Altiplano Mexicano.

6.2 DATOS

Se realizó una búsqueda de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio en las siguientes bases de datos de colecciones científicas:

UNIBIO (Unidad de Informática para la Biodiversidad)	http://www.unibio.ibiologia.unam.mx
REMIB (Red Mundial de Información sobre Biodiversidad)	http://www.conabio.gob.mx
GBIF (Global Biodiversity Information Facility)	http://www.gbif.org
MANIS (Mammal Networked Information System)	http://www.manisnet.org

A partir de los datos obtenidos en la búsqueda se compiló una base de datos con registros georreferidos. Al obtener la base de datos, se realizó una depuración de la nomenclatura de acuerdo con la lista de Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y se eliminaron los registros que no tuvieran las georreferencias adecuadas o ausentes.

6.3 MODELACIÓN DE NICHO ECOLÓGICO Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Se generaron los modelos de nicho ecológico a través del software Maxent (Phillips y Dudík, 2008), a partir de la base de datos depurada y la cartografía para América del Norte. Las características con las que se realizaron los modelos fueron seleccionadas por defecto en donde la salida del modelo es del tipo logístico y las características con las que se realizan los modelos (e.g. linear features, quadratic features, product features, treshold features y hinge features)

son decididas en base al número de registros con los que se realiza el modelo utilizando reglas generales derivadas empíricamente. Mientras en los valores de prueba aleatorios, se optó por tomar el 25% de los puntos.

La cartografía empleada constaba de 18 variables bioclimáticas obtenidas del sitio web de Global Climate Data (www.worldclim.org), además de cuatro variables topográficas obtenidas del sitio Earth Resources Observation and Science (http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30/hydro), a 2 kilómetros de resolución las cuales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variables bioclimáticas y topográficas utilizadas en los modelos de nicho ecológico.

Variables bioclimáticas	Variables topográficas
Temperatura promedio anual (°C)	Elevación (m)
Oscilación diurna de la temperatura (°C)	Índice de composición topográfica
Isotermalidad (°C)	Aspecto (grados desde el Norte)
Estacionalidad de la temperatura (%)	Pendiente (grados)
Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)	
Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C)	
Oscilación anual de la temperatura (°C)	
Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)	
Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)	
Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)	
Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)	
Precipitación anual (mm)	
Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	
Estacionalidad de la precipitación (%)	
Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	
Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)	
Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	
Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	

6.4 GENERACIÓN DE MODELOS BINARIOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Fue necesario convertir los mapas probabilísticos obtenidos de Maxent a modelos binarios de presencia/ausencia. Por lo que fue necesario establecer un umbral para decidir qué valores serían presencias y cuales ausencias. En cuanto a que valor, la toma de decisiones afecta el tamaño de la representación del área de distribución de los organismos, se puede encontrar que en estudios ecológicos, se utiliza el 0.5 de probabilidad para realizar los recortes (Liu *et al.*, 2005), el cual parecería arbitrario, pero es el promedio del valor de los valores de registro de entrada en Maxent (Rödder *et al.*, 2009). Por otro lado, los valores de *Minimum presence threshold* se recomiendan como un recorte estricto, y el *10 Percentile training presence* como un valor que se puede utilizar de manera libre (Rödder *et al.*, 2009; Weinsheimer *et al.*, 2010), además que de acuerdo con las clasificación de valores de recorte propuesto por Liu *et al.* (2005), estos valores entrarían en la categoría de valores objetivos, ya que los proporciona el modelo con los datos para cada especie.

Se decidió utilizar el 10 Percentile training presence, en el cual se seleccionan las áreas en donde el 90% de los registros de entrenamiento quedan incluidos. Todos los modelos binarios se realizaron con las extensiones *GridPig Tools* y *Grid Plus* en el SIG ArcView 3.2, con la herramienta *Set Grid Value(s) to NULL* perteneciente a la extensión *GridPig Tools*, se asignaron los valores de recorte para cada modelo. Después para convertir los modelos a binario se utilizó la herramienta *Grid of unique values* perteneciente a la extensión *Grid Plus*.

6.5 NDM/VNDM (CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN PARA ÁREAS DE ENDEMISMO)

Se dividió al área de estudio en celdas de 1° x 1°, para obtener las matrices que serían utilizadas por NDM. Las matrices constaron de valores binarios de presencia y ausencia de especies en celdas (1= presencia, 0= ausencia), a partir de las cuales en NDM se realizó una búsqueda heurística y se retuvieron sólo aquellas áreas con un índice de endemidad igual o mayor a 2.

Se elaboraron áreas consenso con un 30% de similitud, éstas resumen la información contenida en aquellas áreas individuales que comparten un porcentaje dado de especies endémicas, facilitando en gran medida la comparación y evaluación de los resultados. Los consensos pueden clasificarse, según el criterio aplicado en consenso estricto, esto es una área individual formará parte del consenso siempre y cuando comparta un porcentaje dado de especies endémicas con todas las áreas que componen dicho consenso (Szumik *et al.*, 2006).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 BASE DE DATOS

La base de datos integró a 721 especies de mamíferos de Norteamérica correspondientes a 11 géneros. Aproximadamente se tuvieron 247,609 registros con un promedio de 344.8 registros por especie.

7.2 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

De un total de 654 modelos de distribución potencial de los cuales 216 coincidieron con el área de estudio, por lo cual fueron utilizados para la realización del análisis de criterio de optimización de áreas de endemismo.

7.3 ANÁLISIS DE CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN DE ÁREAS DE ENDEMISMO

Con las 216 especies coincidentes con el área de estudio se realizó el análisis de endemismo donde en total se encontraron 29 áreas de endemismo, las cuales exhibieron puntajes que abarcaron desde 2.025992 a 11.757143. A partir de las áreas de endemismo se obtuvieron 17 áreas de consenso.

En la figura 8 se muestra el área de consenso 0, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Ammospermophilus harrisi* (especie 6), *Macrotus californicus* (especie 65), *Spermophilus tereticaudus* (especie 171) y *Sigmodon arizonae* (especie 179). En esta figura se observa el puntaje que cada especie aportó para conformar un área de endemismo, así como el puntaje total del área de consenso.

En la Figura 9 se muestra la suma de las especies que forman al área de consenso 0, donde las áreas de consenso se toman a partir del valor de dos (2), ya que son los sitios en donde al menos se encuentran dos especies, criterio indispensable para diagnosticar un área de endemismo.

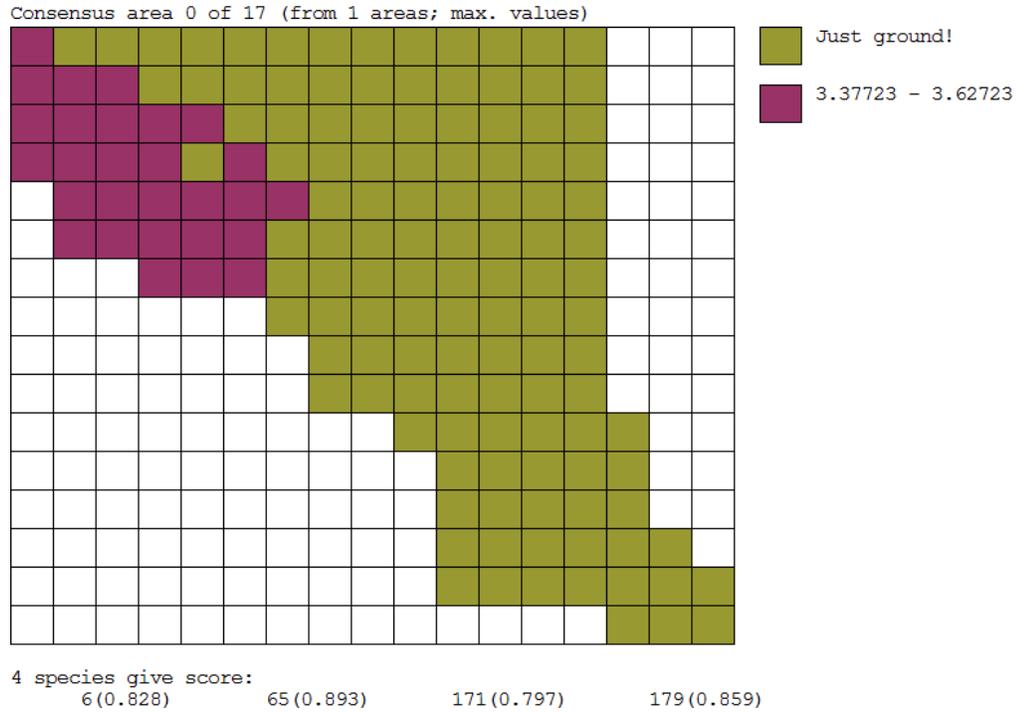


Fig. 8. Área de consenso 0.

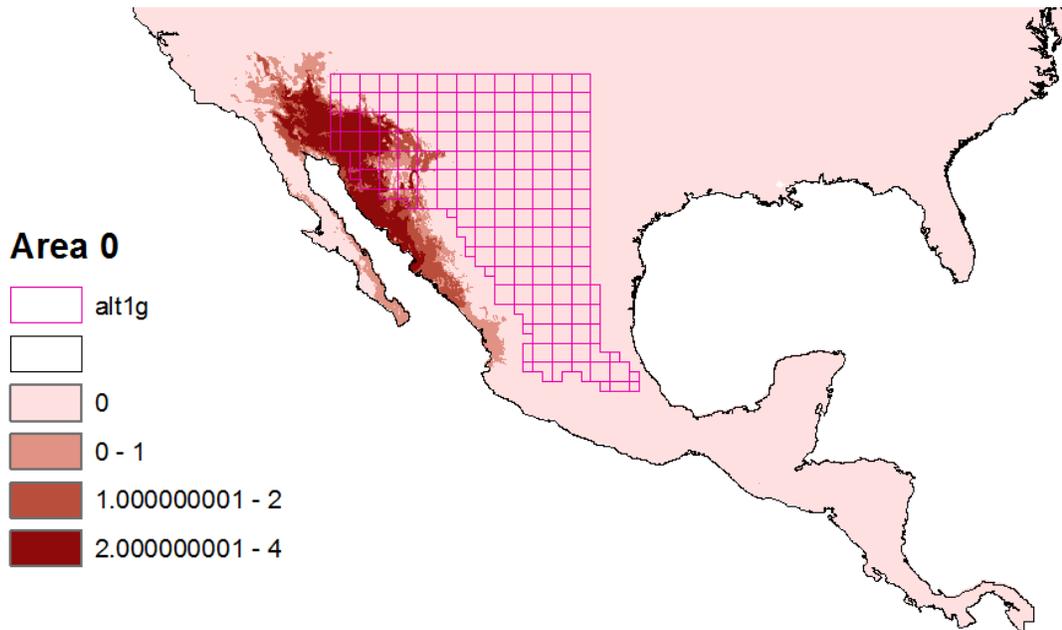


Fig. 9. Suma de las especies que forman el área de consenso 0. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 10 se muestra el área de consenso 1, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Baiomys musculus* (especie 0), *Anoura geoffroyi* (especie 9), *Artibeus*

inopinatus (especie 14), *Artibeus jamaicensis* (especie 15), *Glossophaga leachii* (especie 23), *Glossophaga soricina* (especie 24), *Enchisthenes hartii* (especie 28), *Leopardus wiedii* (especie 53), *Myotis nigricans* (especie 93), *Puma yagouaroundi* (especie 159), *Reithrodontomys sumichrasti* (especie 166), *Rhogeessa alleni* (especie 167), *Sylvilagus cunicularius* (especie 201), *Uroderma magnirostrum* (especie 208) y *Tlacuatzin canescens* (especie 213).

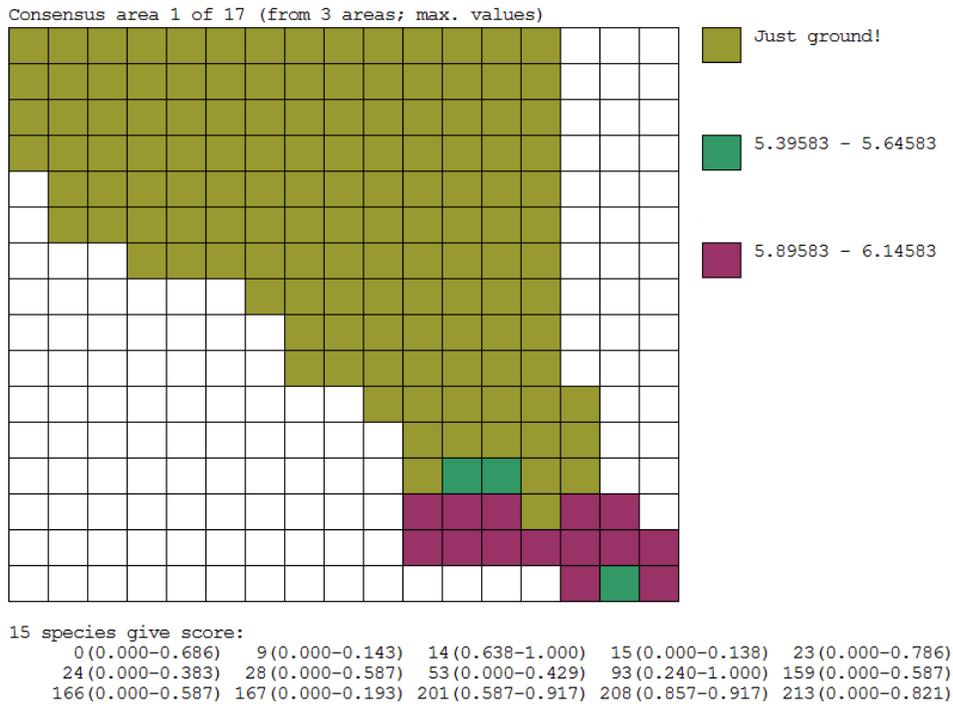


Fig. 10. Área de consenso 1.

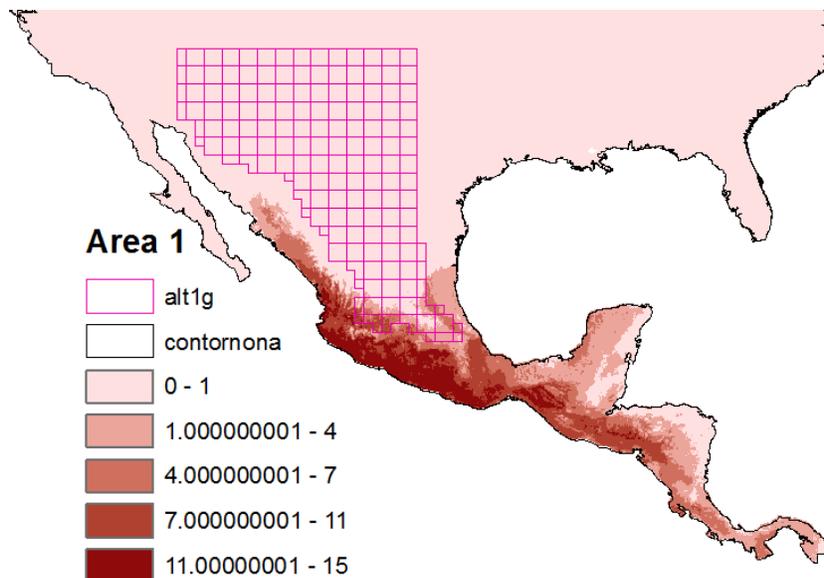


Fig. 11. Suma de las especies que forman el área de consenso 1. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la *figura 12* se muestra el área de consenso 2, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Antrozous pallidus* (11), *Bassariscus astutus* (18), *Eptesicus fuscus* (30), *Lynx rufus* (64), *Myotis thysanodes* (77), *Myotis volans* (79), *Myotis yumanensis* (80), *Myotis californicus* (86), *Myotis ciliolabrum* (87), *Neotoma mexicana* (95), *Nyctinomops macrotis* (103), *Odocoileus hemionus* (104), *Neotoma albigula* (108), *Pipistrellus hesperus* (136), *Perognathus flavus* (138), *Reithrodontomys megalotis* (162), *Spermophilus variegatus* (173), *Taxidea taxus* (194), *Sylvilagus audubonii* (200), *Ursus americanus* (209) y *Urocyon cinereoargenteus* (214).

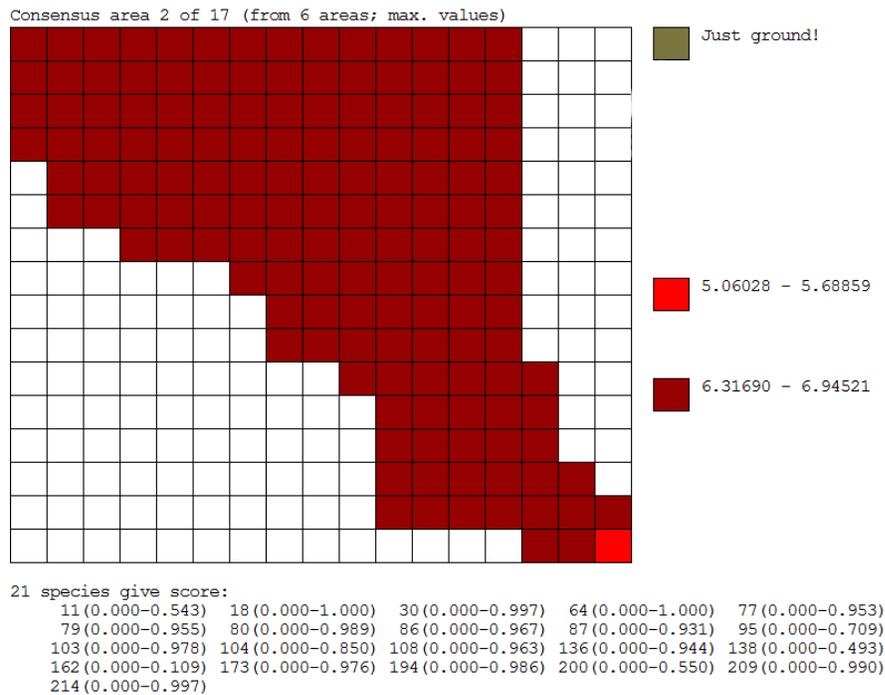


Fig. 12. Área de consenso 2.

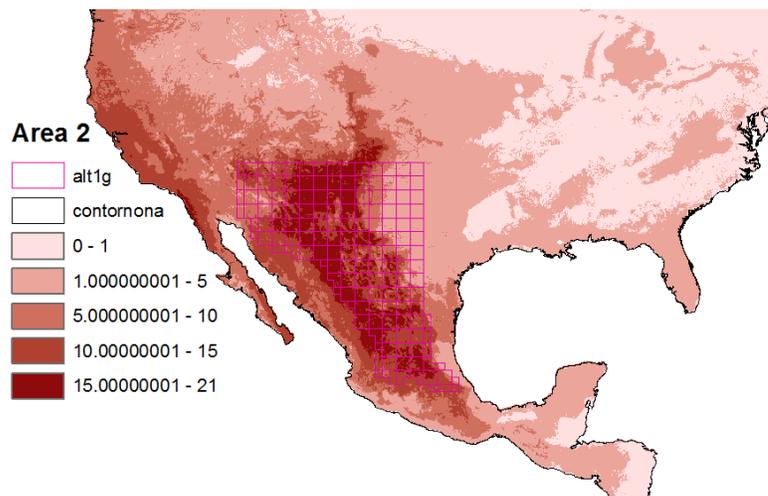


Fig. 13. Suma de las especies que forman el área de consenso 2. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 14 se muestra el área de consenso 3, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Carollia brevicauda* (4), *Habromys simulatus* (25), *Eira barbara* (27), *Eptesicus furinalis* (29), *Galictis vittata* (35), *Microtus quasiater* (59), *Marmosa mexicana* (67), *Mazama americana* (68), *Megadontomys thomasi* (69), *Microtus oaxacensis* (75), *Myotis elegans* (88), *Myotis keaysi* (91), *Neotoma stephensi* (98), *Nyctinomops laticaudatus* (102), *Orthogeomys hispidus* (122), *Oryzomys chapmani* (123), *Peromyscus furvus* (139), *Peromyscus mexicanus* (147), *Peromyscus ochraventer* (150), *Rhogeessa tumida* (151), *Reithrodontomys mexicanus* (163), *Reithrodontomys microdon* (164), *Spermophilus perotensis* (188) y *Tamandua mexicana* (205).

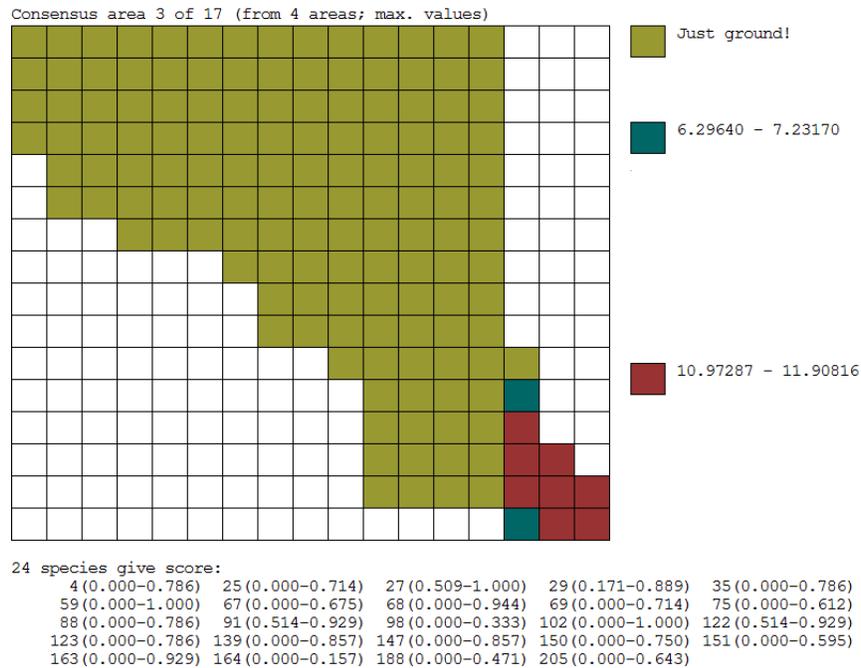


Fig. 14. Área de consenso 3.

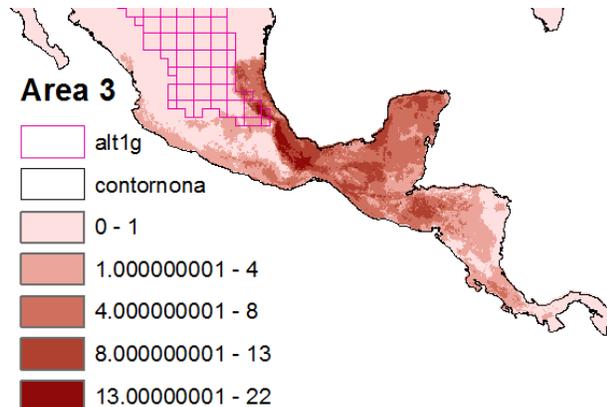


Fig. 15. Suma de las especies que forman el área de consenso 3. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 16 se muestra el área de consenso 4, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Liomys irroratus* (43), *Peromyscus melanophrys* (146) y *Sigmodon leucotis* (182).

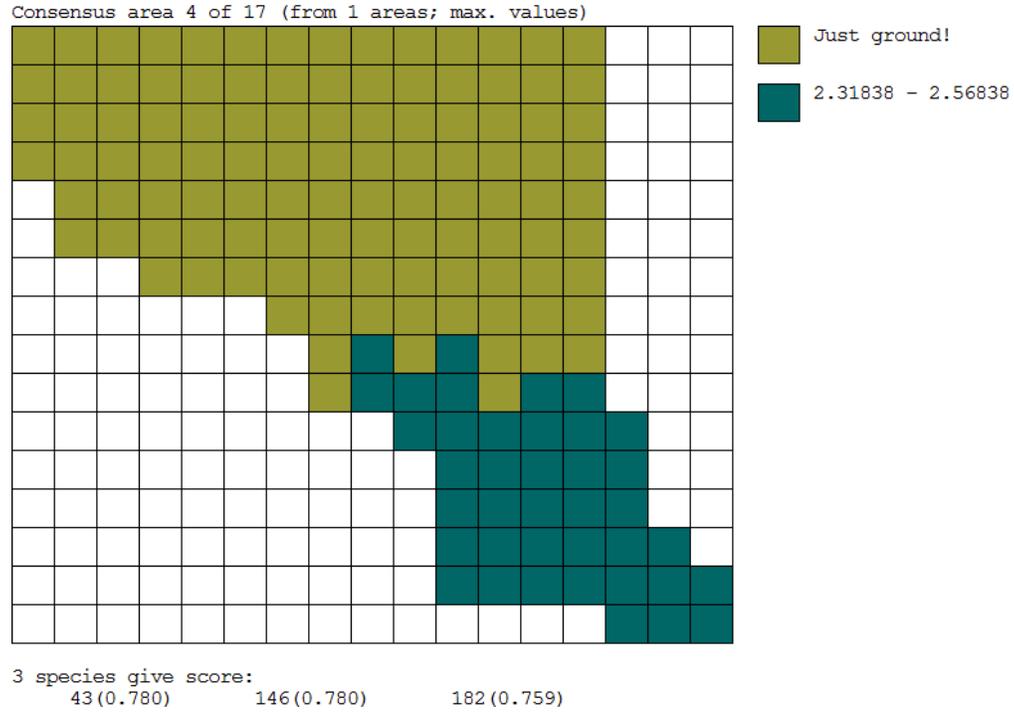


Fig. 16. Área de consenso 4.

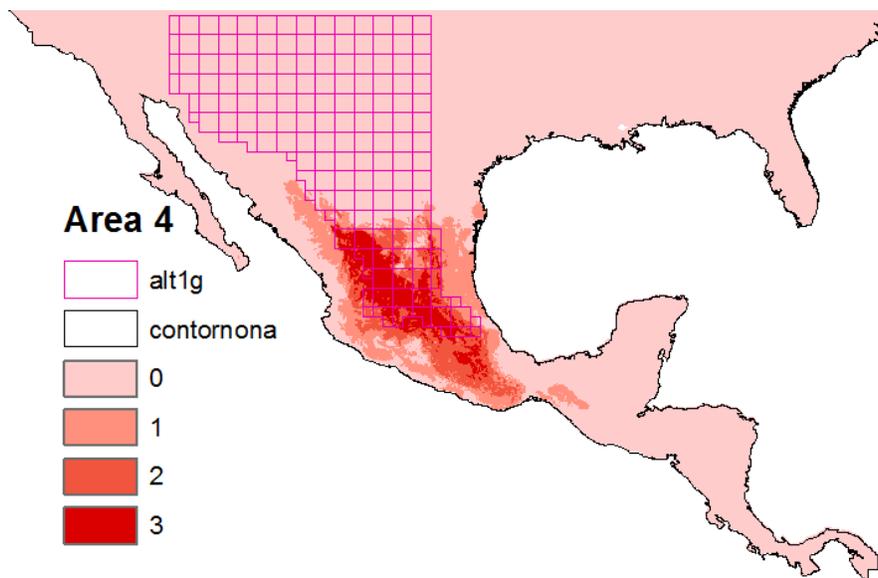


Fig. 17. Suma de las especies que forman el área de consenso 4. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 18 se muestra el área de consenso 5, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Eumops perotis* (16), *Lasiurus ega* (48) y *Lasiurus xanthinus* (51).

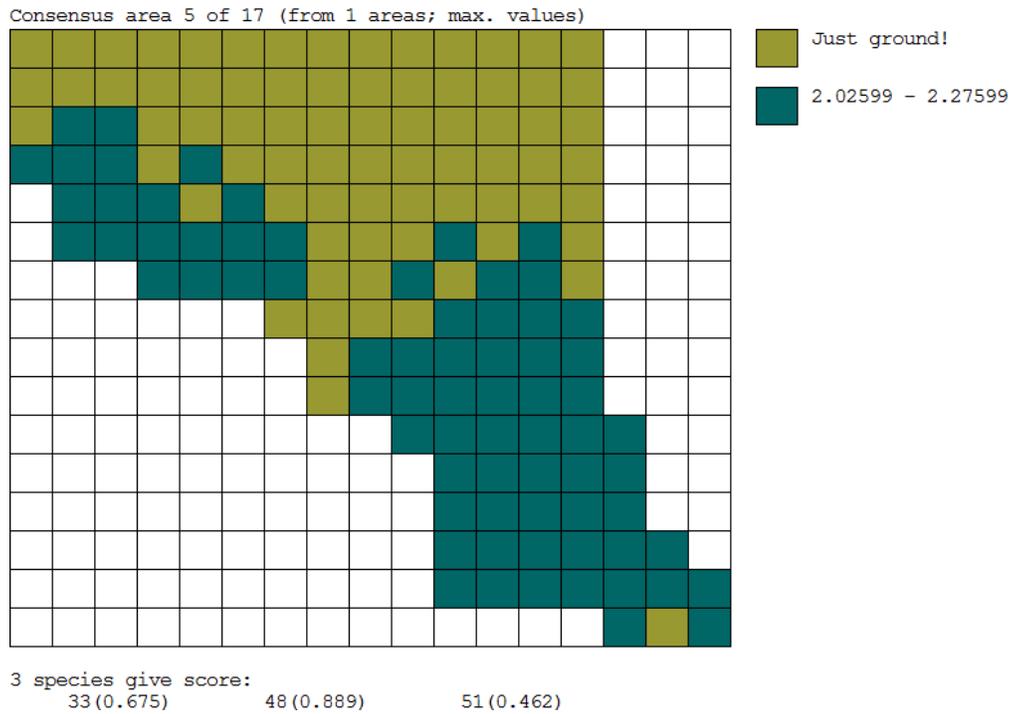


Fig. 18. Área de consenso 5.

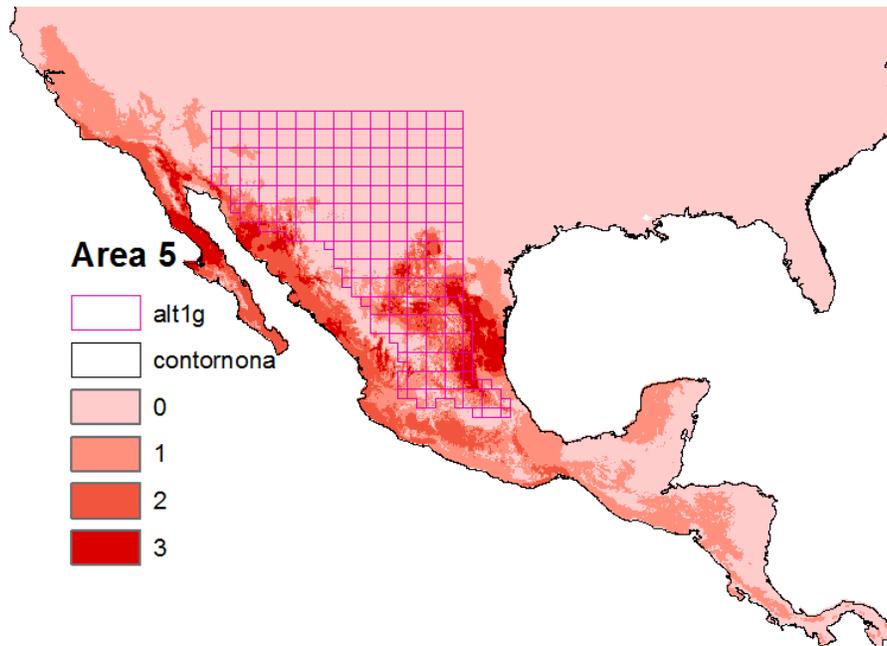


Fig. 19. Suma de las especies que forman el área de consenso 5. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 20 se muestra el área de consenso 6, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Cervus elaphus* (26), *Mustela nigripes* (83) y *Zapus hudsonius* (212).

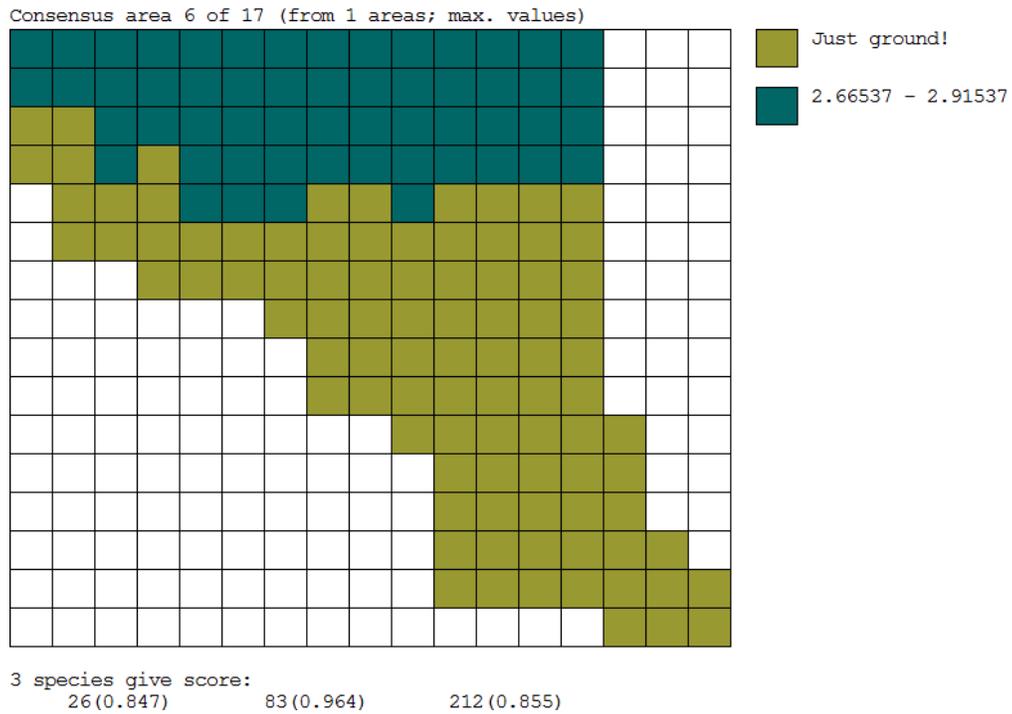


Fig. 20. Área de consenso 6.

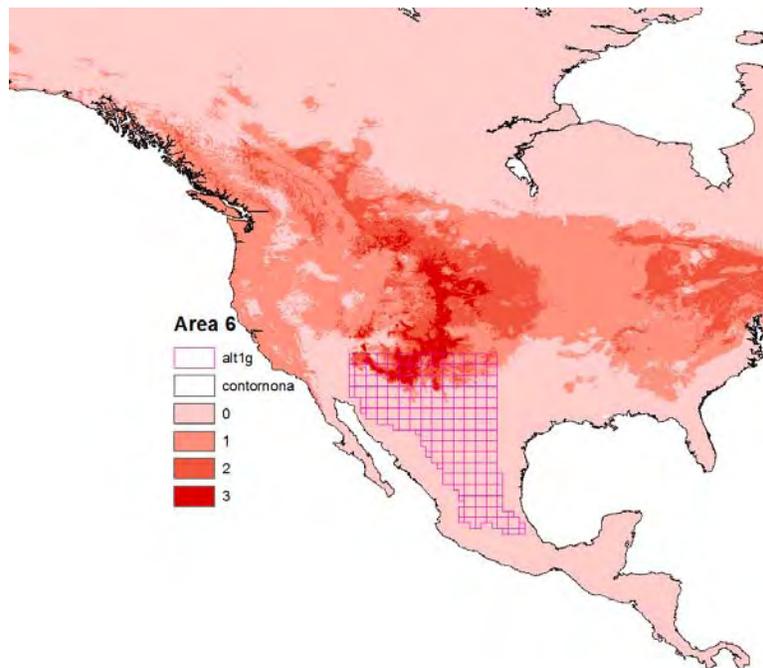


Fig. 21. Suma de las especies que forman el área de consenso 6. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 22 se muestra el área de consenso 7, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Myotis evotis* (89), *Spermophilus lateralis* (185) y *Tamias minimus* (192).

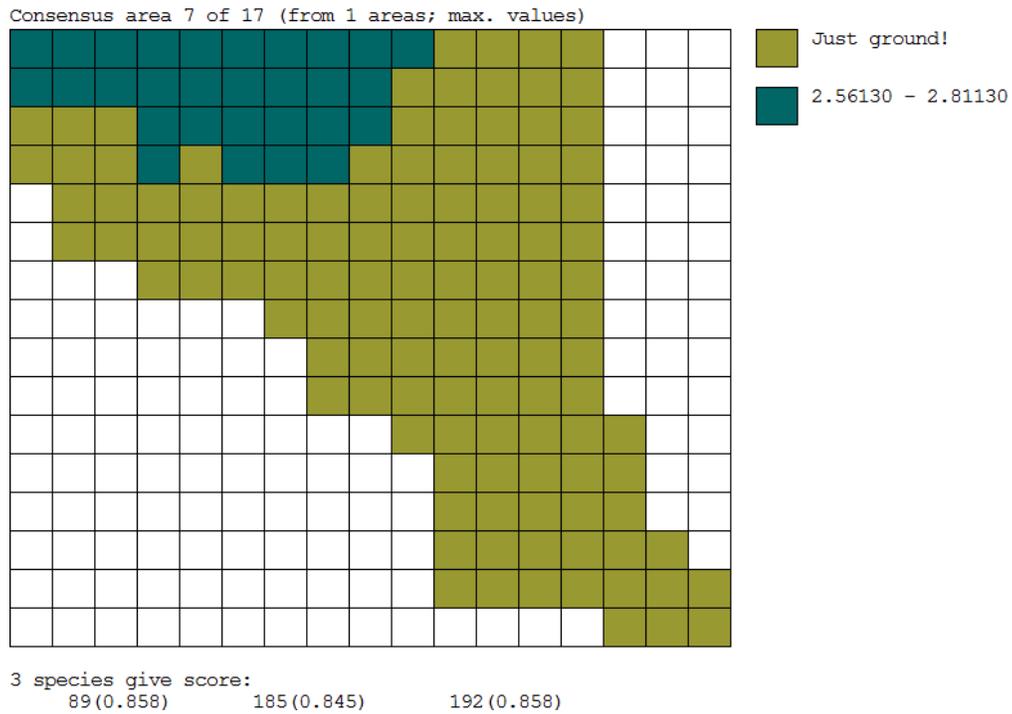


Fig. 22. Área de consenso 7.

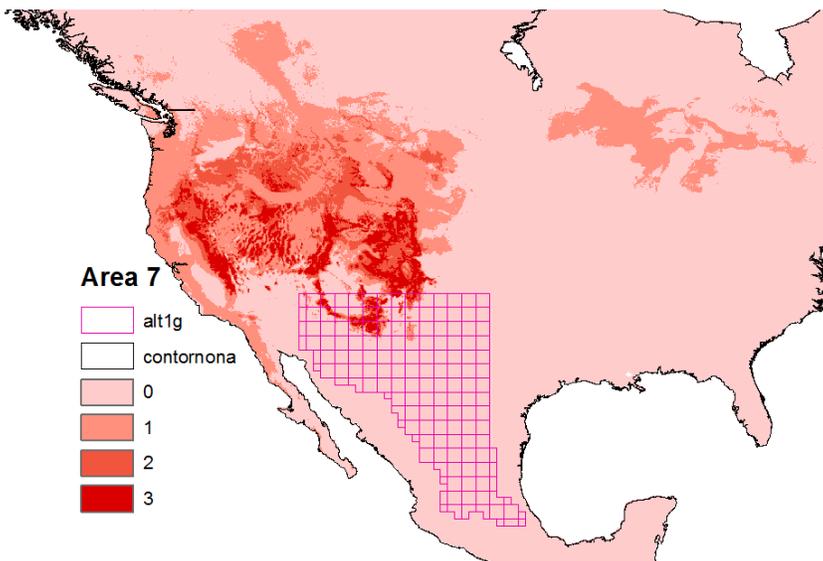


Fig. 23. Suma de las especies que forman el área de consenso 7. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 24 se muestra el área de consenso 8, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Myotis thysanodes* (77), *Myotis auriculus* (85) y *Neotoma mexicana* (95).

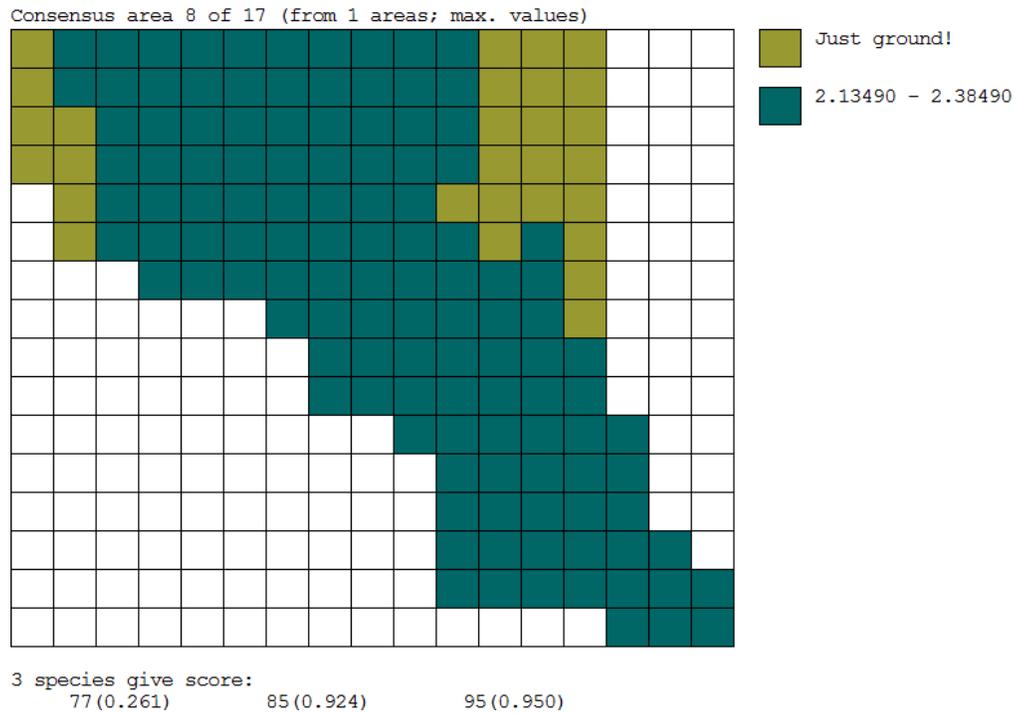


Fig. 24. Área de consenso 8.

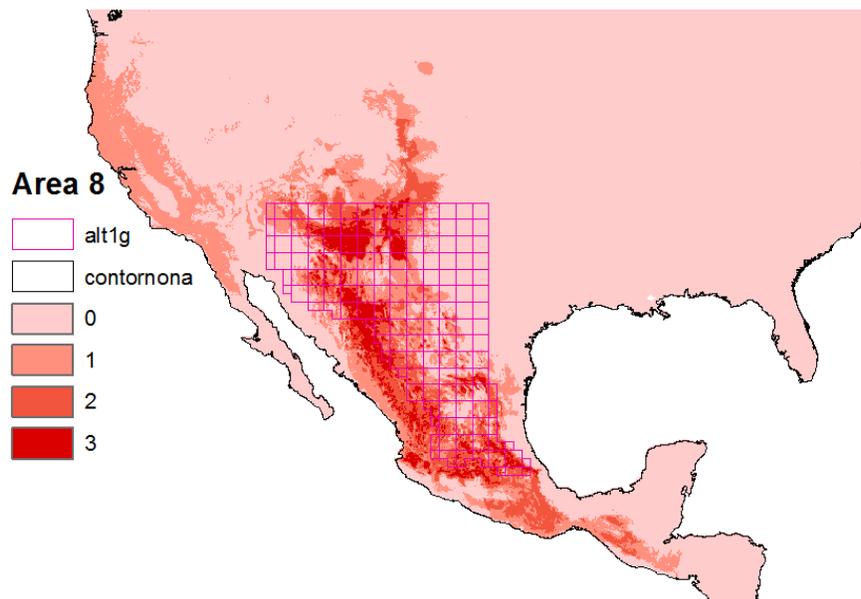


Fig. 25. Suma de las especies que forman el área de consenso 8. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 26 se muestra el área de consenso 9, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Neotoma palatina* (97), *Thomomys talpoides* (196) y *Sylvilagus nuttallii* (203).

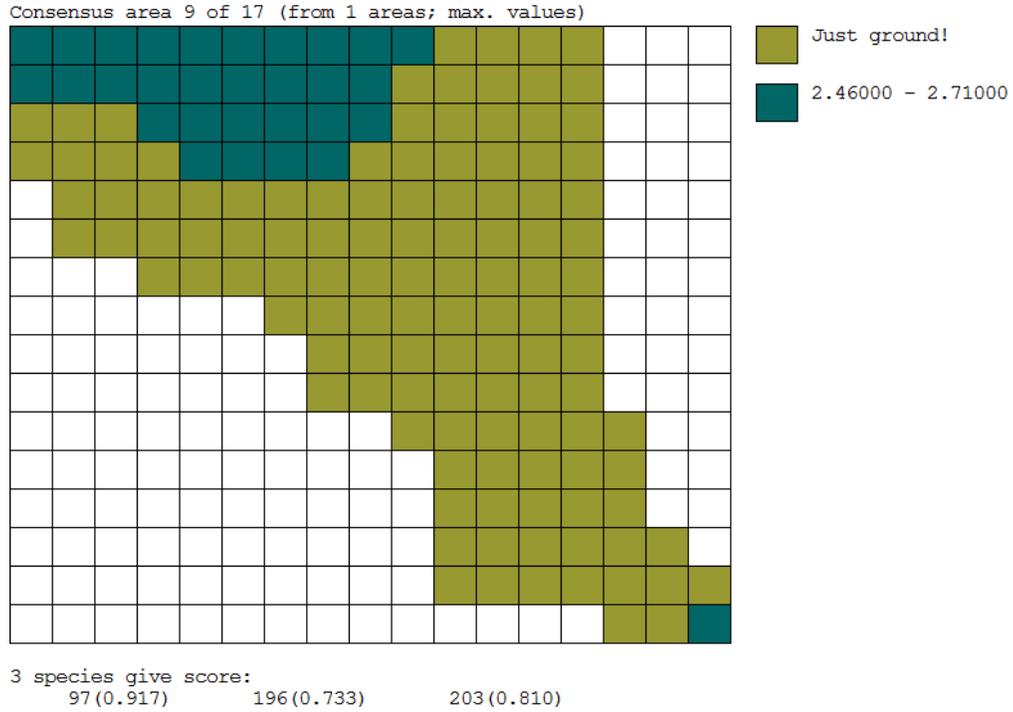


Fig. 26. Área de consenso 9.

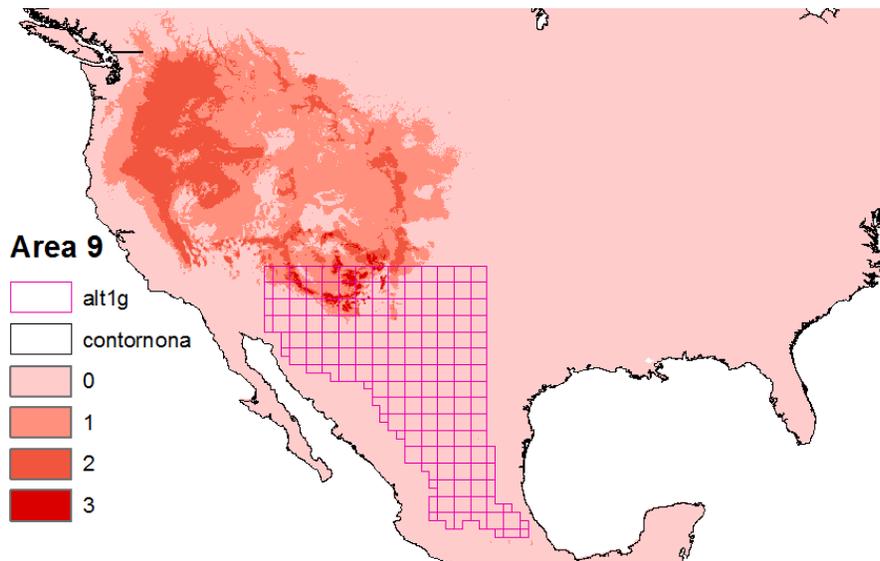


Fig. 27. Suma de las especies que forman el área de consenso 9. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 28 se muestra el área de consenso 10, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Odocoileus virginianus* (105), *Procyon lotor* (137) y *Sylvilagus floridanus* (202).

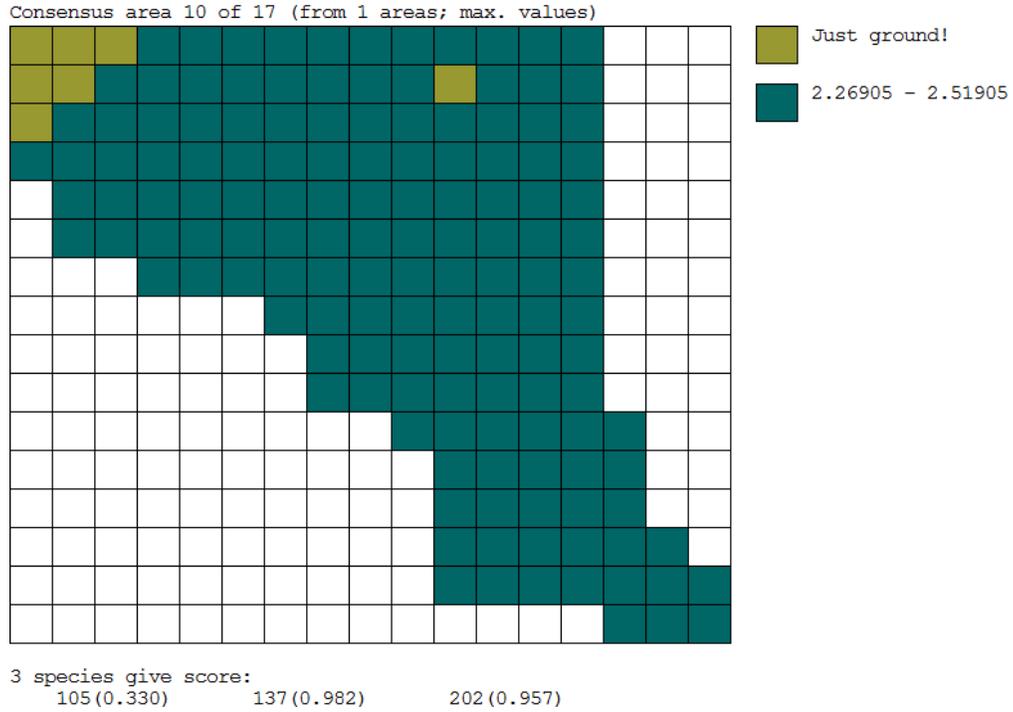


Fig. 28. Área de consenso 10.

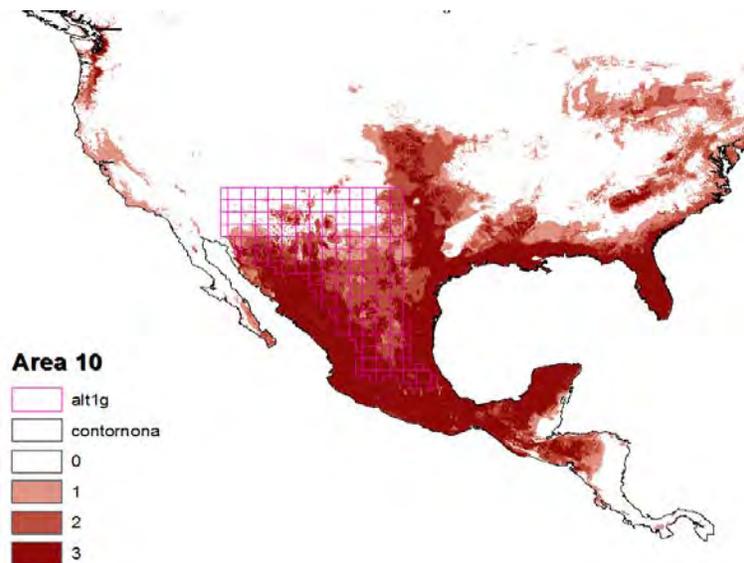


Fig. 29. Suma de las especies que forman el área de consenso 10. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 30 se muestra el área de consenso 11, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Baiomys taylori* (1), *Nasua nasua* (106), *Peromyscus difficilis* (115) y *Peromyscus gratus* (141).

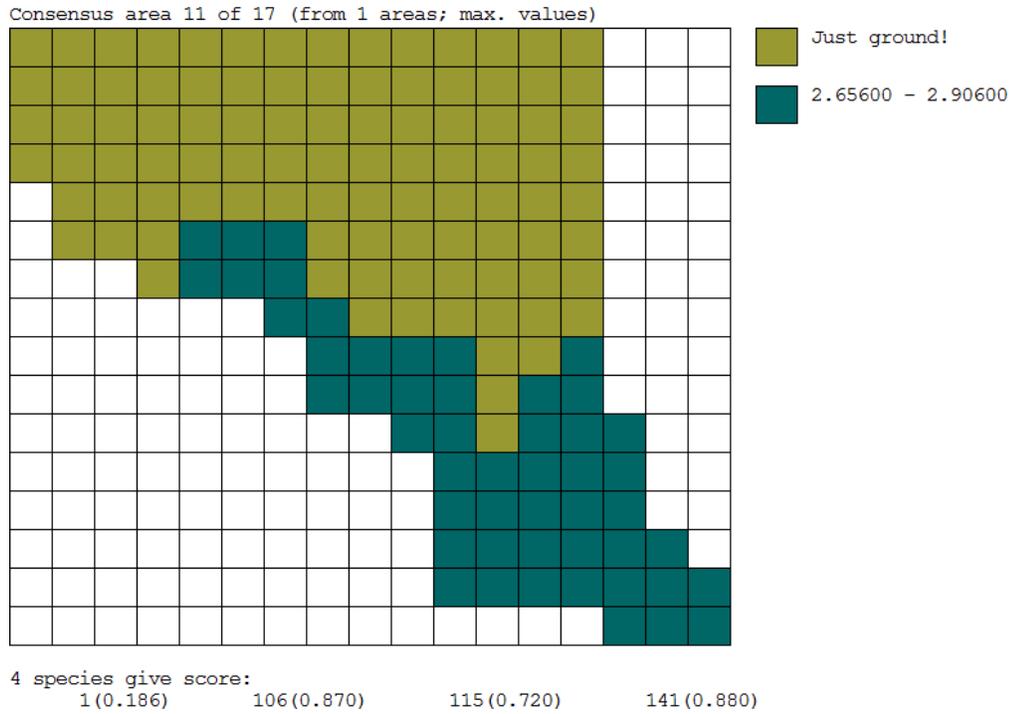


Fig. 30. Área de consenso 11.

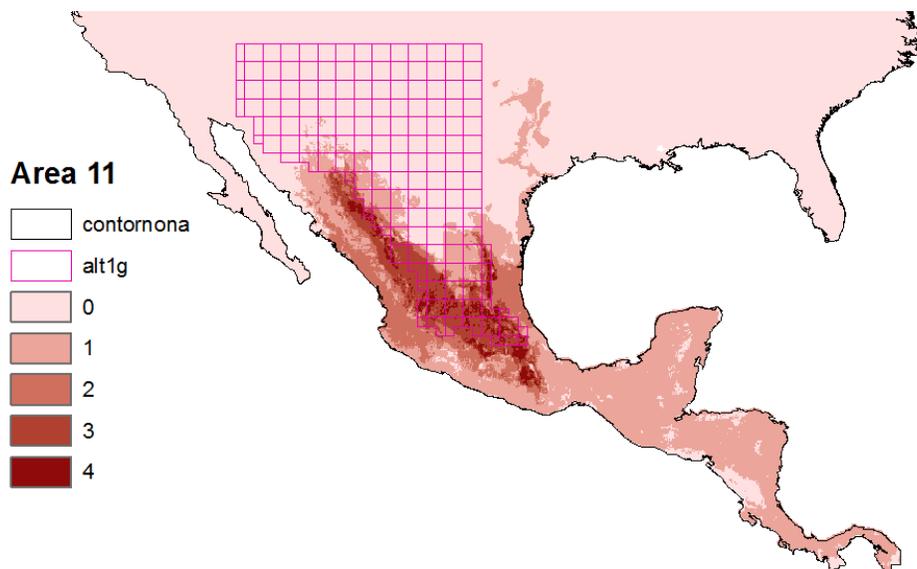


Fig. 31. Suma de las especies que forman el área de consenso 11. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 32 se muestra el área de consenso 12, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Leopardus pardalis* (52), *Molossus rufus* (61), *Marmosa mexicana* (67), *Rhogeessa tumida* (151) y *Sciurus deppei* (175).

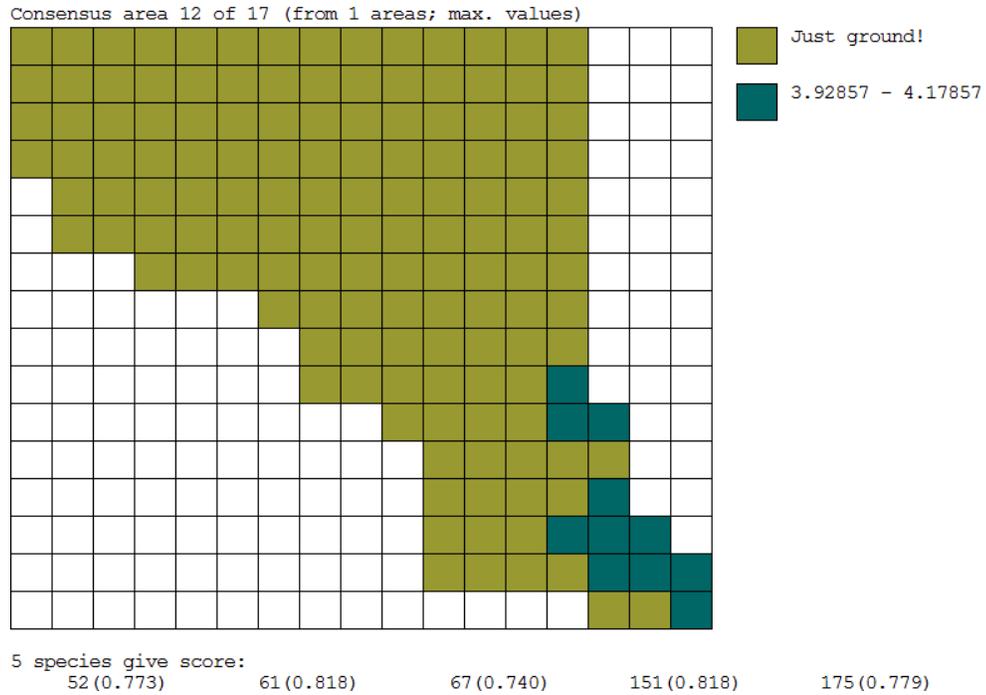


Fig. 32. Área de consenso 12.

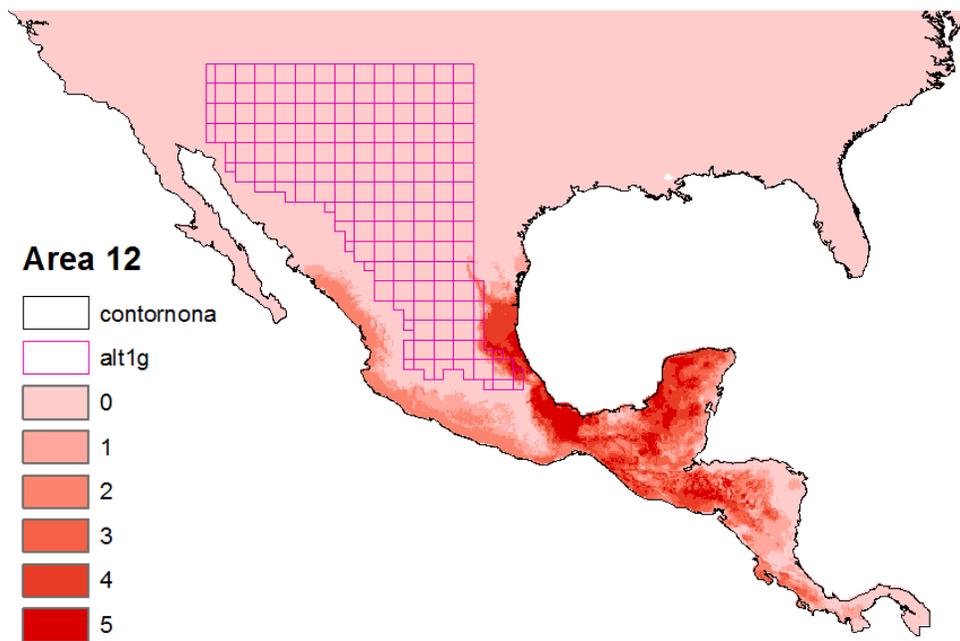


Fig. 33. Suma de las especies que forman el área de consenso 12. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 34 se muestra el área de consenso 13, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Artibeus aztecus* (12), *Artibeus lituratus* (16), *Artibeus toltecus* (17), *Sciurus aureogaster* (155), *Pteronotus davyi* (156), *Pteronotus personatus* (157) y *Sturnira ludovici* (199).

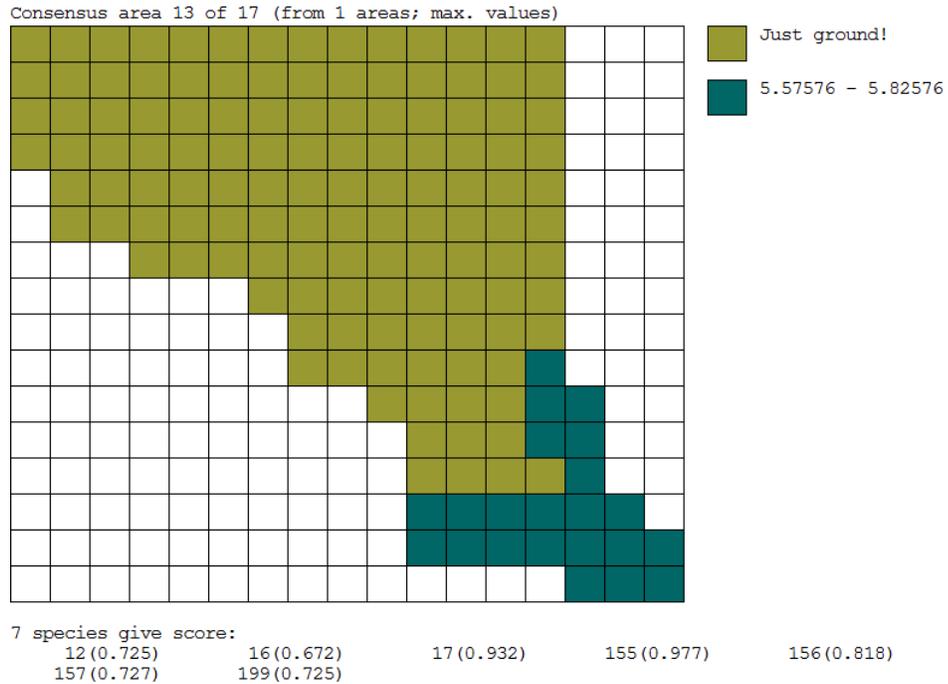


Fig. 34. Área de consenso 13.

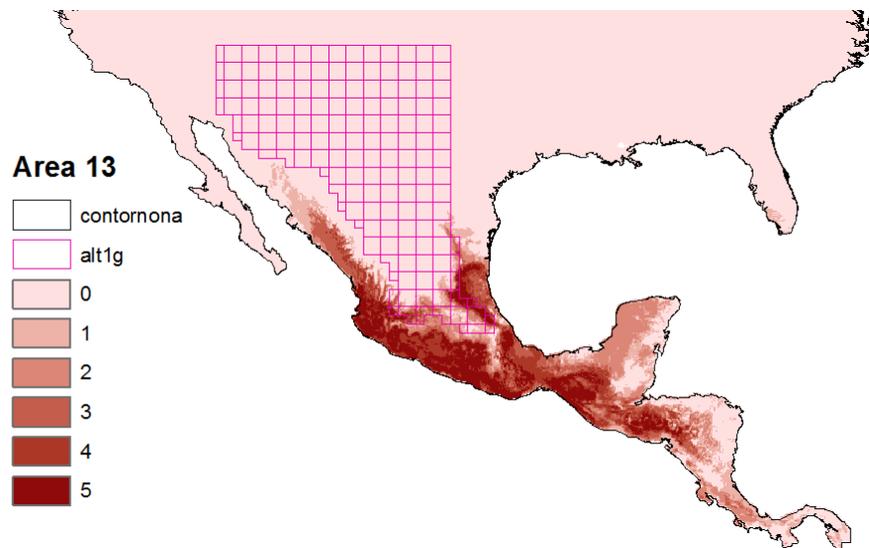


Fig. 35. Suma de las especies que forman el área de consenso 13. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 36 se muestra el área de consenso 14, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Glossophaga leachii* (23), *Pappogeomys bulleri* (126), *Reithrodontomys hirsutus* (161), *Sciurus collicaei* (174) y *Tlacuatzin canescens* (213).

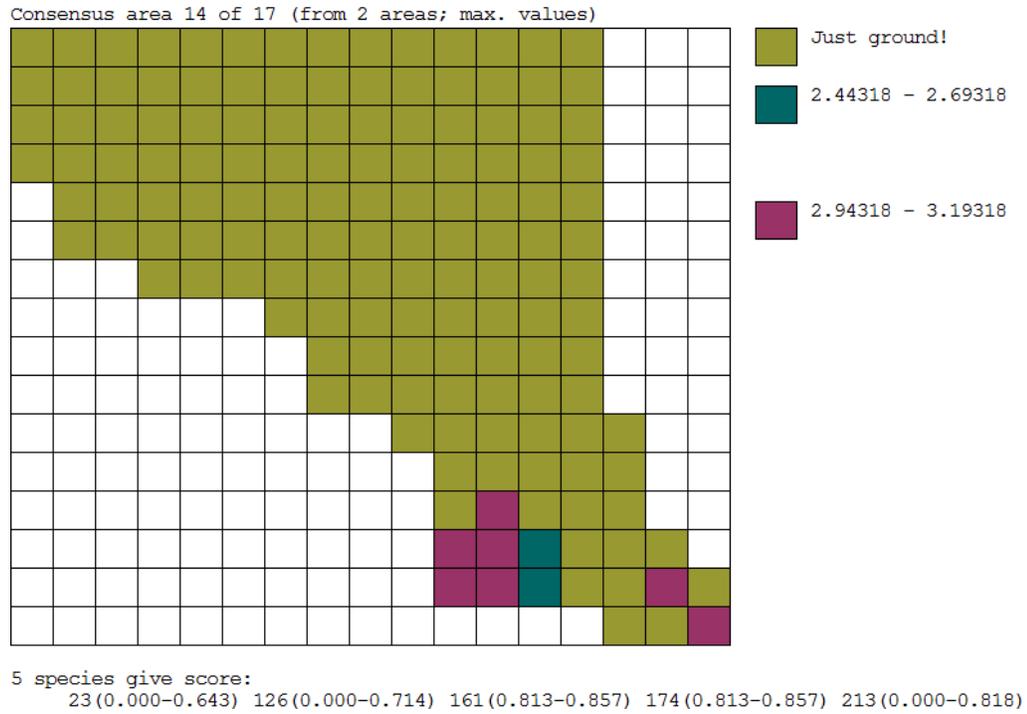


Fig. 36. Área de consenso 14.

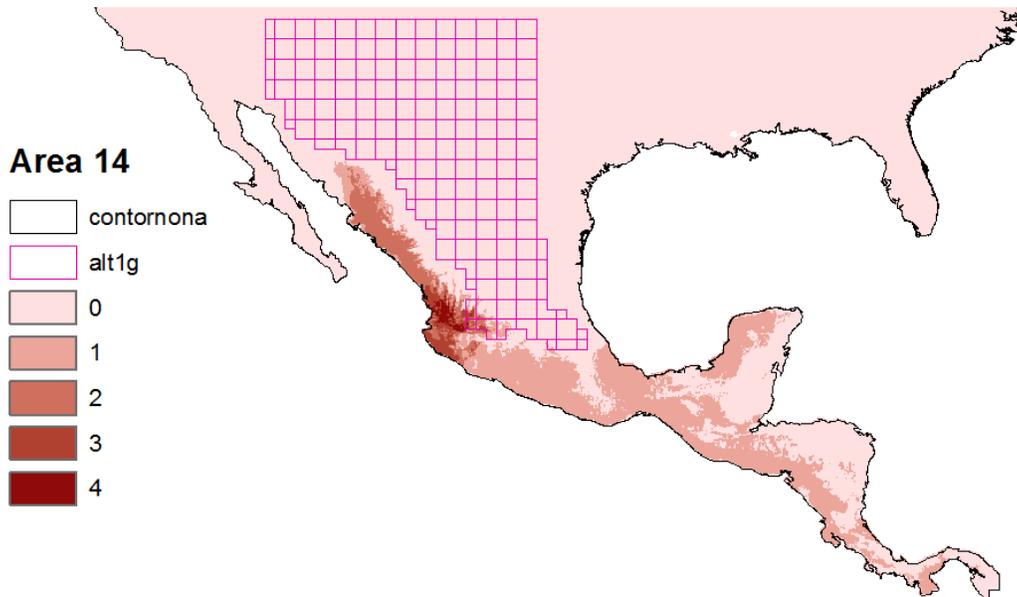


Fig. 37. Suma de las especies que forman el área de consenso 14. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 38 se muestra el área de consenso 15, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Glossophaga commissarisi* (22), *Rhogeessa gracilis* (168), *Rhogeessa párvula* (169) y *Sigmodon mascotensis* (183).

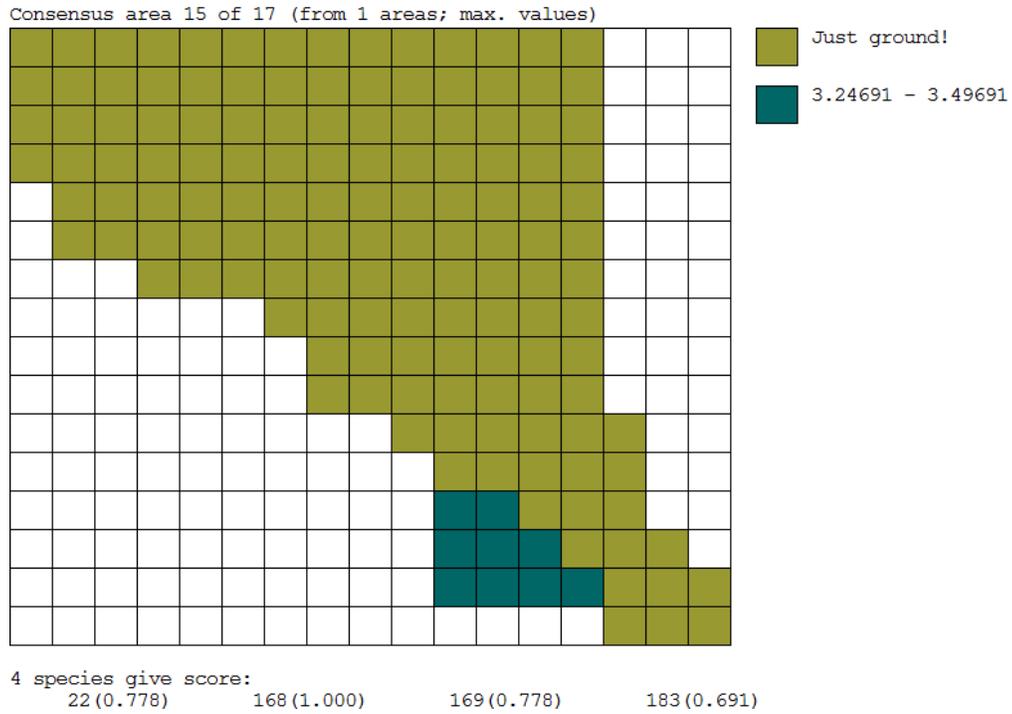


Fig. 38. Área de consenso 15.

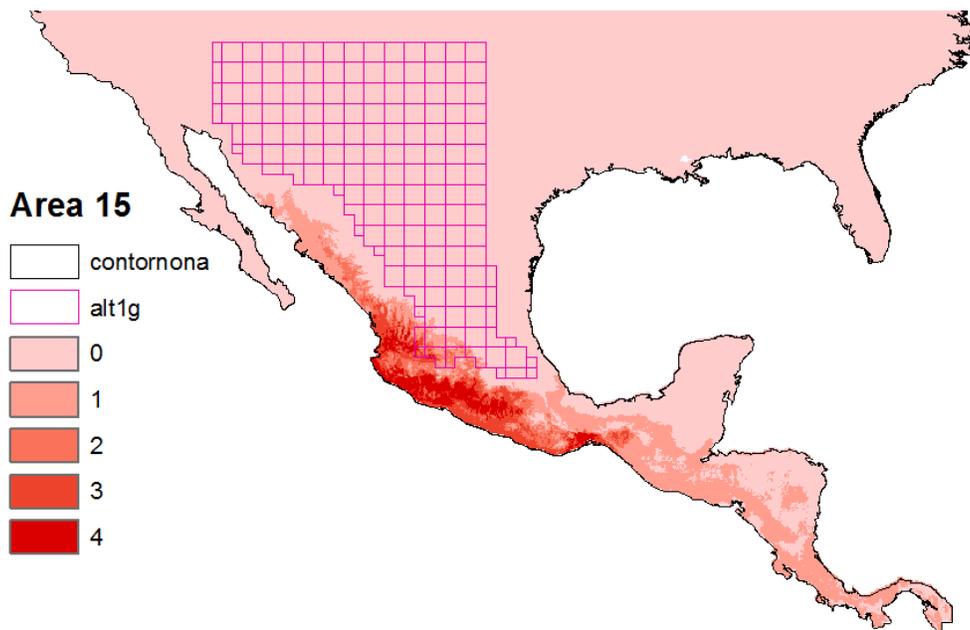


Fig. 39. Suma de las especies que forman el área de consenso 15. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

En la figura 40 se muestra el área de consenso 16, la cual está constituida por los siguientes taxones: *Antilocapra americana* (10), *Spermophilus spilosoma* (170) y *Vulpes velox* (210).

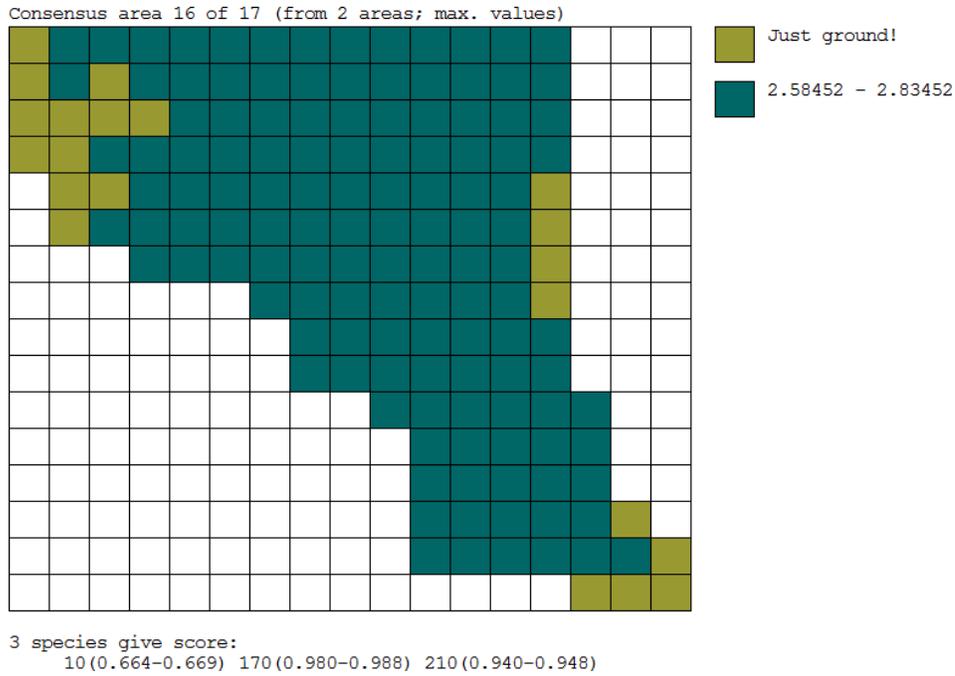


Fig. 40. Área de consenso 16.

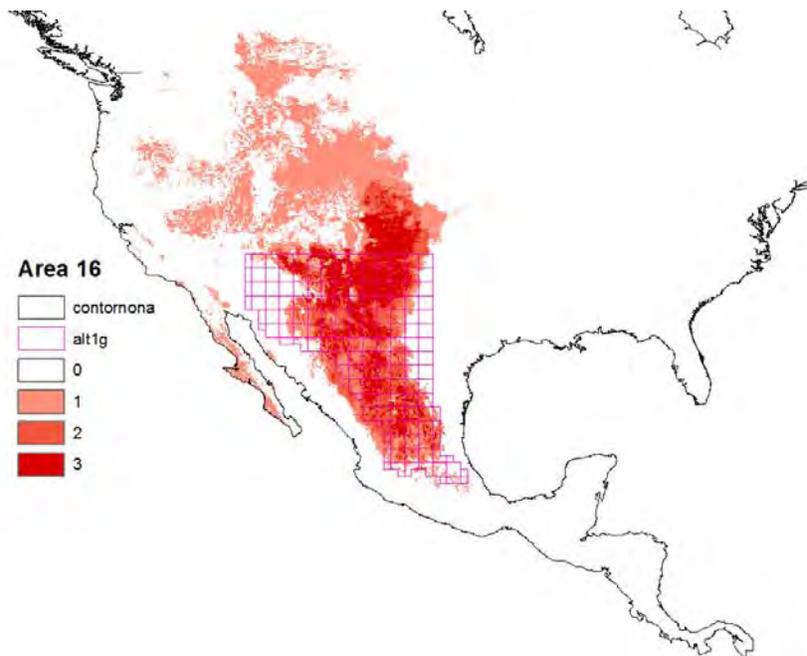


Fig. 41. Suma de las especies que forman el área de consenso 16. Alt1g = nombre del área de estudio (Altiplano 1 grado), contornona = el contorno de América del Norte, 0-n...= el valor de la suma de las especies.

7.4 LÍMITES DE LA PROVINCIA DEL ALTIPLANO MEXICANO

De todas las áreas consenso anteriormente mostradas se encontró un área que representa al Altiplano Mexicano a partir del área de consenso 16 conformada por las especies *Antilocapra americana*, *Spermophilus spilosoma* y *Vulpes velox* (figura 42). Las demás áreas encontradas en el análisis pertenecen a otros patrones, en su mayoría neotropicales, y fueron encontrados ya que podría tratarse de zonas de transición entre provincias, aunque aún no se han presentado en la literatura zonas de transición a esta escala (Escalante, 2009).

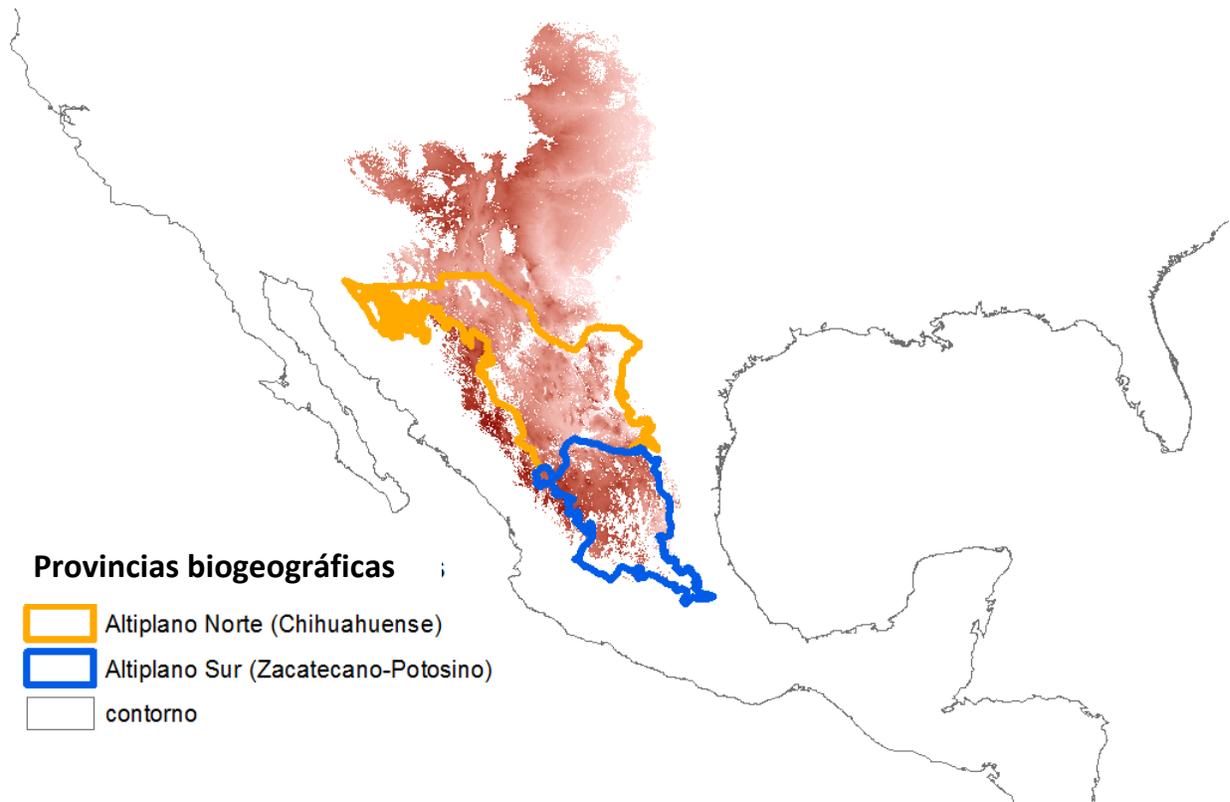


Fig. 42. Área de consenso propuesta como la Provincia del Altiplano Mexicano. Se compara el área de consenso con las provincias obtenidas por Arriaga *et al.* (1997).

El área de consenso 4 (Figura 43) identifica la frontera entre el Altiplano Norte y Sur, aunque se extiende hacia el Sur en donde se encuentran la provincia del Eje Volcánico (Faja Volcánica Transmexicana), Depresión del Balsas y Sierra Madre del Sur, por lo que no precisa una información clara de su continuidad hacia el Sur, pero sí enfatiza una división entre los dos Altiplanos.

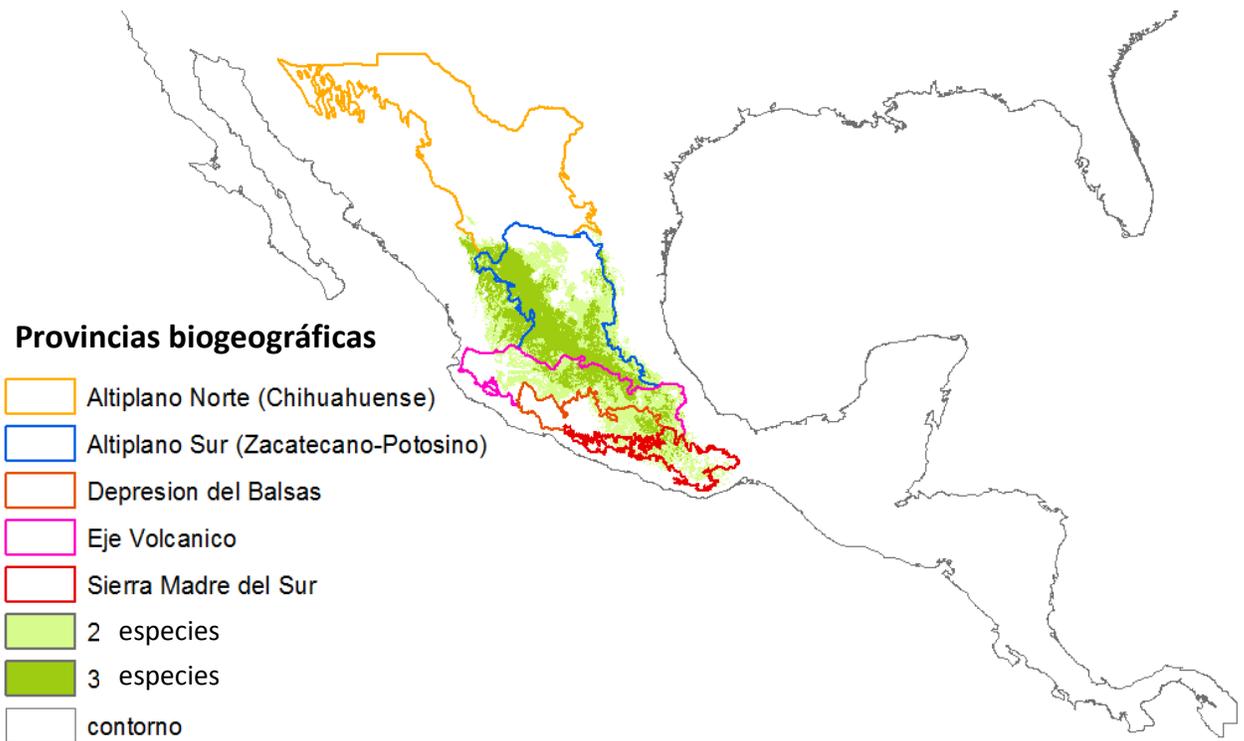


Fig. 43. Área de consenso que identifica la frontera entre el Altiplano Norte y Sur. Se compara el área de consenso con las provincias obtenidas por Arriaga *et al.* (1997).

En la figura 44 se puede observar los distintos límites propuestos para la Región Neártica, región a la cual pertenece la provincia analizada y en donde se puede observar que el resultado obtenido coincide con algunas de las propuestas como la de Wallace (1876) y Morrone (2006).

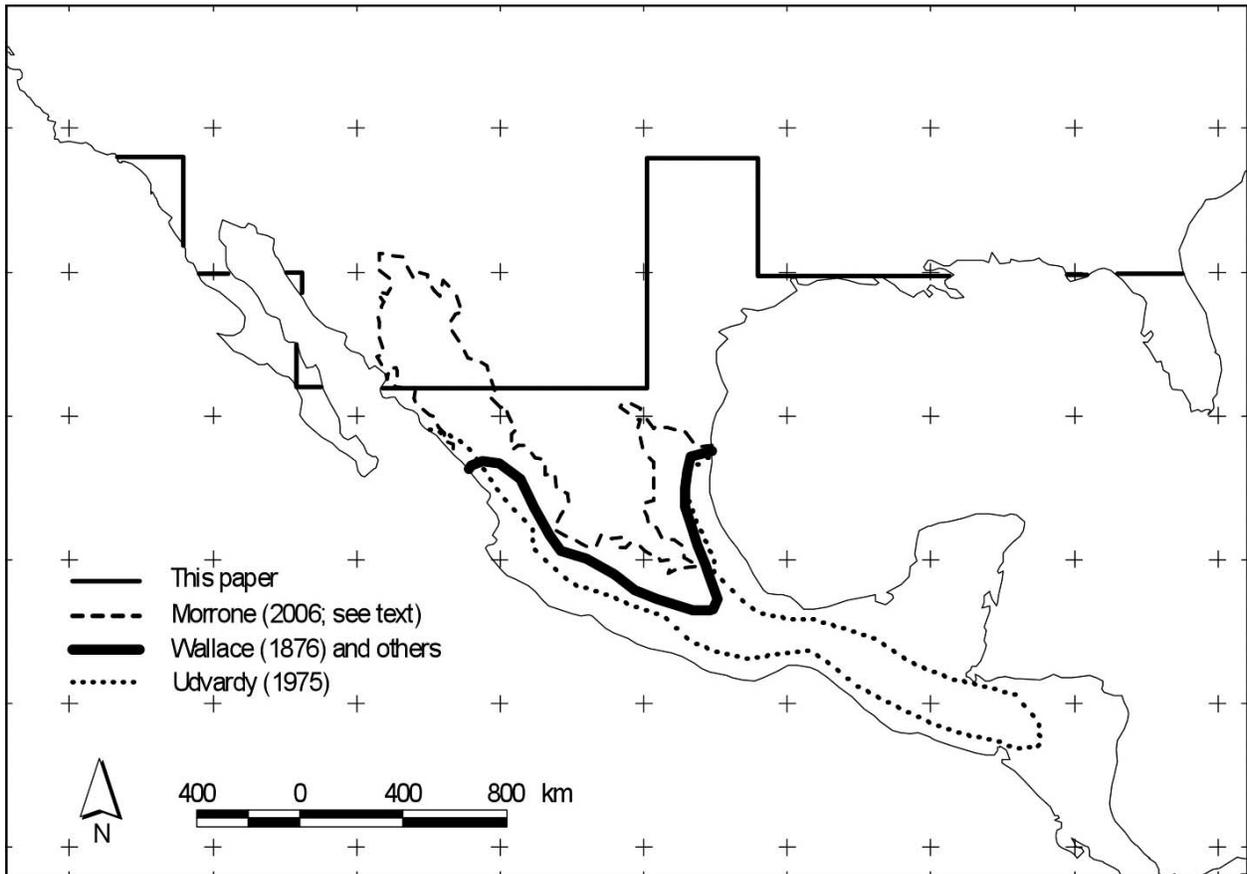


Fig. 44. Límites propuestos para la Región Neártica (tomado de Escalante *et al.*, 2010).

En el área propuesta como Altiplano Mexicano no se encontró evidencia de una separación entre el Altiplano Mexicano Norte y el Altiplano Sur en las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval, al igual que los límites propuestos al norte (río Big Bend), no fueron los mismos que se encontraron en este trabajo.

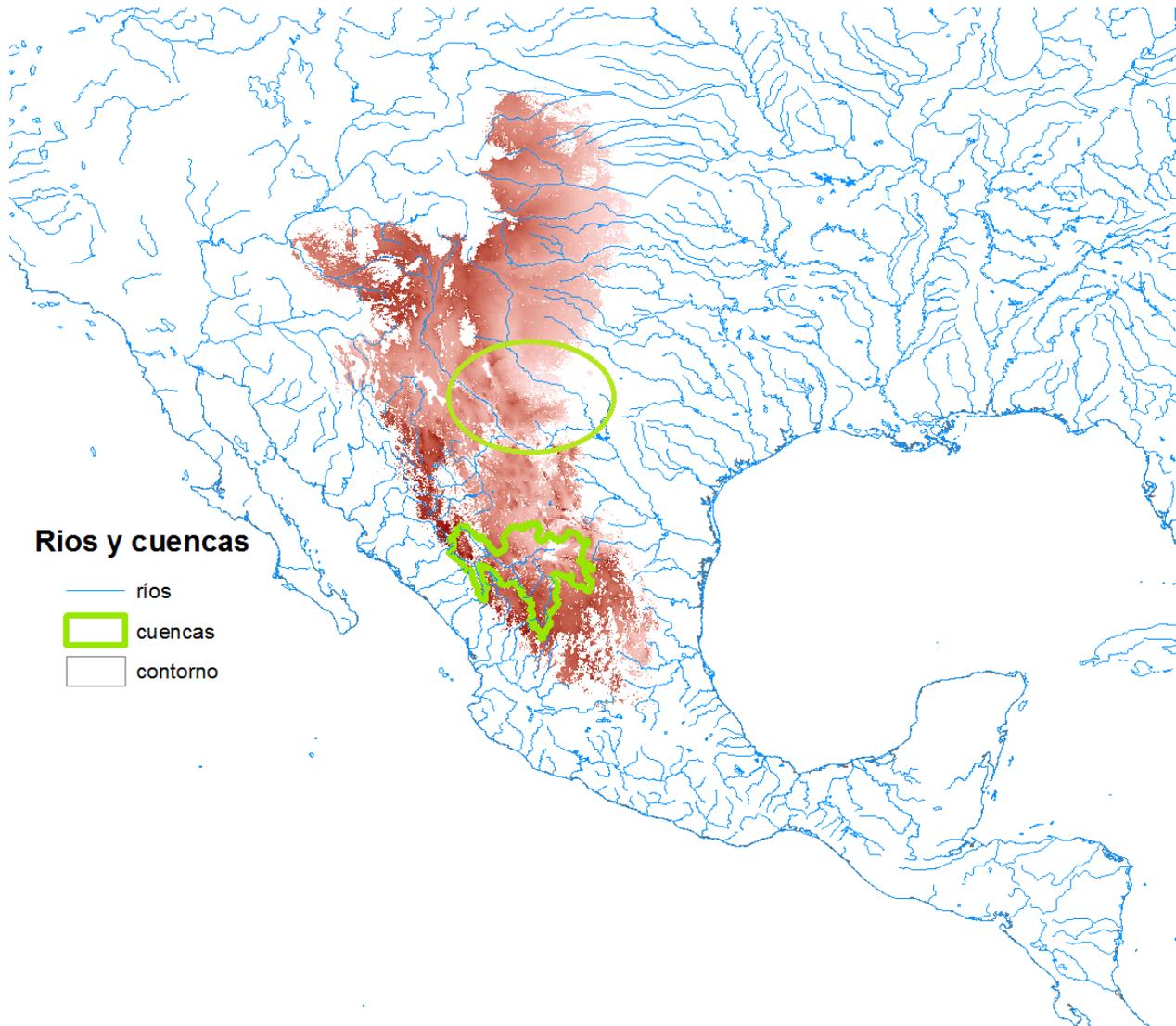


Fig. 45. Comparación entre límites propuestos por Arriaga *et al.* (1997) y el área de endemismo encontrada. Cuencas=límites propuestos por otros autores (cuenca del río Nazas y Aguanaval y río Big Bend).

En las figuras 45 y 46 se pueden observar los límites propuestos por Arriaga *et al.* (1997), para el Altiplano Mexicano. En la figura 45 se muestran las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval, al igual que el río Big Bend, y se expone que no existe un límite claro y definido tanto en las cuencas como en el río. Esto puede ser debido a que el análisis no se realizó con la misma evidencia, ya que en esta tesis fueron utilizados solo los mamíferos, mientras en el análisis de Arriaga *et al.* (1997) se realizó un esquema biogeográfico de consenso entre mapas ambientales y biogeográficos (Morrone, 2005). También el mapa de las provincias propuestas por Arriaga *et al.* (1997) está delimitado por la división política entre México y Estados Unidos (Figura 46).

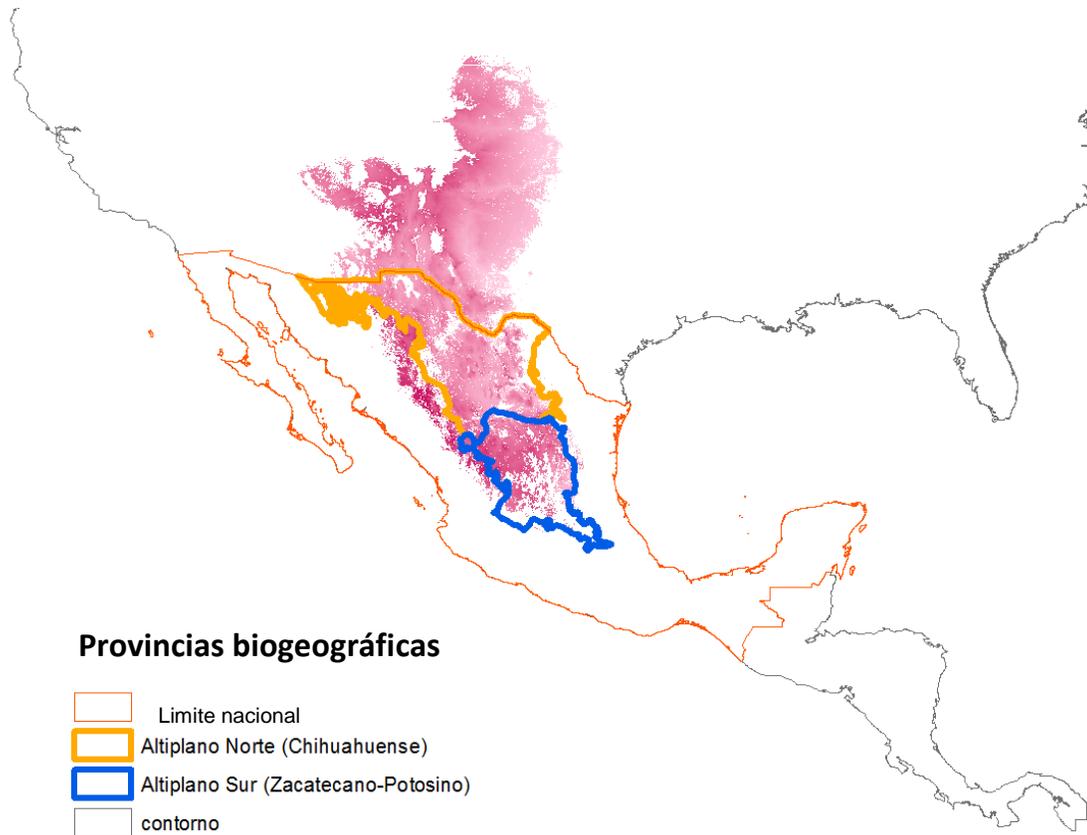


Fig. 46. Comparación entre provincias biogeográficas (Arriaga *et al.*, 1997) y el área de endemismo encontrada.

Si se compara el mapa obtenido con la regionalización realizada por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990; fig. 47), también se encontrarían diferencias en los resultados, lo cual podría ser producto de la información utilizada (se utilizaron especies conocidas hasta 1988), la escala en la que se haya hecho el análisis y la metodología empleada, ya que el estudio previo se realizó un análisis multivariado aglomerado y se utilizaron como unidades operacionales a 121 cuadrantes (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990), donde el límite al norte fue realizado con la división política de los países.



Fig. 47. Comparación entre Provincias y Regiones Mastogeográficas y el área de endemismo encontrada. En la propuesta realizada por Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) se encontraron tres provincias.

En cuanto a la hipótesis de que el patrón pudiese continuar conforme a la ecorregión del Desierto Chihuahuense, se obtuvo que no solo continúa con la ecorregión del Desierto Chihuahuense, también abarca partes de las ecorregiones de las Montañas de Nuevo México y Arizona, Planicies de Nuevo México y Arizona, Planicies Altas, Piedemontes y planicies con pastizales, matorrales xéricos y bosques de coníferas y robles y Mesetas del Suroeste (CEC, 2009).

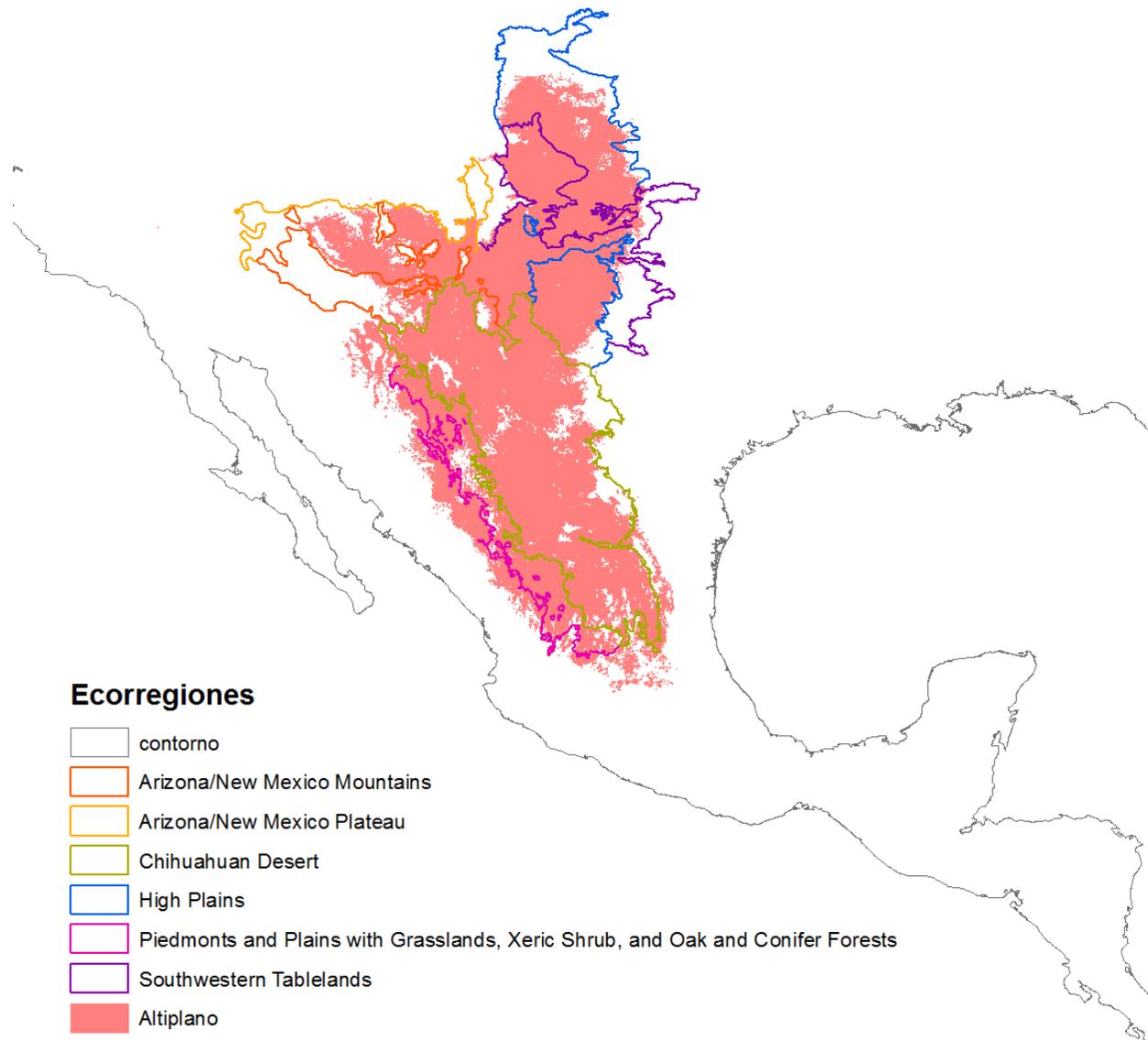


Fig. 48. Ecorregiones abarcadas por el área de endemismo encontrada (CEC, 2009).

A continuación se presenta una breve descripción de las ecorregiones que coinciden con el patrón encontrado (CEC, 2008a).

Montañas de Nuevo México y Arizona	Planicies de Nuevo México y Arizona
<p>Se caracterizan por las ecorregiones montañosas colindantes, su baja elevación y la vegetación asociada que indica un ambiente seco y calido.</p> <p>En las partes altas de esta región se pueden encontrar bosques de abeto y pino, los cuales son comunes en la parte sur de las Rocallosas, en Uinta y en las montañas de Wasatch. Los chaparrales son comunes en las regiones bajas, los bosques de juníperos, piñón y roble son comunes en las regiones de mediana y baja altura, mientras las regiones más altas se encuentran cubiertas por densos bosques abiertos de pino ponderosa.</p>	<p>Representa una larga región transicional entre los pastizales y mesetas de bajo relieve de la ecorregión de las Mesetas del Suroeste, los matorrales secos y las mesetas de alto relieve cubiertas por bosques de la ecorregión Planicie de Colorado al norte y la ecorregión Cuenca de Mojave, la cual es una zona baja, caliente y con poca cubierta vegetal.</p> <p>La altitud varía entre unos cuantos metros arriba de las praderas y las partes altas de las colinas hasta 300 metros de las pendientes de las mesetas.</p>
Planicies Altas	Piedemontes y planicies con pastizales, matorrales xéricos y bosques de coníferas y robles
<p>Más altas y secas que las Grandes Planicies Centrales al este. En contraste con las Planicies Altas del Este, esta región contiene gran</p>	<p>Tiene una elevación entre los 1100 y 3000m, el tipo de vegetación abarca de arbustos y pastizales a piñón mexicano, pino ponderosa,</p>

<p>cantidad de campos de cultivo. La vegetación potencial natural es el pasto Grama-Búfalo en comparación con el trigo en el norte, la sabana de arbustos de Trans-Pecos al sur y pastos altos al este.</p> <p>El límite al norte de esta ecorregión es aproximado al límite al norte en el invierno del trigo y el sorgo, y al sur con el trigo de primavera.</p>	<p>roble y enebro, mantiene una temperatura entre los 10 a 18 ° C en promedio.</p>
<p>Desierto Chihuahuense</p>	<p>Mesetas del Suroeste</p>
<p>Se extiende desde el archipiélago Madreño en el sureste de Arizona hasta la meseta de Edwards en el sur-centro de Texas. Cuenta con amplias cuencas y valles bordeados por pendientes de abanicos pluviales y terrazas.</p> <p>Se pueden encontrar mesas aisladas y montañas en la parte central y occidental de la región. La cubierta vegetal predominante es el pasto y matorral, excepto en las montañas altas, donde ocurren bosques de robles y enebros.</p>	<p>Se pueden encontrar pocas tierras de cultivo en su cobertura a comparación de las ecorregiones que le adyacen. En gran parte de esta meseta se encuentran praderas sub-húmedas y pastizales semiáridos. La vegetación potencia natural es Grama-Búfalo, mezquite al sureste praderas con arbustos bajos y abiertos a lo largo del río de Canadá.</p>

Rzedowski (1993), propuso con su delimitación de Megaméxico I, II y III que la distribución de los organismos hace caso omiso a las divisiones políticas, que la delimitación de las regiones naturales está más bien ligada a factores geográficos y geomorfológicos: fisiográficos, climáticos, edáficos y otros (Halffter et al., 2008; Luna-Vega, 2008). También el mapa denota el incremento en el número de entidades que coinciden con el patrón, ya que en la literatura ocupa los estados de Zacatecas, Michoacán, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, Nuevo México y el sur de Texas (Arriaga *et al.*, 1997; Morrone y Márquez, 2003; Morrone, 2005; Espinosa *et al.*, 2008).

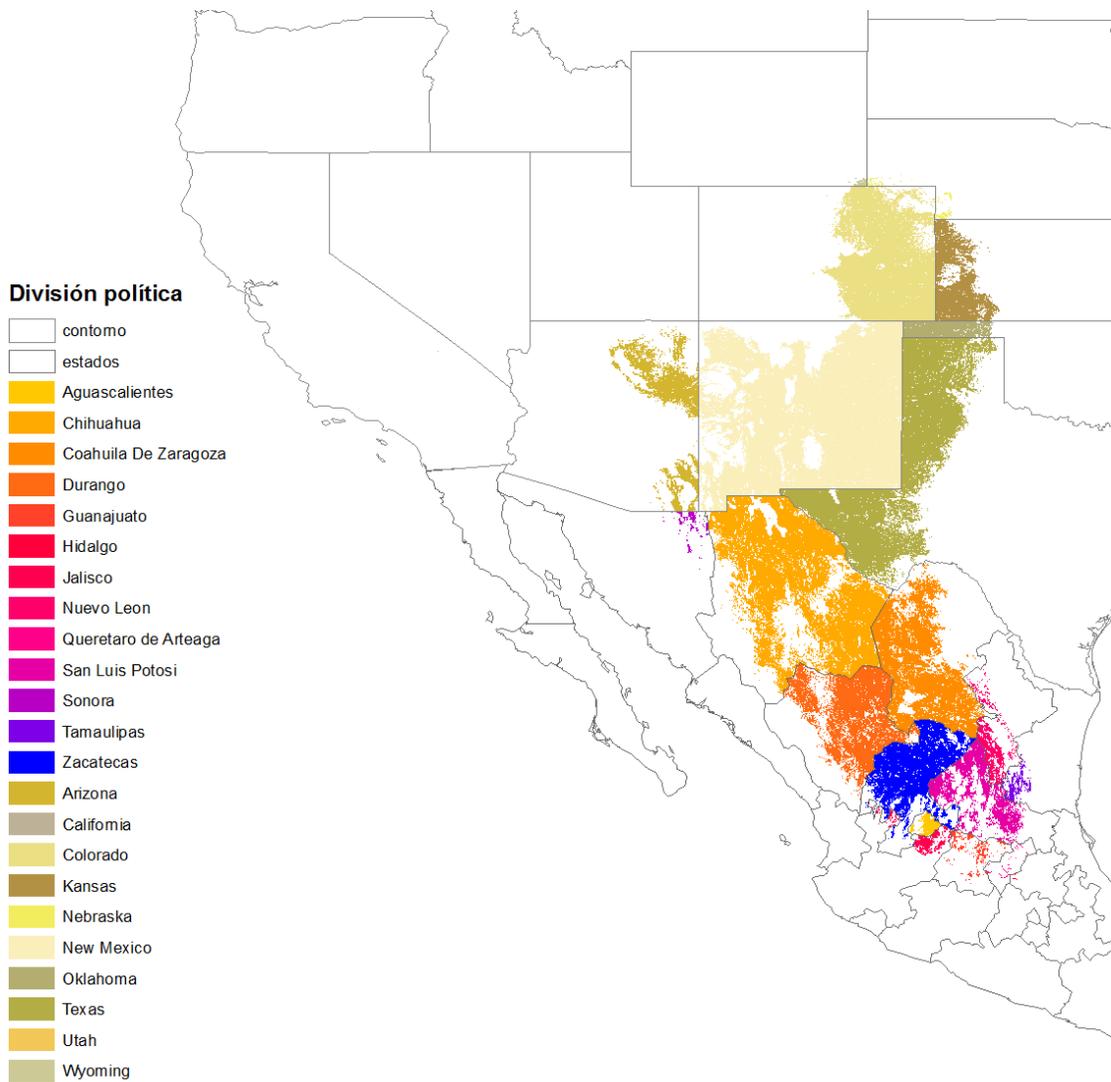


Fig. 49. Estados en los que se encuentra el área delimitada.

A continuación se presenta una breve descripción de las especies que conformaron el área de consenso, en donde se presenta su estado de conservación así como su distribución y hábitat (Wilson & Reeder, 2005; IUCN, 2010; Smithsonian National Museum of Natural History, 2010).

<i>Antilocapra americana</i> (Berrendo; Ord 1815)	
<p>Distribución y hábitat</p> <p>Abarca el sur de las provincias canadienses de Alberta y Saskatchewan, continuando hacia el sur por el oeste de los Estados Unidos hasta México en los estados de Baja California, Sonora e Hidalgo. Habitan en pastizales, planicies de artemisa y desiertos, desde alturas cercanas al nivel del mar a 3,350 m. Habitan desde suelos arenosos con poca vegetación, colinas de pasto corto, matorral desértico, al igual que en sitios urbanos con pasto abundante.</p>	<p>Estado de conservación</p> <p>Las poblaciones mexicanas se encuentran en el apéndice I de CITES.</p>

Vulpes velox (Zorra Desértica; Say, 1823)

Distribución y hábitat

Habitan en las llanuras de pastizales al oriente de las Montañas Rocallosas. Su distribución abarca como límite al norte desde las provincias de Alberta, Saskatchewan, y Manitoba en Canadá hasta Nuevo México y Texas como límite al sur.

Estado de conservación

No se encuentra en las apéndices de CITES, y su estado de conservación es de preocupación menor, aunque en Canadá es considerada una especie en peligro de extinción.

Spermophilus spilosoma (Ardillón punteado; Bennett, 1883)

Distribución y hábitat

Se encuentra en las regiones áridas y semiáridas del suroeste de Estados Unidos y el norte de México, en los estados de Wyoming, Dakota, Arizona, Nuevo México, Texas, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Guanajuato y Tamaulipas. Habitan desde suelos arenosos con poca vegetación, colinas de pasto corto, matorral desértico, al igual que en sitios urbanos con pasto abundante.

Estado de conservación

Se encuentra en la categoría de bajo riesgo debido a su gran población y distribución.

7.5 CONSERVACIÓN

Esta tesis forma parte de los esfuerzos de conservación, ya que genera información geográfica acerca de una región así como de un grupo taxonómico (Sarkar, 2005; Whittaker *et al.*, 2005).

Se ha propuesto que identificar la congruencia espacial y patrones permite encontrar unidades geográficas definidas en el espacio, donde los rasgos de las áreas se pueden concebir como las propiedades de las áreas, esto permite delimitar geográficamente ensamblajes de especies (Margules y Sarkar, 2007).

En las últimas décadas el conocimiento acerca de cómo la diversidad se manifiesta con el tiempo y a distintas escalas ha incrementado, un ejemplo claro es la información generada en las últimas décadas a través del conocimiento de los patrones biogeográficos, ha sido la identificación de México como uno de los países con mayor riqueza de especies de mamíferos en el mundo (Ceballos y Oliva, 2005).

Por otra parte entender los procesos y patrones implica un papel importante para la conservación de mamíferos y recursos naturales a largo plazo, ya que se pueden generar planes mediante el uso de esta información, por ejemplo en la generación de atlas biogeográficos y como apoyo en la identificación de áreas prioritarias (Morrone y Espinosa, 1998; Ceballos y Oliva, 2005; Escalante, 2009).

El Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), el cual es un acuerdo colateral en materia ambiental en el Tratado de Libre Comercio hace mención acerca de la colaboración para examinar las relaciones ambientales, donde señalan que este enfoque requiere de acciones decididas para pensar, planear y actuar en función de los ecosistemas, los cuales no conocen fronteras políticas (CCA, 1997, 2003).

8. CONCLUSIONES

1. No se encontró una clara división entre Altiplano Norte y Sur. Quizá si se usara mayor información integrando a otros taxones, podrían encontrarse estos patrones, aunque podrían tratarse de distritos y no de provincias.
2. Se propone un nuevo límite para la provincia del Altiplano Mexicano, la cual se extiende hacia el norte, incrementando su extensión al sur de los Estados Unidos abarcando los estados de Arizona, California, Colorado, Kansas, Nebraska, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Utah y Wyoming. El límite se encuentra en la latitud de 41.237° Norte, longitud -103.960° Oeste.
3. Se identificaron áreas de endemismo pertenecientes a otros patrones, los cuales podrían tratarse de zonas de transición entre provincias.
4. Se necesita continuar con los análisis de las últimas décadas para el conocimiento y entendimiento de patrones biogeográficos, ya que estos son clave para generar información que puede ser utilizada para la comprensión de la vida, así como nos pueden ayudar a desempeñar un sabio manejo, uso y protección de los recursos naturales.

9. REFERENCIAS

- Amorim, D. S. & S. H. S. Tozoni. **1994**. *Phylogenetic and biogeographic analysis of the Anisopodoidea (Diptera, Bibionomorpha), with an area cladogram for intercontinental relationships*. Rev. Bras. Entomol. **38**(3/4): 517-543.
- Arriaga, L., C. Aguilar, D. Espinosa y R. Jiménez (coords.) **1997**. *Regionalización ecológica y biogeográfica de México*. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Baldwin, R. A. **2009**. *Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research*. Entropy 11(4): 854-866.
- Bennett, E.T., **1833**. *Characters of new species of mammalia from California*. Proceedings of the Zoological Society of London, pp. 39-42.
- Brown, J. H. **1995**. *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- Bueno-Hernández, A. & Llorente-Bousquets, J. **2005**. *La obra biogeográfica de Alfred Russel Wallace. Parte II. El modelo extensionista y la inflexión al permanentismo*. En: Llorente-Bousquets J. & Morrone J. J. (eds.), *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 19-44.
- Carine, M. a et al., **2009**. *Areas and algorithms: evaluating numerical approaches for the delimitation of areas of endemism in the Canary Islands archipelago*. Journal of Biogeography, 36(4), pp.593-611.
- CCA. **1997**. *Regiones ecológicas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental*. Archivo disponible en: http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/eco_esp_ES.pdf
- CCA. **2003**. *Plan Estratégico de Cooperación para la Conservación de la Biodiversidad de América del Norte*. Archivo disponible en: http://www.cec.org/Storage/84/7949_Biodiversitystrategy.pdf

- Ceballos, G. y Oliva, G. **2005**. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica y Conabio, 1986 pp.
- Ceballos, G. y Navarro, D. **1991**. *Diversity and conservation of Mexican mammals*. Pp. 167-198. En mares, M. y Schmidly (eds), *Latin American Mammalogy*. University of Oklahoma Press, USA. Pp. 166-197.
- Challenger, A., y J. Soberón. **2008**. *Los ecosistemas terrestres*, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. Pp. 87-108.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). **1997**. *Provincias biogeográficas de México*. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- Commission for Environmental Cooperation (Glenn E. Griffith, James M. Omernik (Autores principales); EPA (Fuente de información); Mark McGinley (Editor) . **2008**. *Ecoregions of the United States-Level III* (EPA) En: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [Publicado en the Encyclopedia of Earth Junio 5, 2008] <[http://www.eoearth.org/article/Ecoregions_of_the_United_States-Level_III_\(EPA\)](http://www.eoearth.org/article/Ecoregions_of_the_United_States-Level_III_(EPA))>
- Commission for Environmental Cooperation (CEC); Mark McGinley (Editor). **2008**. *Ecoregions of North America-Level II* (CEC). En: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [Publicado en the Encyclopedia of Earth Octubre 15, 2008; Revisado Noviembre 19, 2009]. <[http://www.eoearth.org/article/Ecoregions_of_North_America-Level_II_\(CEC\)](http://www.eoearth.org/article/Ecoregions_of_North_America-Level_II_(CEC))>
- Craw, R. C., J. R. Grehan y M. J. Heads. **1999**. *Panbiogeography: Tracking the history of life*. Oxford Biogeography Series 11, Oxford University Press, New York.

- Crisci, J. V., M. M. Gigliano, J. J. Morrone y S. Roig-Juñent. **1991**. *Historical biogeography of southern South America*. *Syst. Zool.* 40: 152-171.
- Crisci, J. V., Sala, O. E., Katinas, L., Posadas, P. **2006**. *L. A. S. JOHNSON REVIEW No. 4. Bridging historical and ecological approaches in biogeography*. *Australian Systematic Botany*. 19(1):1.
- Elith, J. et al., **2006**. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), pp.129-151.
- Escalante, T. **2007**. *Integrando biogeografía histórica y ecológica: El caso de los mamíferos terrestres de México*. *Biogeografía*, 2(Julio), 13-16.
- Escalante, T. **2009**. *Un ensayo sobre regionalización biogeográfica*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80: 551- 560.
- Escalante, T., Szumik, C., & Morrone, J.J. **2009**. *Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 98(2), 468–478.
- Escalante, T., Sánchez-Cordero, V., Morrone, J.J., & Linaje, M. **2007**. *Deforestation affects biogeographical regionalization: a case study contrasting potential and extant distributions of Mexican terrestrial mammals*. *Journal of Natural History*, 41(13), 965-984.
- Escalante, T. Rodríguez-Tapia, G. Szumik, C. Morrone, J.J. Rivas, M. **2010**. *Delimitation of the Nearctic region according to mammalian distributional patterns*. *Journal of Mammalogy*, 91(6), pp.1381-1388.
- Espinosa-Organista, D., Morrone, J. J., Llorente-Bousquets, J., Flores-Villela, O. **2002**. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Pp.4-37.

- Espinosa, D., S. Ocegueda et al. **2008**. *El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural*, en Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 33-65.
- ESRI. **1999**. *ArcView GIS 3.2*. Environmental Systems Research Institute, Inc. New York.
- ESRI. **2008**. *ArcMap 9.3*. Environmental Systems Research Institute, Inc. New York.
- Ezcurra, Exequiel. **2005**. Los pasos de Humboldt: La fundación metodológica de la biogeografía moderna durante el Siglo de la Ilustración. En: Llorente-Bousquets J. & Morrone J. J. (eds.), *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 11-18.
- Fa, J. E. y Morales, L. **1998**. Patrones de diversidad de mamíferos de México. En: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. & Fa, J. (eds.) *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 315-352.
- Ferrusquía-Villafranca, I. **1990**. *Provincias Bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos)*. Escala 1:4 000 000. En: *Regionalización Biogeográfica, IV.8.10. Atlas Nacional de México. Vol. II*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Ferrusquía-Villafranca, I. **1993**. *Geology of Mexico: a synopsis*. En: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. & Fa, J. (eds.) *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 3–107
- Ferrusquía-Villafranca, I., González Guzmán, L. & Cartron, J. **2005**. *Northern Mexico's Landscape, Part I: The Physical Setting and Constraints on Modeling Biotic Evolution*. En: Cartron, J., Ceballos, G., & Felger, R. (2005). *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 11-38.
- Gaston KJ. **2000**. Global patterns in biodiversity. *Nature*. 405(6783):220-7.

- Goloboff, P. **2004**. *NDM/VNDM. Programs for identification of areas of endemism*. Programa y documentación disponibles en: www.zmuc.dk/public/phylogeny/
- Graham, C.H. et al., **2008**. *The influence of spatial errors in species occurrence data used in distribution models*. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), pp.239-247.
- Haffner D. y Riddle, B. **2005**. *Mammalian Phylogeography and Evolutionary History of Northern Mexico's Deserts* En: Cartron, J., Ceballos, G., & Felger, R. (2005). *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. . Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 225-245.
- Halffter, G., J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone. **2008**. *La perspectiva biogeográfica histórica*, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 67-86.
- Hall, E. R. **1981**. *The mammals of North America*. John Wiley and Sons, vol. 1: XV+600+90, vol. 2: VI+601—1181+90 pp.
- Heaney, L. H. & M. Lomolino (eds.). **2001**. *Elevational gradients in mammals: special issue*. *Global Ecology & Biogeography*. Vol. 10, No. 1.
- Hortal, A., P. A Borges y C. Gaspar. **2006**. *Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size*. *Journal of Animal Ecology* 75: 274-287.
- Hutchinson, G. E. **1957**. *Concluding remarks*. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427.
- Humphries, C.J.y Parenti, L.R. **1999**. *Cladistic biogeography, 2nd edn*. Oxford University Press, Oxford.
- Illoldi, P., & Escalante, T. **2008**. *De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica*. *Biogeografía*, 3(Enero), 7-12.

- INEGI. **2005**. *Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1 : 250 000. Serie III (continuo nacional)*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- IUCN. **2010**. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 February 2011.
- Kuhn, T. **1962**. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. 173 pp.
- Liu, C., Pam, M., Dawson, T.P., Pearson, R.G. **2005**. *Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions*. *Ecography*. 28:385-393.
- Luna-vega, I., **2008**. *Aplicaciones de la biogeografía histórica a la distribución de las plantas mexicanas*. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, pp.217- 241.
- Margules, C. & Sarkar, S. **2009**. *Planeación sistemática de la conservación*. Conabio, 279 pp.
- Martínez-Meyer, E. y V. Sánchez-Cordero. **2006**. *Uso de datos de colecciones mastozoológicas*. Pp. 177 – 186 en: *Colecciones mastozoológicas de México*. C. Lorenzo, E. Espinoza, M. Briones y F. A. Cervantes (eds.). Instituto de Biología UNAM, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México, D. F.
- Mittermeier, R.A., C. Goettsch-Mittermeier y P. Robles Gil. **1997**. *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México.
- Morrone, J. J. **2004a**. *Homología biogeográfica: las coordenadas espaciales de la vida*. Volúmen 37 de cuadernos del Instituto de Biología. UNAM. Pp.199.
- Morrone, J. J. **2004b**. *Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición*. *Revista Brasileira de Entomologia, SciELO Brasil*. 48(1990), 149–162.

- Morrone, J. J. **2005**. *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76(2), 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(125), 467-94.
- Morrone, J. J. **2009**. *Evolutionary biogeography: an integrative approach with case studies*. Columbia University Press.
- Morrone, J. J. y Crisci, J.V. **1995**. *Historical biogeography: introduction to methods*. Annual Review of Ecology and Systematics, 26, 373–401.
- Morrone, J. J., Espinosa-Organista, D., Aguilar-Zúñiga, C., & Llorente-Bousquets, J. **1999**. *Preliminary Classification of the Mexican Biogeographic Provinces: A Parsimony Analysis of Endemicity Based on Plant, Insect, and Bird Taxa*. The Southwestern Naturalist, 44(4), 507 - 514.
- Morrone, J. J., Espinosa-Organista, D., & Llorente-Bousquets, J. **2002**. *Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies*. Acta Zoológica Mexicana, 15(1): 83-108.
- Morrone, J. J. & Márquez, J. **2003**. *Aproximación a un atlas biogeográfico de México: componentes bióticos principales y provincias biogeográficas*. En Morrone JJ, Llorente Bousquets J, eds., Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía. México, D. F.: Las Prensas de Ciencias, UNAM, pp. 217-220.
- Navarro-Sigüenza, A., Peterson, A. T., Nakasawa, Y. y Liebig, I. **2005**. *Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad*. En: Llorente-Bousquets J. & Morrone J. J. (eds.), Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 115-122.

- Nelson, G. & Platnick, N. **1981**. *Systematics and biogeography: cladistics and vicariance*. Columbia University Press, New York.
- Ord, **1815**. in Guthrie, William, *A new system of modern geography: or, a geographical, historical, and commercial grammar, and present state of the several nations of the world*, 2nd Edition, Johnson and Warner, Philadelphia and Richmond, p. 292.
- Ortega-Gutiérrez, F. Sedlock, R., Speed, R. **2000**. *Evolución tectónica de México durante el fanerozoico*. En: Llorente-Bousquets, J. González-Soriano, E. y Papavero, N. (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, volumen II*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Pp. 3-59.
- Peterson A. T. **2006**. *Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models*. *Biodiversity Informatics* 3: 59-72.
- Peterson, A.T. et al., **2010**. *The big questions for biodiversity informatics*. *Systematics and Biodiversity*, 8(2), pp.159-168.
- Phillips, S. J., Anderson, R.P., & Schapire, R.E. **2006** *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. , 190, 231-259.
- Phillips, S. J., Dudík, M. **2008**. *Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation*. *Ecography* 2008, 31, 161–175.
- Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. (eds.) **1993**. *Biological Diversity of México. Origins and distribution*, Oxford University Press, New York.
- Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J. & Castro-Campillo, A. **2005**. *Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México*. *Acta Zoológica Mexicana* (ns), 21(1), p.21–82.

- Ramírez-Pulido, J. y Castro-Campillo, A. **1990**. *Regiones y Provincias Mastogeográficas*. Escala 1:4 000 000. Extraído de Regionalización Mastofaunística, IV.8.8. Atlas Nacional de México. Vol. III. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rodríguez, P., Soberón, J. y Arita, H. **2003**. *El componente beta de la diversidad de mamíferos de México*. *Acta Zoologica Mexicana*, 89: 241–259.
- Rodríguez-Tapia, G. y Escalante, T. **2006**. *Manejo e importancia de las bases de datos en colecciones biológicas*. P.p. 127 - 144 en: Colecciones mastozoológicas de México. C. Lorenzo, E. Espinoza, M. Briones y F. A. Cervantes (eds.). Instituto de Biología UNAM, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México, D. F.
- Rödder, D., Kielgast, J., Bielby, J., *et al.* **2009**. *Global Amphibian Extinction Risk Assessment for the Panzootic Chytrid Fungus*. *Diversity*. (September):52-66.
- Rojas-Soto, O.R., Alcántara-Ayala, O. & Navarro, A.G., **2003**. *Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemism and distributional modelling approach*. *Journal of Biogeography*, 30(3), pp.449-461.
- Rosen, B.R. **1988**. *From fossils to earth history: applied historical biogeography*. *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions* (eds A.A. Myers and P. Giller), pp. 437–481. Chapman & Hall, London.
- Rzedowski, J. **1993**. *Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico*, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 129-144.
- Rzedowski, J. **1998**. *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 129-145.

- Sarkar, S. **2005**. *Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction*, Cambridge University Press, 258pp.
- Sarukhán, J., J. Soberón & J. Larson-Guerra. **1996**. *Biological conservation in a high beta diversity country*. In: E. di Castri and T. Younes (eds). *Biodiversity, science and development: toward a new partnership*. CAB International. Pp. 246-263.
- Say, T. **1823**. in *Account of an expedition from Pittsburgh to the Rocky Mountains : performed in the years 1819 and 20, by order of the Hon. J.C. Calhoun, secy of war, under the command of Major Stephen H. Long : from the notes of Major Long, Mr. T. Say, and other gentlemen of the exploring party* compiled by Edwin James, botanist and geologist for the expedition; in two vols., H.C. Carey and I. Lea, Philadelphia, 1822-23.
- Sclater, P. L. **1858**. *On the general geographical distribution of the members of the class Aves*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 2:130–145.
- Smithsonian National Museum of Natural History. **2010**. *North American Mammals*. Basado en los libros *The Smithsonian Book of North American Mammals*, por Don E. Wilson y Sue Ruff (Smithsonian Institution Press, 1999) y *Mammals of North America*, por Roland W. Kays y Don E. Wilson (Princeton University Press, 2002). Disponible en: <http://www.mnh.si.edu/mna/main.cfm>
- Soberón, J., & T. Peterson. **2005**. *Interpretation of Models of Fundamental Ecological niches and species Distributional Areas*. *Biodiversity Informatica* 2:1-10.
- Stockwell, D. and Peters, D. **1999**. *The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction*. *Int. J. Geogr. Inform. Sci.* 13: 143_ 158.
- Szumik, C. A., y P.A. Goloboff. **2004**. *Areas of endemism: An improved optimality criterion*. *Society of Systematic Biologist* 53(6):968-977.

- Szumik, C., D. Casagrande, & Roig-Juñent, S. **2006**. *Manual de NDM/VNDM: Programas para la identificación de áreas de endemismo*. Instituto Argentino de estudios Filogenéticos Año V (3):1-26.
- Szumik C., F. Cuezco, P. Goloboff, y A. Chalup. **2002**. *An optimality criterion to determine areas of endemism*. Society of Systematic Biologist 51: 806-816.
- Szumik, C. & Roig-Juñent, S. **2005**. *Criterio de optimización para áreas de endemismo: El caso de América del Sur austral*. En Llorente, J. y Morrone J.J. (eds) *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED)*. CYTED-UNAM-Conabio, México, D.F. Pp. 495-508.
- Tiffney, B. H. **2008**. *Phylogeography, Fossils, and Northern Hemisphere Biogeography: The Role of Physiological Uniformitarianism*. Annals of the Missouri Botanical Garden, 95(1), 135-143.
- Weinsheimer, F., Mengistu, A. A., Rödder, D. **2010**. *Potential distribution of threatened *Leptopelis* spp. (Anura, Arthroleptidae) in Ethiopia derived from climate and land-cover data*. Endangered Species Research. 9:117-124.
- Whittaker, R., Araújo, M., Jepson, P., Ladle, R., Watson, J., y Willis, K. **2005**. *Conservation Biogeography: assessment and prospect*. Diversity and Distributions, pp.3-23.
- Wilson & Reeder (editors). **2005**. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed)*, Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.