



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PATRONES MACROECOLÓGICOS
EN MAMÍFEROS TERRESTRES Y MURCIÉLAGOS
DE NORTEAMÉRICA Y CENTROAMÉRICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

LINDSAY KAREN HERNÁNDEZ NOVA



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

TUTORA

DRA. ELLA VÁZQUEZ DOMÍNGUEZ

2008



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.

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Macroecología del Instituto de
Ecología de la UNAM.

HOJA DE DATOS DEL JURADO

1. Datos del alumno
Hernández
Nova
Lindsay Karen
51714833
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
09400093-3
2. Datos del tutor
Dra.
Ella
Vázquez
Domínguez
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Héctor Takeshi
Arita
Watanabe
4. Datos del sinodal 2
Dra.
Mercedes Pilar
Rodríguez
Moreno
5. Datos del sinodal 3
Biól.
Cristoforo Fabricio
Villalobos
Camacho
6. Datos del sinodal 4
Biól.
José Gerardo
Rodríguez
Tapia
7. Datos del trabajo escrito
Patrones macroecológicos en mamíferos terrestres y murciélagos de Norteamérica y
Centroamérica
63 p
2008

Para mi familia

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me acogió desde iniciación universitaria y he aprendido tanto y más a través de mi proceso y crecimiento académico. Por eso y más, gracias.

A todos los que hacen posible el laboratorio de macroecología del Instituto de Ecología de la UNAM: Dr. Héctor A., Dra. Ella V., Biól. Gerardo R., Biól. Fabricio V., Biól. Paulina T., Biól. Irma G., Biól. Tania G., y demás personas que aunque no sé sus nombres son importantes para aportar conocimiento en el estudio de la macroecología.

A mi tutora 'Ella V.' que tuvo tiempo y paciencia de leer mi tesis, que aunque en un principio 'rollera', supo llevar y limitar este estudio.

A Gerardo R. que me enseñó a manipular la base de datos de este trabajo y aprender a utilizar software útil para este estudio. Por su ayuda infinita en el laboratorio de macroecología.

A Héctor A. por ser mi sinodal y sus comentarios acerca de mi tesis aun con esa agenda siempre tan apretada. Por transmitirme el gusto de estudiar a los mamíferos y aun más los voladores.

A Fabricio V. por transmitirme tan buena vibra y energía durante la elaboración de esta tesis. Por sus comentarios tan profundos e inmersos en los procesos macroecológicos de los mamíferos voladores y terrestres.

A Pilar R. por ser mi sinodal y encontrar un espacio en su agenda y múltiples actividades para leer mi tesis. Por mostrarme la importancia de sacar provecho de todo lo aprendido y leído.

A la mamma 'mariposa' por estar conmigo durante todos los procesos de mi vida. Por darme la energía que necesito para lograr mis objetivos.

A mi sorella 'scoiatola girandola' que con su característica particular y específica (volar, aunque sea en avión) y que a través de su manera de analizar las comunidades por puentes inter e intraculturales, me dieron bases para realizar esta tesis. Por integrar al fratello que quisimos en la familia, Cesare.

Gracias a ambos, Cesare y mi 'sorella', cuya enseñanza reflexiva e interpretativa de entender las cosas, me ha enseñado a ver el lado ligero e interesante de la historia. Y por hacerme tía!

A 'Vida' por lo que es, por denotar siempre la individualidad de las personas en la comunidad, lo importante que es ser. Por saber dar y recibir. Por creer en mí.

A Frida, Diega y Antonia que me acompañaron durante la elaboración de esta tesis. Por enseñarme que la vida vuela y sin embargo puedes dejar huella.

ÍNDICE**PÁGINA**

<i>RESUMEN</i>	i
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1. FACTORES ASOCIADOS A LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN	1
1.2. MACROECOLOGÍA	2
1.3. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS	3
1.3.1. DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE ÁREA	3
1.3.2. DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO CORPORAL	4
1.4. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA	4
1.5. TAMAÑO DE ÁREA Y LATITUD (REGLA O EFECTO RAPOPORT)	5
1.6. TAMAÑO CORPORAL Y LATITUD (REGLA DE BERGMANN)	6
1.7. TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL	7
1.8. FORMA DEL ÁREA	7
1.9. MAMÍFEROS DE NORTEAMÉRICA	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. OBJETIVO GENERAL	10
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS	11
3.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	12
3.1.1. EXTENSIÓN LATITUDINAL	13
3.1.2. ÁREA DE OCURRENCIA	14
3.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS	14
3.3. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA	16
3.4. REGLA O EFECTO RAPOPORT	16
3.5. REGLA DE BERGMANN	16
3.6. RELACIÓN TAMAÑO DE ÁREA Y TAMAÑO CORPORAL	16
3.7. FORMA DEL ÁREA	16
3.7.1. FORMA DEL ÁREA POR DIVISIONES POLÍTICAS	17
3.7.2. FORMA DEL ÁREA A LO LARGO DE UN INTERVALO CONTINENTAL MÁS AMPLIO	18
4. RESULTADOS	20
4.1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	20
4.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO CORPORAL	22
4.3. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA	25
4.4. EFECTO RAPOPORT	26
4.5. REGLA DE BERGMANN	28
4.6. RELACIÓN ENTRE TAMAÑO DE ÁREA Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL	29
4.6.1. RAREZA DE ESPECIE	31
4.7. FORMA DEL ÁREA	32
4.7.1. FORMA DEL ÁREA POR DIVISIONES GEOPOLÍTICAS	33
4.7.2. FORMA DEL ÁREA A LO LARGO DE UN INTERVALO CONTINENTAL MÁS AMPLIO	36
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	39
5.1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS	39
5.1.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	39
5.1.2. TAMAÑO CORPORAL	41
5.2. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA	42
5.3. EFECTO RAPOPORT	43
5.4. REGLA DE BERGMANN	45

5.5. RELACIÓN TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL	48
5.6. FORMA DEL ÁREA	49
<i>6. CONCLUSIONES</i>	52
<i>7. BIBLIOGRAFÍA</i>	55
<i>8. ANEXOS I Y II</i>	

RESUMEN

En el presente estudio evalué los patrones macroecológicos de distribución de frecuencias de la masa corporal y del área de distribución, el gradiente latitudinal de riqueza de especies, el efecto Rapoport, la Regla de Bergmann, así como la relación que existe entre el área de distribución y masa corporal, además de analizar si dichos patrones son diferentes (o no) al utilizar dos formas de medir el área de distribución: área de ocurrencia y extensión latitudinal. También se evaluó el patrón que presenta la forma del área latitudinal y longitudinalmente. El grupo de estudio fueron los mamíferos distribuidos en Norteamérica y Centroamérica (desde 83.5° N hasta 7° N), incluyendo 533 especies, diferenciadas en dos grupos, 473 especies de mamíferos terrestres y 60 de mamíferos voladores (murciélagos). Los resultados sobre la distribución de frecuencias de la masa corporal y el área de distribución mostraron para ambos grupos de mamíferos una distribución con sesgo a la derecha conocida como de “curva hueca”, para ambas medidas de tamaño área. Por otra parte, se observó el patrón latitudinal de riqueza en el que existe un mayor número de especies hacia latitudes menores (hacia el Ecuador) y menor riqueza en las zonas templadas. Esto es entre 20° N y 40° N con un pico a los 20° N para ambos grupos de mamíferos. En cuanto al efecto Rapoport se encontró una relación positiva y significativa entre latitud y tamaño de área para ambos grupos de mamíferos y con las dos medidas de área. Por el contrario, la regla de Bergmann mostró una relación negativa y significativa para los murciélagos, pero positiva y significativa para los mamíferos terrestres. Por otro lado, no se encontró una relación significativa entre la masa corporal y el área para ninguna de las dos formas de medirla en mamíferos voladores, pero ésta fue significativa y positiva para los mamíferos terrestres tanto con la extensión latitudinal como con el área de ocurrencia. En cuanto a la forma del área, se observó que en la mayoría de los quirópteros es alargada (con orientación norte-sur), aunque una quinta parte presentó áreas ovaladas (con orientación este-oeste-sur), y de tamaño grande, mientras que en los mamíferos terrestres es alargada y con tamaño desde pequeñas a grandes. Al evaluar la forma del área considerando específicamente regiones más amplias (e.g. Norteamérica) o más angostas (e.g. Centroamérica) del continente, se observó que para la mayoría de los quirópteros es ovalada salvo que en regiones amplias los tamaños van de pequeño a mediano y en regiones estrechas desde mediano a grande. En cambio para los mamíferos terrestres se observaron en su mayoría formas alargadas y de tamaño de pequeñas a medianas en regiones amplias y de tamaño mediano a grande en estrechas. Así, puedo concluir que la separación por grupos de mamíferos en las diferentes evaluaciones es indispensable para evaluar los patrones macroecológicos. Los resultados permitieron además

definir rareza de especies en términos del área de distribución como del tamaño corporal. De los murciélagos estudiados 25% por tamaño corporal y área de distribución, y para los mamíferos terrestres el 27% se pudieron definir como especies raras. También fue importante utilizar las dos formas de medir el área para corroborar los resultados entre una a otra medida. Considero que no hubo variaciones con el uso de una medida u otra para el análisis de dichos patrones. Finalmente, fue necesario definir una división coherente (regional) para la evaluación de la forma de área de distribución, y no a nivel de continente.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El interés por saber dónde se localizan las especies, su organización en comunidades ecológicas y sus relaciones inter e intraespecíficas, nos ha llevado a evaluar generalidades y patrones de diversidad biológica en diferentes taxones; por ejemplo ¿cuáles son esos patrones y cómo cambian a diferentes escalas? y ¿cuáles son los factores asociados a dichos patrones?

FACTORES ASOCIADOS A LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

Un amplio número de factores tales como lo son la variedad de procesos evolutivos, las características geográficas y los eventos históricos (Schluter y Ricklefs, 1993) como dispersión (expansión de las distribuciones), extinción, vicarianza (fragmentación de las distribuciones), este último evento podría acelerar el proceso de la ocurrencia de diferenciación poblacional y especiación (Escalante, 2007). Así como sus interacciones en distintas escalas espaciales y temporales (Ruggiero, 2001), han sido asociados con los patrones de distribución de las especies.

Un ejemplo de dichos factores y las diferentes escalas es la relación entre la diversidad regional (el número total de especies en una región) y la diversidad local (el número de especies en distintas localidades dentro de una región) (Godfray, 2001). Se han sugerido dos tipos de relación entre estas dos escalas, una donde la diversidad local aumenta de manera proporcional con la regional, sin saturarse. Así, los factores que afectan a la diversidad regional también afectan a la diversidad local, mientras que los factores locales (i.e. interacciones entre las especies) parecen no afectar la diversidad local. En la segunda relación hay un aumento inicial de la diversidad local en relación con un aumento en la regional, ésta llega a una asíntota (se satura) mientras la regional sigue aumentando; aquí son los factores locales los que determinan la riqueza local (Lawton, 1999; Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003).

Whittaker et al. (2001) identifican ciertas variables asociadas con diferentes escalas de análisis. Por ejemplo, a nivel global, los procesos históricos como el balance entre especiación y la extinción, así como el clima, son determinantes del número de especies. Asimismo, los factores relacionados con topografía, suelo y el ambiente físico son relevantes a escala regional, mientras que a escala local, son los microambientes e interacciones bióticas los factores relevantes (Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003).

Muchos estudios se han enfocado a la comprensión de los patrones de distribución y abundancia de los organismos no sólo a escala local, sino a nivel de regiones o continentes (Arita y Rodríguez, 2001), basándose en la evidencia de que ciertas características de la estructura de conjuntos de especies locales pueden ser comprendidas a partir de los fenómenos a escalas regionales (Gaston, 1996). En el otro extremo se ha visto que el efecto que tienen factores ecológicos a escala local pueden asociarse a patrones de distribución de especies a escalas continentales (Ruggiero, 2001).

MACROECOLOGÍA

La Macroecología, campo de estudio de la ecología que Lawton (1999) define como “la mezcla entre la ecología, la biogeografía y la evolución”, generó en su momento una nueva línea de investigación dedicada a estudiar las relaciones entre organismos y su ambiente, caracterizando y explicando los patrones estadísticos de abundancia, distribución y diversidad a escalas espaciales amplias y escalas temporales grandes (Brown, 1995). La Macroecología es la disciplina que surge de la discusión sobre la relación entre los procesos locales y regionales (Brown, 1995). Como tal, dicha disciplina evidencia la importancia de una nomenclatura ecológica que se aplica al conjunto de especies a diferentes escalas. Por ejemplo Arita y Rodríguez (2001) usan la palabra “comunidad” para referirse al grupo de especies que interactúan a nivel local y el término de “ensambles” para dar cuenta del conjunto de especies que existen a nivel regional y continental.

Con el objetivo de estudiar las relaciones entre organismos y su ambiente a escalas espaciales regionales o continentales, diversos estudios macroecológicos han evaluado patrones de distribución, diversidad y riqueza de especies, y han incluido como variables básicas el área de distribución, la masa corporal y la abundancia de especies (Arita y Rodríguez, 2001). Dichos estudios han encontrado, en muchos casos, relaciones significativas entre dichas variables, y han contribuido a validar generalizaciones asociadas a dichos patrones.

El caso que muestra Brown (2003) es interesante pues identifica ciertas variables determinantes y permite esclarecer algunos de estos conceptos: “La masa está correlacionada con los requerimientos energéticos, nutritivos y de espacio de organismos individuales”, “La densidad poblacional local indica el número de individuos que coexisten en un área determinada”, “El tamaño y la configuración de la distribución geográfica muestra el área espacial y el rango de condiciones ambientales dentro de las cuales todas las poblaciones de una especie existen”

Se presentan a continuación ejemplos de algunos de los patrones de diversidad más estudiados.

1.3. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Willis (1922) evaluó la distribución de frecuencias de las áreas de distribución de especies y encontró que éstas mostraban una distribución log-normal o distribución de ‘curva hueca’, llamada así pues si se transforman los datos de la variable en cuestión a logaritmo, la distribución de frecuencias devienen una curva normal estadísticamente hablando, años después le llamaron distribución canónica de Preston. A este estudio le siguieron varios que trataron de interpretar los patrones observados en la distribución de frecuencias de áreas de distribución (Fisher, Corbet y Williams, 1943; Preston, 1948; MacArthur, 1957; Williams, 1964) y de tamaños corporales en diferentes grupos taxonómicos (Hutchinson y MacArthur, 1959; Van Valen, 1973). Con frecuencia se ha evaluado también la relación entre la distribución de la abundancia y tamaño (masa) corporal de las especies, tanto a nivel local como continental (Brown y Nicoletto, 1991; Blackburn y Gaston, 1994a; Arita y Figueroa, 1999).

1.3.1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO DE ÁREA

En su intento por cuantificar el tamaño del área ocupada por diferentes especies, Rapoport (1975, 1982) observó que, de los distintos órdenes de mamíferos de Centro y Norteamérica, los depredadores (carnívoros) y los herbívoros (artiodáctilos) se encontraban entre las especies que ocupan áreas más extensas y también observó que, dentro de los quirópteros, los murciélagos depredadores tenían áreas más amplias que los frugívoros y nectarívoros. Dicha observación era consistente para otros grupos taxonómicos y en otros continentes como África, igualmente para mamíferos. De manera que este hecho se repetía a nivel macrogeográfico. En otras palabras, los depredadores, al tener menor especificidad alimentaria, se encuentran menos restringidos y pueden extender su área de distribución a lo largo de distintos biomas y ecosistemas.

Invariablemente, diferentes autores que han evaluado la distribución de frecuencias del tamaño del área en diferentes taxones a escalas regionales o continentales han encontrado una distribución que muestra la forma de ‘curva hueca’, o sesgada a la derecha. Es decir, muchas especies con áreas de distribución pequeñas y muy pocas especies con distribuciones muy amplias (Rapoport, 1975, 1982; Anderson, 1985; Brown, 1995; Gaston, 1996, Arita y Figueroa, 1997). Ello porque la distribución de ensambles a escalas regionales o continentales tiende a tener sesgo a la derecha

bajo la transformación logarítmica (Brown y Nicoletto, 1991; Mauer et al., 1992; Brown et al., 1993; Blackburn y Gaston 1994; Gaston, 1998).

1.3.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL TAMAÑO CORPORAL

Brown et al. (1993) propusieron un modelo energético/evolutivo de masa corporal el cual predecía una distribución con sesgo a la derecha y, se ha observado que el patrón de distribución de masas corporales no es simplemente un efecto estadístico (Brown, 2003). Los estudios indican que las especies de tamaño corporal grande son menos comunes a escalas continentales, lo que significa un histograma de frecuencias con sesgo a la derecha (Brown, 1995). Análisis más recientes confirman que muchas comunidades o grupos de especies presentan esta forma de distribución (Mauer, 1999; Gaston, 1998; Arita y Figueroa, 1999; Gaston y Blackburn 2000, pero ver Gaston, 2001). Se ha visto en particular para mamíferos terrestres (Blackburn y Gaston 1998b). Habría que señalar que las características que determinan este patrón tienen que ver, entre otros, con la escala, la distribución de la vegetación (Krummel et al., 1987), los procesos evolutivos (Losos y Shluter, 2000) y ecológicos (Holling, 1992) y la organización a nivel de comunidades (Brown y Nicoletto, 1991). Por ejemplo, tenemos que en escalas locales es posible encontrar una distribución de frecuencias uniforme (Brown y Nicoletto, 1991).

El modelo energético que determinaron Brown et al. (1993) explicaría el tamaño óptimo para un mamífero terrestre, adecuado para adquirir la energía necesaria mínima y ser capaz de reproducirse: éste debería de pesar 100 g aproximadamente y debería coincidir con la categoría modal de la distribución de frecuencias de masas corporales. Asimismo, el tamaño inferior para un vertebrado endotérmico continental debería permanecer en un intervalo que va desde los 2 a 3 g (Brown y Nicoletto, 1991). Este modelo se ha observado para mamíferos de Norteamérica (Brown y Mauer, 1989; Blackburn y Gaston, 1998a; 1998b).

1.4. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA

Biodiversidad, la diversidad de la vida, está distribuida heterogéneamente en la Tierra (Gaston, 2000). La necesidad de entender por qué en algunas áreas hay mayor diversidad biológica (e.g. arrecifes de coral y bosque tropical), ha motivado el estudio sobre qué determina el número de especies en un área determinada.

El número total de especies es mayor en las faunas tropicales cuando se comparan con los de las faunas de las zonas templadas. Los biogeógrafos han hecho importantes aportaciones en torno a estas diferencias y, con el fin de determinar por qué ocurren, su objeto de estudio ha sido la variación en la riqueza de especies entre unidades biogeográficas grandes y los procesos, sobre todo histórico-evolutivos asociados. Por otro lado, el análisis de la composición de especies en las comunidades y el estudio de factores como, por ejemplo, los patrones climáticos, la heterogeneidad ambiental o las interacciones bióticas a diferentes escalas espaciales que han hecho los ecólogos, han permitido explicar los patrones de riqueza observados. Por ejemplo, el que exista un menor número de especies en los polos, el cual se incrementa hacia las zonas tropicales, es un patrón que se conoce como gradiente latitudinal de riqueza.

Además de que la variación en riqueza de especies a lo largo del gradiente latitudinal se ha asociado principalmente a aspectos histórico-evolutivos (Schluter y Ricklefs, 1993) y la alta heterogeneidad del hábitat (Pagel et al., 1991; Arita, 1993a; Davidowitz y Rosenzweig, 1998), también se han propuesto otros factores como la variación espacial (latitudinal) del tamaño de las áreas de distribución de las especies (Efecto Rapoport; Stevens, 1989, 1992, 1996). Por otro lado, se asocia la variación del área de distribución de los organismos con la latitud, por ejemplo en el caso de las aves y los mamíferos de Norteamérica y Centroamérica, las especies que habitan en latitudes más tropicales tienden a presentar áreas de distribución de menor tamaño que las especies que habitan regiones más boreales (Pagel et al., 1991). En general, el promedio de riqueza de especies en una muestra de área de tamaño dado, aumenta de las latitudes altas hacia las latitudes bajas (Chown y Gaston, 2000), es decir, la riqueza de especies aumenta a medida que se incrementa el área geográfica muestreada (Ruggiero, 2001). Así, diferencias en la extensión geográfica de los biomas, llamada ‘hipótesis de área geográfica’ predice que el número de hábitats se incrementa conforme el área aumenta, lo que propicia un mayor número de especies (Rosenzweig, 1975, 1992, 1995; Blackburn y Gaston, 1997). Otra explicación a la relación de riqueza de especies-y variación de área es, que los trópicos tienen una alta riqueza de especies debido a que tienen una mayor extensión geográfica por lo que al disminuir ésta hacia los polos el número de especies también disminuye (Terborgh, 1973). Se han desarrollado muchas teorías para explicar el gradiente latitudinal, incluyendo la heterogeneidad espacial, competencia, depredación, estabilidad climática y productividad (ver Pinka, 1966; Rohde, 1992; Rosenzweig, 1992, 1995). De hecho, Kaufman (1995) sugiere que este patrón es válido debido a una disyuntiva (“trade-off”)

entre el efecto de los factores abióticos y las interacciones bióticas. Colwell y Hurtt (1994), al igual que Willig y Lyons (1998), afirman que el gradiente de riqueza, con un número máximo de especies en los trópicos, puede ser explicado por procesos estocásticos. Asociadas este gradiente latitudinal se le han descrito el efecto de Rapoport y la regla de Bergmann, explicadas a continuación.

1.5. TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y LATITUD (REGLA O EFECTO RAPOPORT)

Stevens (1989) encontró que al graficar el tamaño de área de distribución y la latitud se observaba una correlación positiva que constituía un patrón consistente, en el cual el tamaño promedio del área de distribución disminuía conforme disminuía la latitud. Stevens denominó este patrón regla de Rapoport en honor a Eduardo Rapoport, quien fue el primero en detectar y documentar este fenómeno para las subespecies de mamíferos del continente Americano. El patrón documenta que el tamaño del área de distribución es menor hacia las zonas tropicales. Existen varias explicaciones de este patrón, dentro de las cuales se encuentran: mayor o menor tolerancia climática de las especies a altas latitudes, un mayor número de interacciones interespecíficas en latitudes bajas, ciclos climáticos del Pleistoceno (Ruggiero, 2001).

Aunque se han encontrado casos que apoyan la validez de la regla Rapoport para diferentes grupos taxonómicos, también se han encontrado muchas excepciones (Gaston, et al., 1998) y ha sido un tema de gran controversia. Por ejemplo, Rhode (1996) argumenta: "La regla Rapoport es un fenómeno estrictamente local, restringido a zonas como la Paleártica y Neártica (Holártico), sobre latitudes de aproximadamente 40-50° N". Además no siempre lo muestran especies endémicas (Gaston y Blackburn, 2000). Dado que se ha encontrado que esta relación varía se le denominó, en lugar de regla, efecto Rapoport.

Existen dos métodos básicos para analizar la variación latitudinal del tamaño del área de distribución (Gaston et al. 1998b). Uno permite comparar, para diferentes latitudes, el promedio de tamaño de área de todas las especies residentes para cada banda latitudinal, o sea que cada área se toma en cuenta varias veces en el análisis (área promedio, Stevens 1989). Y otro, donde el tamaño de área considerada está centrada para diferentes latitudes, es decir, que cada especie contribuye una sola vez en el análisis (punto medio, Rohde et al. 1993).

1.6. TAMAÑO CORPORAL Y LATITUD (REGLA DE BERGMANN)

En su versión original esta regla predice que las especies de vertebrados de sangre caliente de climas fríos tienden a ser de tamaño corporal más grandes que sus congéneros de climas cálidos (Bergmann, 1847). Más tarde esta regla fue reformulada y establecida como una generalidad (Rensch, 1938; Mayr, 1963) para los homeotermos e incluso descrita como patrón en vertebrados poiquilotermos y varios taxones de invertebrados (e.g. Lindsey, 1966; Cushman et al., 1993; Atkinson, 1994; Arnett y Gotelli, 1999; Porter y Hawkins, 2001; Ashton, 2002). Sin embargo, se ha visto que esta regla no se cumple para todos los grupos ni para todas las áreas geográficas (Blackburn et al., 1999). También algunos estudios de variación geográfica del tamaño corporal en aves y mamíferos resumen que es una generalización ecológica válida para aves y mamíferos a nivel de clase, orden y familia (Meiri, 2003). Para esta observación, primeramente reconocida por Carl Bergmann, se han generado diferentes explicaciones. En concreto la regla se refiere a que en latitudes mayores se encuentran organismos con masa corporal más grande, empero ¿qué atributos ecológicos tienen? En latitudes altas se encuentra una tendencia de los organismos a ser más generalistas que en latitudes bajas, en las cuales tienden a ser más especialistas; por lo que una de las explicaciones a la regla de Bergmann ha sido relacionada con la disponibilidad de recursos a diferentes latitudes, y a la consecuente menor competencia en latitudes mayores. Otra explicación se relaciona con la capacidad de obtener energía del medio (Brown et al., 1993) relacionado con diferentes factores climáticos (e.g. temperatura). De manera que, por ejemplo, las aves sedentarias se ajustan a la regla aún más que aquellas que son migratorias (Meiri, 2003). Otra explicación se refiere al tamaño corporal óptimo, definido por restricciones fisiológicas, para mantener la temperatura corporal en organismos endotérmicos (Schmidt-Nielsen, 1984), de manera que al conservar mejor el calor, especies con tamaño corporal mayor pueden colonizar regiones templadas.

1.7. TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL

En general se ha observado que las especies pequeñas tienden a estar más restringidas geográficamente que las de mayor talla, por lo que comúnmente los organismos con tamaño corporal mayor tienen áreas de distribución más grandes (Brown y Mauer, 1987; Brown et al., 1996). Blackburn y Gaston (1996) observaron que la relación ideal entre el tamaño corporal y el área de distribución de una especie tiene algunos límites: el tamaño mínimo determinado por procesos fisiológicos considerando la especie como un individuo, el área mínima de distribución

determinada por la dinámica poblacional si se refiere a la especie dentro de una población. Asimismo, la determinación del tamaño máximo del área de distribución estará dada por el continente desde el punto de vista de los ensambles regionales o bien a gran escala (Arita y Rodríguez, 2001).

En particular para mamíferos este patrón muestra que para especies de pequeñas a medianas hay un tamaño mínimo constante, pero las especies de tamaños más grandes tienen áreas mínimas cada vez más grandes. Además, a una escala regional las especies de tamaños corporales grandes tienen un área de distribución amplia y a escalas menores el área de distribución puede ser pequeña o grande (Blackburn y Gaston, 1998a).

1.8 FORMA DEL ÁREA

Las áreas de distribución han sido consideradas por algunos investigadores como una medida simplista de la complejidad de las distribuciones espaciales de organismos individuales dado que no proporciona, por sí misma, información acerca de la forma y la dinámica entre áreas de distribución. Sin embargo, Brown (1995) encontró una relación estrecha con la geografía de los continentes, características geológicas y climatológicas, así como con la forma de las áreas de distribución que incluso se repetían en algunos animales ectotérmicos y endotérmicos de Norteamérica.

Brown y Maurer (1989) muestran una forma sencilla de tener una aproximación del tamaño y la configuración del área de distribución: midieron las distancias máximas norte-sur (extensión latitudinal) y este-oeste (extensión longitudinal) de las áreas y graficaron una en cada eje (X y Y); dicha gráfica tiene una línea hipotética a lo largo de la cual están áreas cuyas dos dimensiones son iguales (e.g. circulares). Las áreas pequeñas están cerca del origen y las grandes alejadas de éste. Las especies cuyas áreas están por arriba de la línea hipotética tienen un área con forma alargada orientada norte-sur y aquellas ubicadas por debajo tienen áreas ovaladas, es decir orientadas este-oeste (Brown, 1995) (Fig. 1). Brown y Maurer (1989) encontraron que mamíferos terrestres lo mismo que aves terrestres de Norteamérica presentaban dicho patrón, particularmente áreas pequeñas alargadas y áreas grandes ovaladas. Sin embargo, en aves terrestres europeas encontraron que tanto las áreas pequeñas como las grandes tenían una orientación este-oeste. Los autores asociaron las diferencias en el patrón a características climáticas y geográficas particulares de cada

continente. Este patrón también se observó para lagartijas y serpientes norteamericanas (Brown, 1995).

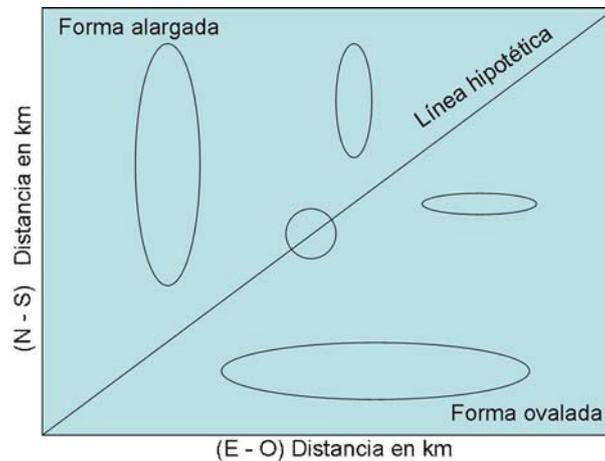


Figura 1. Representación gráfica de la forma y el tamaño del área de distribución, tomando en cuenta la forma sencilla de tener una aproximación sobre el tamaño y la configuración del área de distribución propuesta por Brown y Maurer (1989)

1.9. MAMÍFEROS DE NORTEAMÉRICA

México, ubicado en Norteamérica, es el segundo país con el mayor número de especies de mamíferos del mundo (507), incluyendo terrestres, marinos y voladores. A nivel mundial se encuentra en primer lugar Indonesia quien compite con Brasil en América (Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Brown, 1995; Mittermaier, 1992). Los mamíferos voladores de México son uno de los grupos taxonómicos más diversos de América (Arita, 1997), son un grupo con adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ecológicas relacionadas con el vuelo (Arita y Fenton, 1997; Norberg y Rayner, 1987) y, en particular, responden a barreras geográficas diferentes que aquellas que son importantes para los mamíferos terrestres (Ortega y Arita, 1998). Se ha observado que los patrones de distribución en murciélagos son diferentes a los mamíferos no voladores y, como sugiere Kaufman (1995), el patrón latitudinal es mejor entendido si se separan los dos grupos de mamíferos en estudios sobre patrones de distribución.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar algunos patrones macroecológicos de los mamíferos terrestres y voladores (como grupos separados) de Norte y Centroamérica y si éstos varían al utilizar dos medidas de tamaño de área (área de ocurrencia y extensión latitudinal).

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

1. Evaluar la distribución de frecuencias del área de distribución y del tamaño corporal, relacionadas con la riqueza, para los dos grupos de mamíferos (mamíferos terrestres y murciélagos).
2. Evaluar el gradiente latitudinal de riqueza, el efecto Rapoport y la Regla de Bergmman para ambos grupos de mamíferos.
3. Evaluar la forma que tiene el área de distribución (latitudinal y longitudinalmente) en ambos grupos de mamíferos.
4. Evaluar la relación entre el tamaño corporal y el tamaño del área.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se concentró en dos atributos de los mamíferos de Norteamérica (NA) y Centroamérica (CA): el área de distribución y la masa corporal. Para las diferentes evaluaciones se empleó la base de datos de los mamíferos de América del Norte (Arita y Rodríguez, 2004) (disponible en la página web <http://www.conabio.gob.mx>). Dicha base fue elaborada digitalizando los mapas de distribución histórica de especies de mamíferos terrestres y voladores, sin incluir a las especies insulares, las introducidas ni las marinas, teniendo como base los mapas propuestos por Hall (1981) y actualizados hasta el 2000. Como parte de mi trabajo incluí, del total de 757 especies de mamíferos que tiene la base, los datos de aquellas especies cuyas áreas de distribución se encontraban entre los límites latitudinales extremos 83.5° N y 7° N, es decir, desde Alaska y Canadá hasta Panamá. Se excluyeron además las especies para las que no se tenía información sobre masa corporal (i.e. aquellas de las que sólo existe el ejemplar tipo y no tiene este registro). El tamaño corporal que consideré para el trabajo fue el tamaño promedio de los machos adultos de cada especie (Arita y Figueroa, 1999).

En general, para verificar los datos y las distribuciones de las especies, utilicé como referencia la compilación de Wilson y Reeder (1993), Reid (1997) y la compilación de Kays (2002). De tal forma que trabajé con un total de 533 (70% del total de 757) especies, de las cuales 60 son mamíferos voladores (Chiroptera) y 473 son mamíferos terrestres (Artiodactyla, Lagomorpha, Carnivora, Rodentia, Didelphimorphia, Insectivora).

Realicé los análisis por separado para los mamíferos voladores y los terrestres pues, en estudios precedentes de distribución de especies de mamíferos en NA (Norteamérica) se ha observado que hay diferencias significativas en los patrones encontrados (Fleming 1973; Wilson 1974; McCoy y Connor 1980; McCoy 1980; Wilson, 1974; Arita, 1993b). En este sentido datos de varios investigadores sugieren además que la distribución de murciélagos tiene una fuerte influencia en el patrón latitudinal, que presentan un aumento considerable hacia zona más tropicales (McCoy y Connor, 1980; Wilson, 1974) y su riqueza está determinada en gran medida por condiciones asociadas a las zonas tropicales como la productividad primaria, a estabilidad climática y la disponibilidad de recursos durante todo el año (Arita, 1993a; Fleming, 1973). Por lo que los factores que promueven la diversidad en ambos grupos son distintos (Arita, 1993a; Fleming, 1973),

pues los mamíferos terrestres presentan discontinuidades en el patrón del aumento de especies que va de los polos al Ecuador, pues los mamíferos neotropicales y neárticos tienden a aumentar en número de especies hacia el Ecuador o hacia el Norte, respectivamente. Además, se ha observado que la heterogeneidad espacial y, por consiguiente, la diversidad de hábitats son factores que propician una alta riqueza de especies en los mamíferos terrestres (Arita, 1993a). Por otro lado datos recientes sugieren que la temperatura, la precipitación anual y la topografía pueden ser buenos predictores de la riqueza de especies de murciélagos, a nivel de familia, y que los resultados de estudios biogeográficos en este grupo de mamíferos voladores pueden ser engañosos si se trabaja a nivel de orden (Patten, 2004). Aunque murciélagos no son enteramente responsables del gradiente, el patrón es mejor entendido si se consideran los grupos de mamíferos por separado (Kaufman, 1995).

3.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Existen diferentes maneras de medir el área de distribución, pero en este estudio me enfoqué en dos en particular: la extensión latitudinal (no confundir con extensión de ocurrencia de Gaston 1991, 1994); en el presente trabajo utilizamos la denominación de extensión latitudinal (ver Gaston 1996, Cardillo 2002, Olifiers et al. 2004), la cual se refiere a la distancia lineal que existe entre los dos puntos latitudinales extremos del área de distribución de una especie medida en kilómetros. La otra medida que utilicé es el área de ocurrencia calculada en km^2 , la cual incluye los espacios o discontinuidades inmersas en el área de distribución, por lo que considera un área total continua, y que no es lo mismo que área de ocupancia (Gaston 1991, 1994), en la cual se considera el área donde verdaderamente se encuentra a la especie (no incluye huecos ni discontinuidades en la distribución), que sería equivalente a trabajar con datos de colecta de campo y no históricos.

Para obtener las latitudes y longitudes extremas de las especies fue necesario digitalizar los mapas con ayuda del software Arcview versión 3.2. Con ello también obtuve el punto medio de cada distribución, la extensión latitudinal y el área de ocurrencia de cada especie, tal como explico a continuación.

3.1.1. EXTENSIÓN LATITUDINAL

Con Arcview 3.2 desplegué cada área de distribución en una proyección *geográfica*, la cual me mostraba cada área de distribución como área sombreada dentro del mapa. Con esta proyección la magnitud de error es mínima, o bien, no significativa en cuanto al nivel de resolución lograda en los mapas de distribución (Smith et al. 1994), ya que es una proyección de tipo plano, es decir tipo una esfera desplegada en plano, siendo así ideal para obtener distancias en extensión latitudinal y ajustándose a un mínimo de error provocada por la distorsión de los cuadros de una gradilla en las distintas áreas o regiones del Hemisferio Norte.

Obtuve también las latitudes y longitudes máximas para cada área de distribución. Una vez compilados estos datos me fue posible estimar la extensión latitudinal en grados, o sea cuántos grados hay entre las latitudes extremas (latitud más norteña menos la latitud más sureña).

Para calcular la extensión latitudinal en kilómetros fue necesario hacer la conversión de grados a kilómetros tomando en cuenta que los paralelos (al Ecuador) son equidistantes entre sí y los meridianos convergen en los polos y se distancian en el Ecuador. Si la Tierra fuera una esfera perfecta, sus medidas serían las siguientes (Arita, comunicación personal):

Circunferencia, $P = 40000\text{km}$ (por definición del metro), diámetro, $D = P/\pi = 12,732\text{km}$.

Como $P = 2\pi R$ es el arco completo (correspondiente a 360°), se deduce que la distancia correspondiente a una latitud θ , medida esta última como el ángulo con respecto al Ecuador es:

$$d = \theta/360 \cdot 2\pi R = \theta R/180$$

Por lo tanto, la distancia correspondiente a un desplazamiento de un grado latitudinal ($\theta = 1^\circ$) es:

$$d_{1^\circ} = R/180 = 111.1\text{km}$$

Con base en lo anterior, cada extensión latitudinal en grados se multiplicó por 111.1km, para obtener el equivalente en kilómetros.

3.1.2. ÁREA DE OCURRENCIA

Fue necesario desplegar los mapas de las áreas de distribución para cada especie en proyección geográfica de Alberts. En este caso la proyección de Alberts es óptima para la estimación, lo más exacto posible, de cada una de las áreas de distribución de las especies de mamíferos en km² ya que tiene la característica de que es más real a la curvatura del planeta y por ello cada cuadro mide diferente para cada grado. Lo anterior es algo que en la proyección geográfica no sucede por ser un mapa plano con cuadros de medio grado de latitud y de longitud. La proyección geográfica de Alberts fue ideal para saber el área por cuadro de cada mapa de distribución para un hemisferio y no fue necesaria una proyección Lambert Azimutal que, como ya se sabe, sirve para trazar regiones grandes como continentes o de un hemisferio a otro, pues las distribuciones se encuentran sólo dentro del Hemisferio Norte y basta una proyección plana (geográfica), pues la distorsión es mínima entre los rangos establecidos dentro del continente.

Posteriormente para obtener el área “real” en km², realicé una suma del área de los cuadros que contuviera el área de distribución previamente desplegada en el mapa en Arcview 3.2. Una estimación similar de tamaño de área por la suma de cuadros incluidos en el área de distribución de cada especie, fue propuesta por Arita (1997) para las distribuciones de mamíferos mexicanos con un método de gradilla con cuadros de 0.5 X 0.5 grados cuadrados.

Es importante mencionar que como el tamaño de los cuadros varía dependiendo del estudio y está usualmente determinado por fines prácticos (Gaston, 1994) uno de los criterios para poder incluir en la suma un cuadro, o bien cuantificar el cuadro en el área de ocurrencia, y obvio poder calcular el área de ocurrencia, fue que en el mapa dicho cuadro tuviera el 60% ó más de la distribución de las especies (e.g. no consideré cuadros con menos del 40% del área de distribución respectiva).

3.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Realicé los histogramas de frecuencias de (1) área de distribución medida como extensión latitudinal y área de ocurrencia y (2) tamaño corporal (con base en la masa) en ambos grupos de mamíferos con el programa Excel.

Hice los histogramas de frecuencia en escala normal y en logarítmica, estimando el número

adecuado de categorías para cada caso, empleando el logaritmo en base 2 para la evaluación de la distribución de frecuencias de tamaño de masa corporal según los resultados obtenidos por diversos autores (e. g. Preston, 1962; Brown y Nicoletto, 1988, 1991).

Así, para determinar las categorías o intervalos de clase, K de los histogramas de frecuencia de tamaño de área y tamaño corporal hice lo siguiente:

(1) utilicé la regla de Sturges que indica que

$$K = 1 + 3.322 (\log n)$$

donde n es el número de datos

(2) para el tamaño de las categorías se usa la fórmula:

$$w = R/K$$

donde R es el intervalo de la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de la media

Para evaluar la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para realizar la estadística descriptiva utilicé el programa GraphPad InStat 3.0. En cuanto a los histogramas de frecuencias evalué la asimetría de la distribución y su significancia con base en la prueba de Shapiro-Wilk (SW-W) con el programa Statistica 6.0. Para los análisis de gradientes utilicé estadística paramétrica para datos normales (correlaciones de Pearson), mientras que para los que no presentaron normalidad me basé en correlaciones de Spearman, con el programa Statistica 6.0.

Con base en Arita (1993b), realicé una clasificación de rareza de especies considerando dos parámetros: área de distribución y tamaño corporal. Así, para determinar especies con distribución restringida y aquellas de amplia distribución, calculé la mediana del total de las áreas medidas como extensión latitudinal y como área de ocurrencia. Con ello se tiene la mitad de las especies con tamaño de área por debajo de la mediana, y la mitad por encima de este valor. Este criterio ya había sido empleado para la determinación de distribución restringida de especies de mamíferos mexicanos por Arita et al. (1997). De igual forma clasifiqué a las especies con base en el tamaño corporal, donde la mitad tiene una masa pequeña ('restringida') y la otra mitad un valor de masa grande. Finalmente, se determinó cuáles especies se clasifican como raras, al presentar ambos criterios, área de distribución y tamaño corporal pequeños.

3.3. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA

Para evaluar el gradiente latitudinal estimé el número de especies promedio, de 5 en 5 grados, entre los 83.5° N y los 7° N, utilizando el punto medio como medida de la latitud. Es decir que para cada “banda latitudinal” de 5° sólo tomé a las especies que su punto medio cayera dentro dicho intervalo. El punto medio lo obtuve por medio de la suma de los extremos de la extensión latitudinal de cada especie dividida entre dos, es decir, la suma de la latitud más norteña y la latitud más sureña y después dividiéndola entre dos.

3.4. EFECTO RAPOPORT

Para evaluar el efecto Rapoport estimé la relación entre latitud (punto medio) y las dos medidas de área de distribución por medio de una correlación, con base en la prueba de r de Pearson, para mamíferos voladores y la prueba de r de Spearman para mamíferos terrestres, utilizando el programa Sigma stat.

3.5. REGLA DE BERGMAN

Evalué la relación entre latitud (punto medio) y la masa corporal transformada en logaritmo, por medio de una correlación con base en la prueba de r de Pearson para mamíferos terrestres y en la de r de Spearman para mamíferos voladores.

3.6. RELACIÓN TAMAÑO DE ÁREA Y TAMAÑO CORPORAL

De acuerdo con Brown (1995) de que el área de distribución de los organismos está asociada directamente con el tamaño corporal, evalué la relación entre la masa corporal y el tamaño de área de distribución con una regresión y ambas medidas transformadas en logaritmo, ya que una correlación simple mostraría una correlación significativamente positiva o negativa, según sea el caso, entre las variables y, por tanto evitar una sobre valoración en los análisis.

3.7. FORMA DEL ÁREA

Evalué la forma del área analizando la relación entre extensión longitudinal y la extensión latitudinal máximas, ambas transformadas en logaritmo (Brown, 2003), primero para todas las

especies incluidas en el estudio –Norteamérica (NA), México (M) y Centroamérica (CA) (terrestres y voladores separados)-. Posteriormente se analizaron por grupos específicos como se explica a continuación:

3.7.1. FORMA DEL ÁREA POR DIVISIÓN POLÍTICA

Evalué la forma de área para especies cuya área de distribución se encontrara exclusivamente (a) al norte de México (NA ó $83^{\circ} 53' - 32^{\circ} 43' 06''$ N), (b) en todo México (M ó $32^{\circ} 43' 06'' - 14^{\circ} 32' 27''$ N) y (c) en países al sur de México (CA ó $14^{\circ} 32' 27'' - 7^{\circ}$ N) (Fig. 2). Es decir utilizando como límites los países, para saber como se comportan, o bien que forma tienen, las áreas de distribución de las especies que se extienden a lo largo de un área continental estrecha y a lo largo de una amplia. Es cierto que las especies no reconocen los límites geopolíticos, sin embargo basándome en dichos límites pude comparar el patrón en regiones continentales con diferente tamaño.

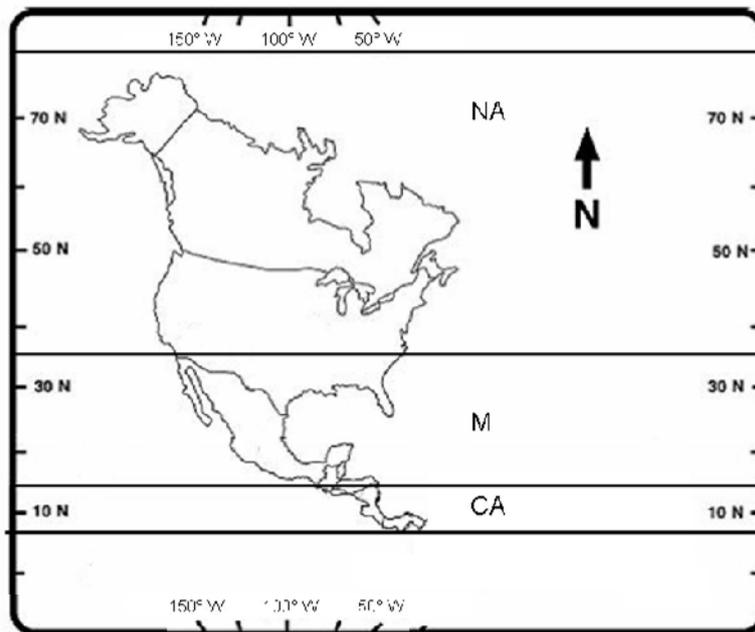


Figura 2. Representación gráfica de las divisiones hipotéticas o “bandas latitudinales” utilizadas para el análisis de forma de área por divisiones geopolíticas, las cuales muestran: (NA) los países que se encuentran al norte de México entre los $83^{\circ} 53'$ y $32^{\circ} 43' 06''$ N, (M) se refiere al área latitudinal de México entre $32^{\circ} 43' 06''$ y $14^{\circ} 32' 27''$ N y, (CA) los países al sur de México entre los $14^{\circ} 32' 27''$ y 7° N. Mapa modificado de Stevens, 2004.

3.7.2. FORMA DEL ÁREA A LO LARGO DE UN INTERVALO CONTINENTAL MÁS AMPLIO

Una última comparación la hice de manera más extrema, considerando especies cuya área de distribución se ubicaba en regiones continentales muy amplias (Norteamérica) con aquellas en regiones muy estrechas (Centroamérica y la parte más estrecha de México). Esto para tener un mayor número de especies de mamíferos voladores en el análisis; por lo que en este caso utilicé límites subjetivos, tomando como base los límites donde incluía un número mayor de especies, respetando los rangos o regiones continentales más estrechas y más amplias, y de este modo comparar el patrón en regiones continentales con diferente tamaño. De manera que las tres divisiones que consideré para mamíferos terrestres fueron cuya área de distribución de las especies se encontrara en los siguientes límites: $83^{\circ} 5' - 31^{\circ} \text{ N}$ (NA), $32^{\circ} 43' 06'' - 14^{\circ} 32' 27'' \text{ N}$ (M) y $15^{\circ} 5' - 7^{\circ} \text{ N}$ (CA) y para los murciélagos $83^{\circ} - 27^{\circ} \text{ N}$ (NA), $47^{\circ} - 13^{\circ} 16' \text{ N}$ (M) y $24^{\circ} - 7^{\circ} \text{ N}$ (CA). Estas tres áreas las consideré ya que se esperarían diferentes tamaños y formas de área de distribución es estas tres grandes “bandas latitudinales”.

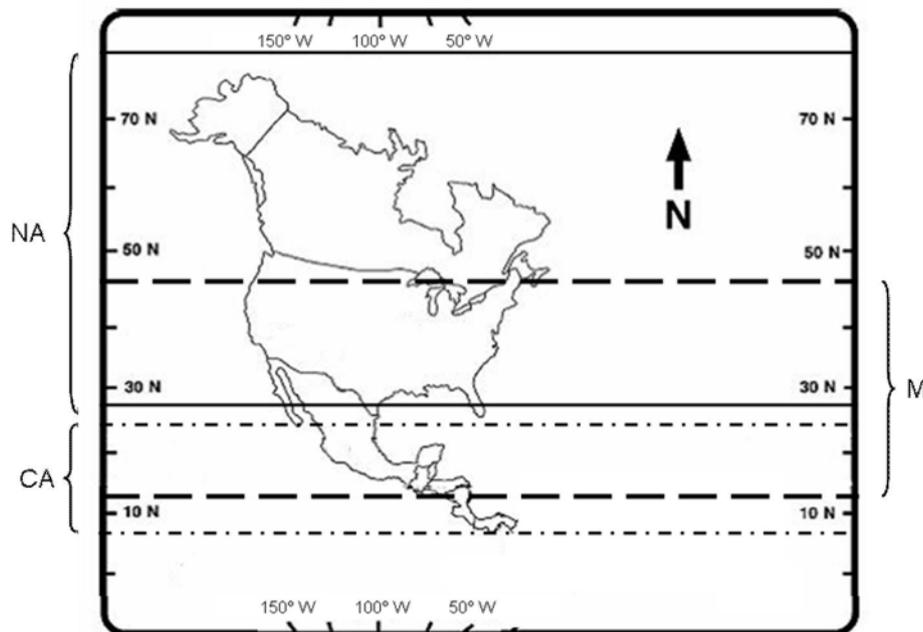


Figura 3. Representación gráfica de las “bandas latitudinales” útiles para el análisis de las formas de área de distribución de las especies de mamíferos voladores. La línea continua muestra la “banda latitudinal” de NA regiones amplias, la banda denotada por punto y línea (CA) muestra las regiones estrechas y la banda latitudinal entre las barras para el análisis de forma de área en la región de México (M). Mapa modificado de Stevens, 2004.

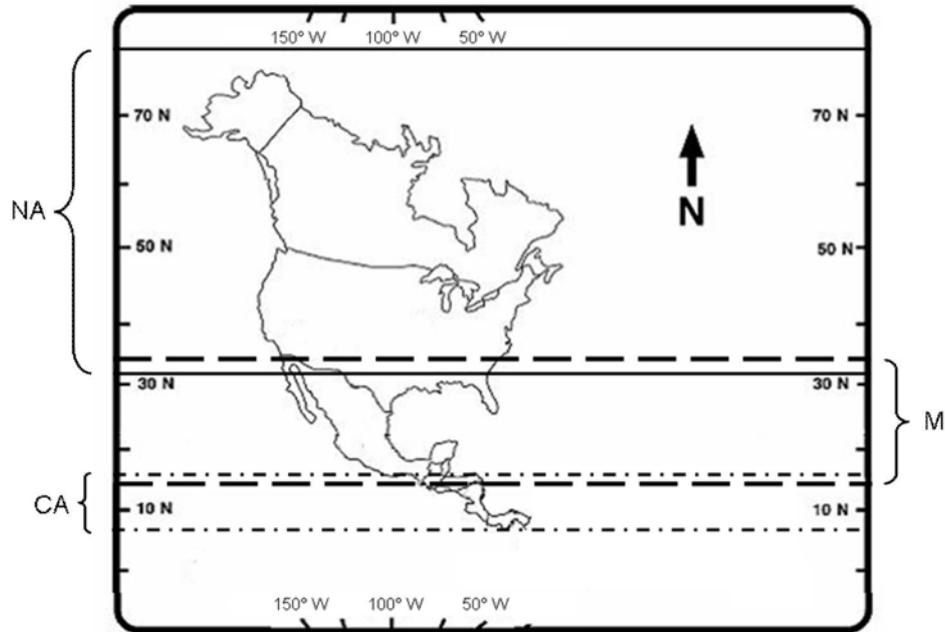


Figura 4. Representación gráfica de las “bandas latitudinales” útiles para el análisis de las formas de área de distribución de las especies de mamíferos terrestres. La línea continua muestra la “banda latitudinal” de NA regiones amplias, la banda denotada por punto y línea (CA) muestra las regiones estrechas y la banda latitudinal entre las barras para el análisis de forma de área en la región de México (M). Mapa modificado de Stevens, 2004.

4. RESULTADOS

4.1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

MAMÍFEROS VOLADORES

Considerando la extensión latitudinal en mamíferos voladores se observó una distribución de frecuencias (Fig. 5a) con sesgo significativo hacia la derecha ($g = 0.659$, $SW-W = 0.920$, $p < 0.001$), lo cual indica que la mayoría de las especies tiene distribución restringida y pocas tienen distribución amplia. Así, predominan especies con áreas de tamaños pequeños a medianos, es decir de 740 km a 3,700 km, y pocas con áreas grandes (4,440-5,920 km). En escala logarítmica la distribución tuvo un sesgo significativo a la izquierda ($g = -0.659$, $SW-W = 0.923$, $p < 0.001$) (Fig. 5b; Cuadro 1).

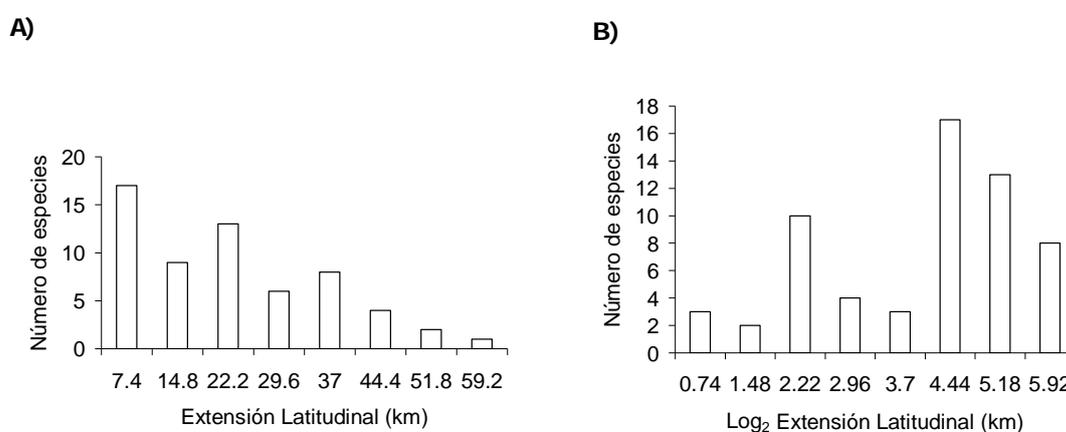


Figura 5. Mamíferos voladores. a) Distribución de frecuencias de la extensión latitudinal, en cientos de kilómetros, b) distribución de frecuencias de la extensión latitudinal en \log_2 .

Asimismo, para el área de ocurrencia en mamíferos voladores se observó una distribución significativamente sesgada a la derecha ($g = 2.901$, $SW-W = 0.669$, $p < 0.001$) (Fig. 6a) que denota un amplio número de especies con áreas pequeñas ($0.85 \times 10^6 \text{ km}^2 - 2.75 \times 10^6 \text{ km}^2$), pocas con tamaños medianos e incluso con huecos en la distribución y sólo algunas especies con áreas grandes, de entre $12.25 \times 10^6 \text{ km}^2$ y $14.15 \times 10^6 \text{ km}^2$. En escala logarítmica se obtuvo un sesgo significativo a la izquierda ($g = -0.695$, $SW-W = 0.948$, $p = 0.012$) (Fig. 6b; Cuadro 1).

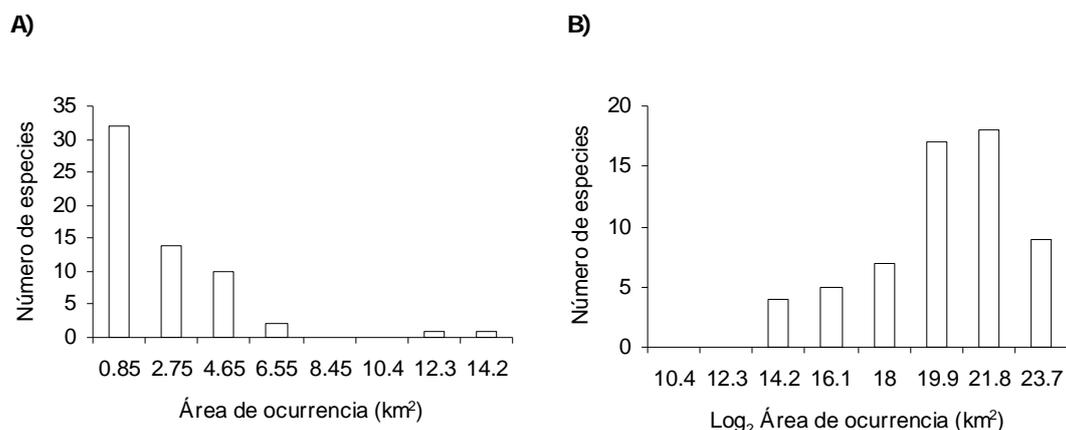


Figura 6. Mamíferos voladores. a) Distribución de frecuencias del área de ocurrencia, en millones de km², b) distribución de frecuencias del área de ocurrencia en log₂.

MAMÍFEROS TERRESTRES

En cuanto a mamíferos terrestres, la distribución de frecuencias de la extensión latitudinal mostró igualmente una distribución sesgada a la derecha (Fig. 7a) altamente significativa ($g = 1.384$, $SW-W = 0.851$, $p < 0.001$), de tal manera que predominan especies con áreas de tamaños pequeños a medianos (720 km a 3600 km) y muy pocas con áreas grandes (4320-7200 km). A escala logarítmica este sesgo cambió a la izquierda y también fue significativo ($g = -0.453$, $SW-W = 0.963$, $p < 0.001$) (Fig. 7b; Cuadro 2).

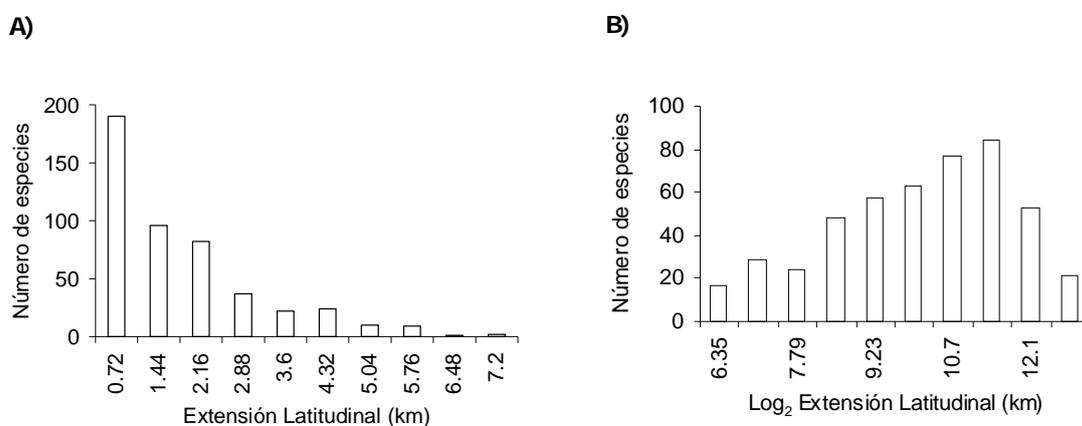


Figura 7. Mamíferos terrestres. a) Distribución de frecuencias de la extensión latitudinal, en miles de kilómetros, b) distribución de frecuencias de la extensión latitudinal en log₂.

Con el área de ocurrencia, en mamíferos terrestres se observó un sesgo significativo a la derecha ($g = 2.943$, $SW-W = 0.554$, $p < 0.001$), es decir un mayor número de especies con áreas pequeñas ($0.18-1.96 \times 10^6 \text{ km}^2$) y pocas con áreas medianas a grandes (de $3.74 \times 10^6 \text{ km}^2$ a $17.98 \times 10^6 \text{ km}^2$) (Fig. 8a). Sin embargo, a diferencia de los mamíferos voladores, éstos no presentaron huecos en la distribución. Al transformar los datos a escala logarítmica cambia el sesgo a la izquierda ($g = -0.027$, $SW-W = 0.984$, $p < 0.001$) (Fig. 8b; Cuadro 2).

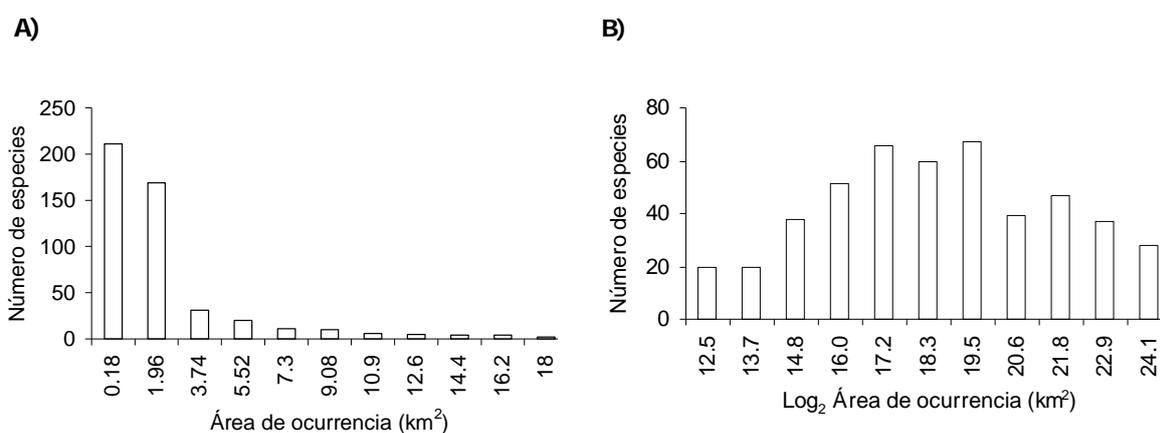


Figura 8. Mamíferos terrestres. a) Distribución de frecuencias del área de ocurrencia, en millones de km^2 , b) distribución de frecuencias del área de ocurrencia en escala logarítmica.

4.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO CORPORAL

MAMÍFEROS VOLADORES

La distribución de frecuencias de masa corporal para los murciélagos estudiados se encontró en el intervalo de 2.82 g (*Myotis planiceps*) y 55,2 g (*Eumops underwoodi*), y se observó un sesgo a la derecha significativo ($g = 2.032$, $SW-W = 0.794$, $p < 0.001$). Como puede observarse en la Fig. 9a, un altísimo número de especies tienen valores muy pequeños de masa (86.6%) y muy pocas presentan una masa mayor a los 30 g (cuatro especies o el 6.6% pesan de 30 a 40 g y sólo una pesa más de 50 g). En escala logarítmica no cambió el sesgo y se mantuvo a la derecha ($g = 0.368$, $SW-W = 0.980$, $p = 0.449$) (Fig. 9b; Cuadro 1).

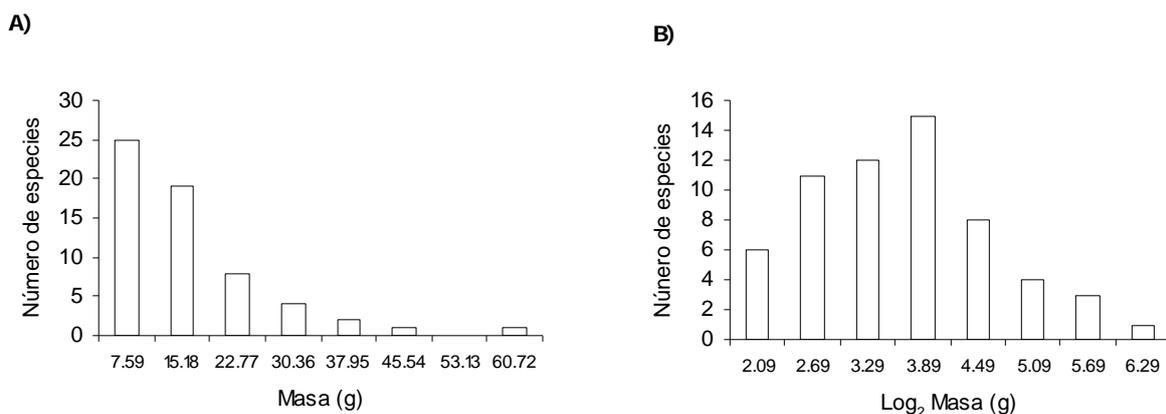


Figura 9. Mamíferos voladores. a) Distribución de frecuencias de masa corporal, b) distribución de frecuencias de masa corporal en escala logarítmica.

MAMÍFEROS TERRESTRES

En el caso de mamíferos terrestres, el intervalo de masa corporal fue de 2.4 g (*Sorex nanus*) a 587,520 g (*Bison bison*). Se encontró una distribución sesgada a la derecha altamente significativa ($g = 10.919$, $SW-W = 0.123$, $p < 0.001$) (Fig. 10a): mayor número de especies terrestres (446) que pesan menos de 5,947 g (94.3%), 20 de ellas (4.2%) pesan entre 6 y 100 kg y solo el 1.5% pesa entre 100 y 600 kg. En escala logarítmica se mantiene el sesgo significativo a la derecha ($g = 1.144$, $SW-W = 0.928$, $p < 0.001$) (Fig. 10b; Cuadro 2).

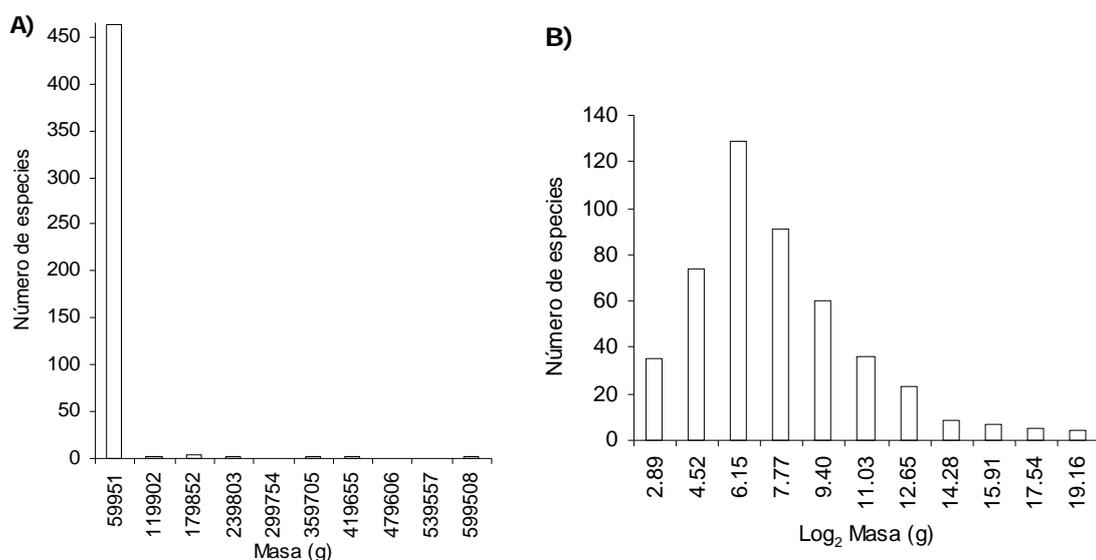


Figura 10. Mamíferos terrestres. a) Distribución de frecuencias de masa corporal, b) distribución de frecuencias de masa corporal en escala logarítmica.

Cuadro 1. Valores del sesgo y significancia con base en la prueba de Shapiro-Wilk para mamíferos voladores (N = 60).

	Sesgo (g)	W	p
Extensión latitudinal	0.6594	0.9206	<0.001
Log ₂ Extensión latitudinal	-0.6589	0.9234	0.001
Área de ocurrencia	2.9015	0.6696	<0.001
Log ₂ Área de ocurrencia	-0.6952	0.9478	0.012
Masa	2.0323	0.7943	<0.001
Log ₂ Masa	0.3680	0.9805	0.449

Cuadro 2. Valores del sesgo y significancia con base en la prueba de Shapiro- Wilk para mamíferos terrestres (N = 473).

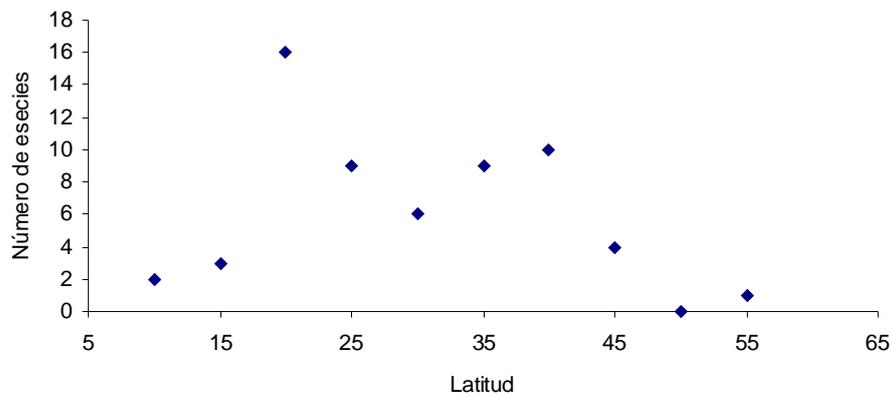
	Sesgo (g)	W	p
Extensión latitudinal	1.3838	0.8517	<0.001
Log ₂ Extensión latitudinal	-0.4537	0.9634	<0.001
Área de ocurrencia	2.9432	0.5541	<0.001
Log ₂ Área de ocurrencia	-0.0272	0.9841	<0.001
Masa	10.9194	0.1230	<0.001
Log ₂ Masa	1.1440	0.9285	<0.001

En cuanto a la estimación de la mediana de la extensión latitudinal y el área de ocurrencia para los mamíferos voladores, se encontraron valores de $\mu = 1,591.1$ km y $\mu = 707,041.23$ km² respectivamente. Para los mamíferos terrestres se observó una $\mu = 977.77$ km y $\mu = 262,212$ km², y los valores encontrados para la mediana de las masas corporales de los mamíferos fueron de $\mu = 10.04$ g para mamíferos voladores y $\mu = 70.17$ g para terrestres.

4.3. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA

El mayor número de especies de mamíferos voladores se observó entre los 45° y 20° N (73%), con el pico mayor en los 20° N (Fig. 11a), donde se ubica el 18.4% de las especies. En los mamíferos terrestres se observó la mayoría de especies entre los 20° y 40° N (83.3%) con un pico en 20° N (26.6%) (Fig. 11b).

A)



B)

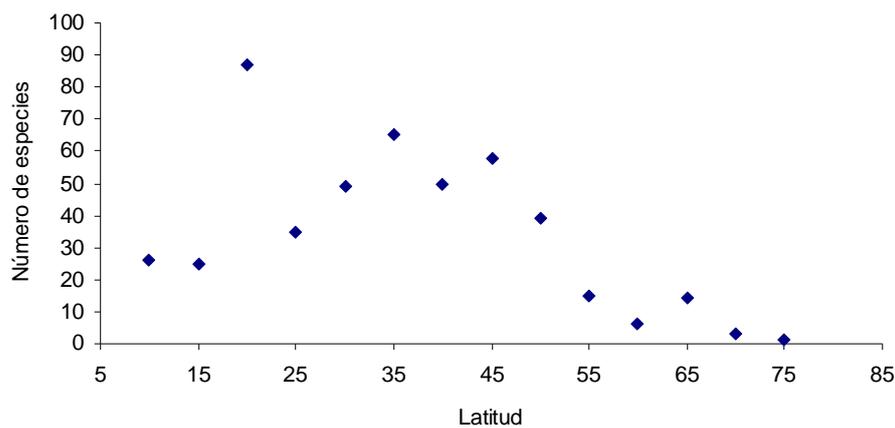
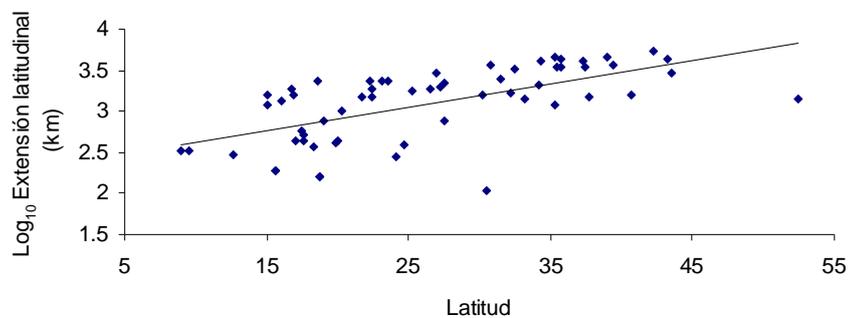


Figura 11. Riqueza latitudinal de especies por cada 5°. a) Murciélagos, b) mamíferos terrestres.

4.4 EFECTO RAPOPORT

En cuanto a la relación del tamaño del área de los mamíferos voladores y la latitud se encontró una correlación positiva y significativa ($r = 0.629$, $p < 0.001$) para la extensión latitudinal (Fig. 12a), e igualmente con el área de ocurrencia ($r = 0.636$, $p < 0.001$) (Fig. 12b).

A)



B)

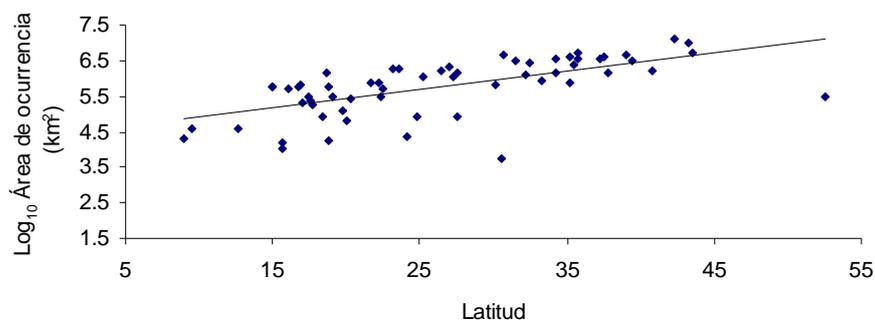


Figura 12. Mamíferos voladores. a) Relación latitud y la extensión latitudinal, b) relación latitud y el área de ocurrencia, ambas medidas transformadas en logaritmo.

Para los mamíferos terrestres se encontraron también correlaciones positivas y significativas al usar la extensión latitudinal y el área de ocurrencia: $r = 0.618$, $p < 0.05$ (Fig. 13a) y $r = 0.600$, $p < 0.001$ (Fig. 13b), respectivamente. Para ambos grupos de mamíferos se observa así que el tamaño del área es menor en las latitudes menores, y viceversa, independientemente de la medida del área.

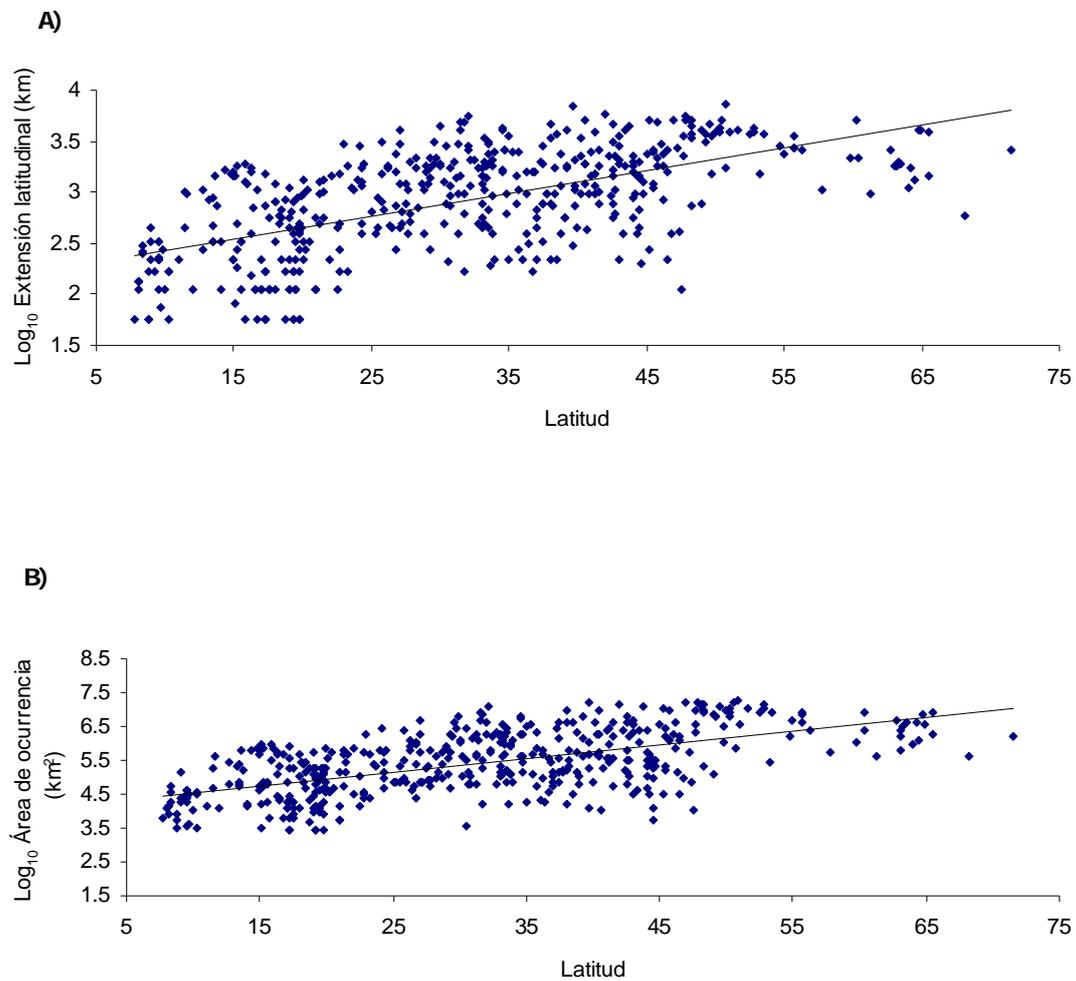


Figura 13. Mamíferos terrestres. a) Relación extensión latitudinal y la latitud, b) relación latitud y el área de ocurrencia. Ambas medidas transformadas en logaritmo.

4.5. REGLA DE BERGMANN

En los mamíferos voladores se encontró una correlación negativa y significativa ($r = -0.3492$, $p = 0.0062$) para el gradiente latitudinal de masa corporal (Fig. 14a), lo que indica que en latitudes menores los tamaños corporales son mayores en murciélagos. Por ejemplo, el murciélago con mayor masa corporal, *Eumops underwoodi* (Familia Molossidae), se distribuye entre los 33° y 11.5° N, por otro lado el que tiene menor masa corporal (2.82 g), *Myotis planiceps* (Familia Vespertilionidae), se distribuye entre los 23° y 26.5° N y *Lasiurus castaneus* (Familia Vespertilionidae) está más cerca del Ecuador y de masa intermedia (14.65 g). Por el contrario, en los mamíferos terrestres se encontró una correlación positiva y significativa ($r = 0.111$, $p = 0.015$) (Fig. 14b), lo que significa que a latitudes más cercanas al Ecuador, las masas corporales son asimismo más pequeñas. Por ejemplo el mamífero terrestre *Cryptotis mera* (Orden Insectivora) tiene una distribución cercana al Ecuador (7°-9.64° N) y una masa corporal pequeña (5.45 g), lo mismo que *Reithrodontomys darienensis*, de 15.3 g, distribuido también cerca del Ecuador (8°-11° N) es (Orden Rodentia). Por ejemplo, en el otro extremo se encuentra *Ovibus moschatus*, de 196,000 g, distribuido lejos del Ecuador (59,8°-83° N).

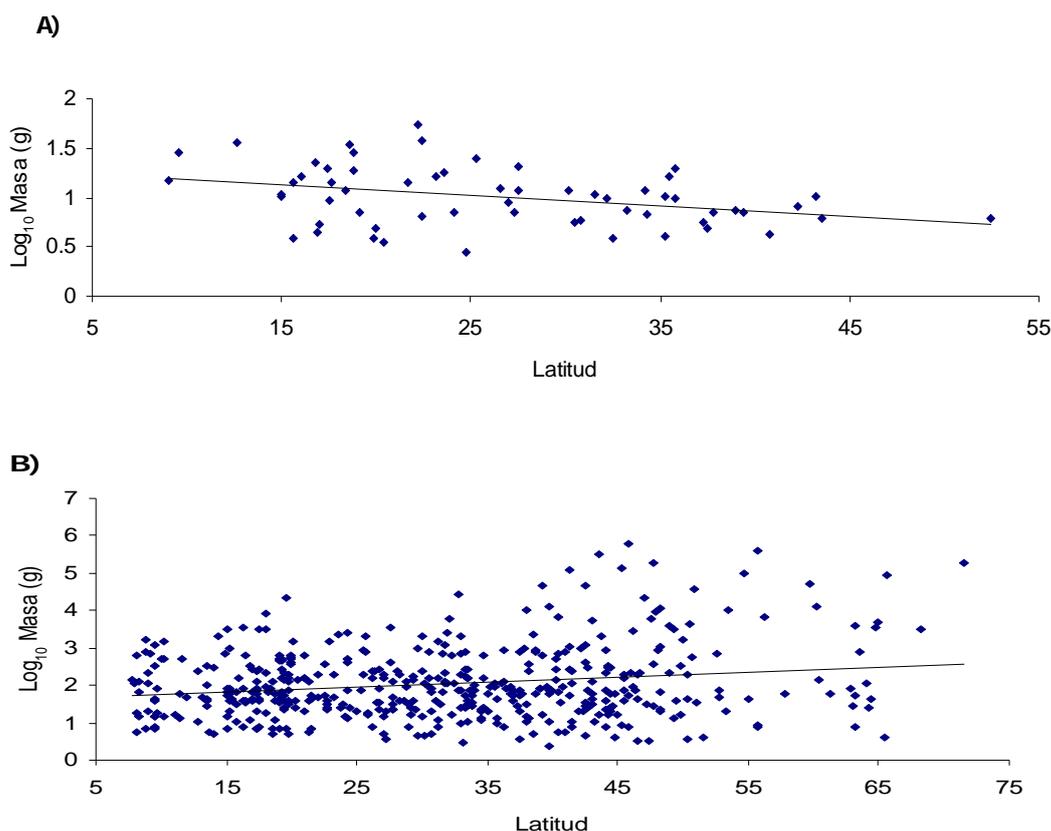


Figura 14. Relación masa corporal y la latitud. a) Mamíferos voladores, b) mamíferos terrestres.

4.6. RELACIÓN ENTRE TAMAÑO DE ÁREA Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL

En los mamíferos voladores no se encontró una relación entre el tamaño corporal y el área de distribución, con ninguna de las medidas de área: $r = -0.079$, $p = 0.549$ (Fig. 15a) utilizando como medida la extensión latitudinal, y $r = -0.103$, $p = 0.435$ (Fig. 15b) con el área de ocurrencia. Esto es, no se observó correspondencia entre masa pequeña y área de distribución pequeña.

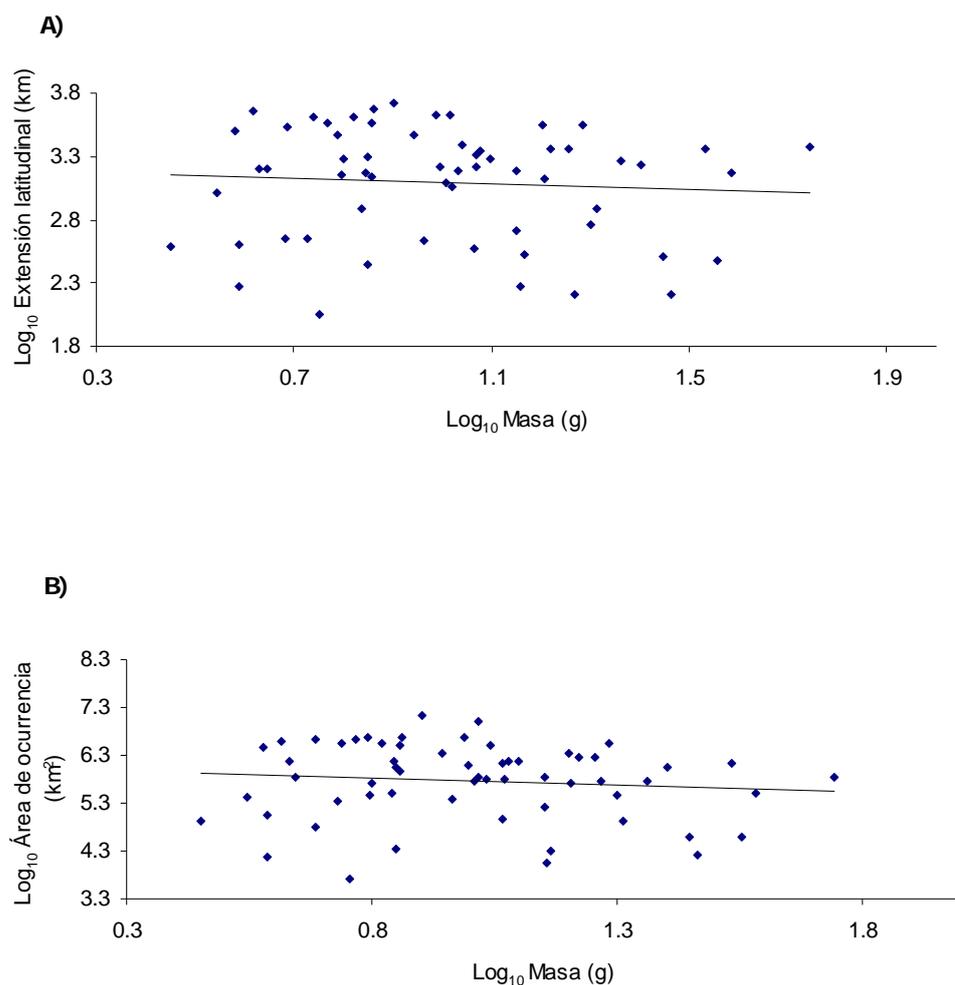


Figura 15. Mamíferos voladores. a) Relación entre extensión latitudinal y el logaritmo del tamaño corporal, b) relación entre el área de ocurrencia y el logaritmo del tamaño corporal. Ambas medidas transformadas en logaritmo.

En contraste, con los en mamíferos terrestres se encontró una correlación positiva y significativa para ambas medidas de área: $r = 0.147$, $p = 0.0014$ con extensión latitudinal (Fig. 16a), y $r = 0.148$, $p = 0.0012$ (Fig.16b) con área de ocurrencia, lo que expresa que mamíferos terrestres con tamaños de masa corporal pequeños habitan áreas de distribución pequeñas y viceversa.

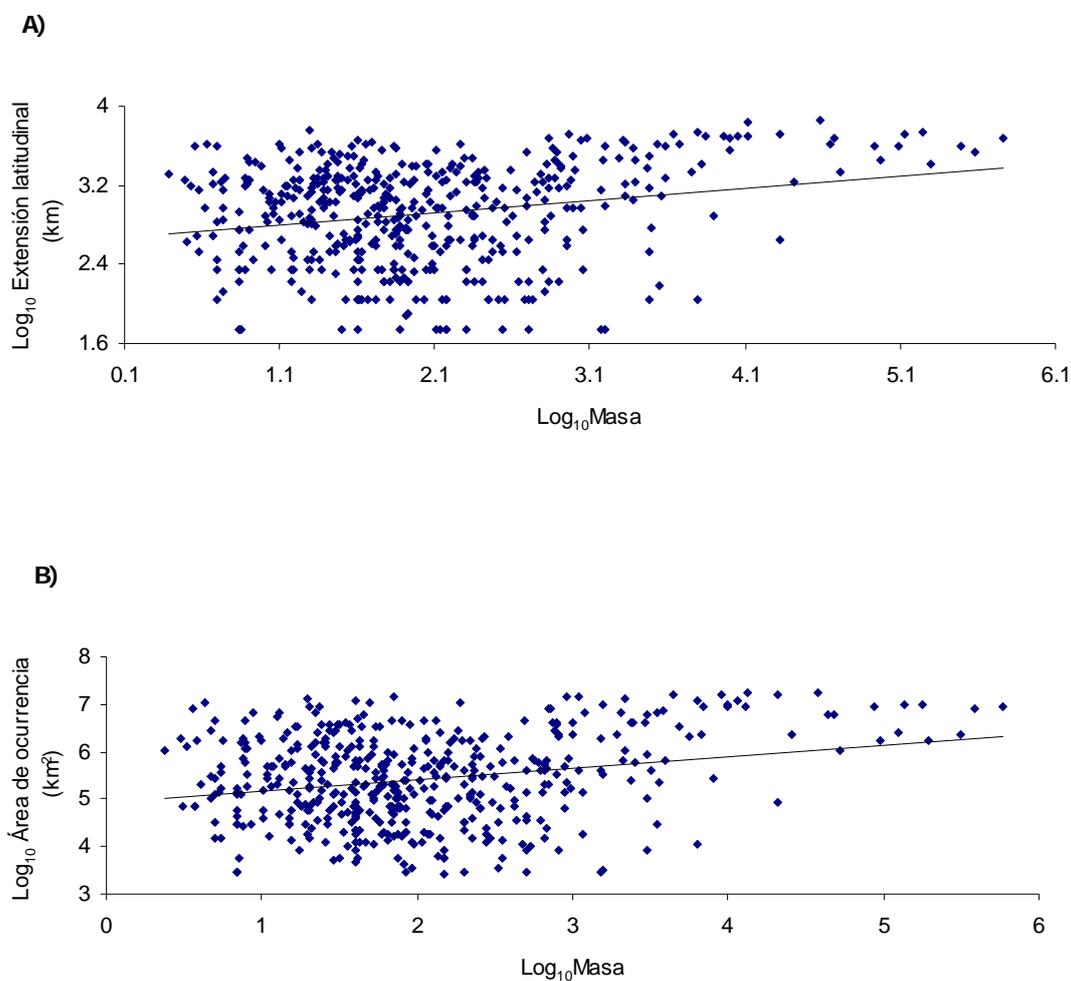


Figura 16. Mamíferos terrestres. a) Relación entre extensión latitudinal y el logaritmo del tamaño corporal, b) relación entre el área de ocurrencia y el logaritmo del tamaño corporal. Ambas medidas transformadas en logaritmo.

4.6.1. RAREZA DE ESPECIES

En cuanto a la clasificación de especies según el criterio de rareza basado en tamaño de área y tamaño corporal, se observó que para los mamíferos voladores hay 15 especies que presentan áreas de distribución pequeñas junto con tamaños corporales pequeños, es decir son raras. Sin embargo, la identidad de las especies es común, es decir es menor a la mediana del tamaño de masa y en el tamaño de área en ambos métodos de medida de área, en 12 de los casos, con los valores más extremos en *Myotis milleri* (5.66 g, 111 km, 5,326 km²) y *Rhogeessa genowaysi* (3.87g, 187 km y 15,049 km²), mientras que exclusivas a extensiones latitudinales están *Myotis austroriparius* (7.23 g y 1,388 km) y *Myotis sodalis* (6.97 g, 1,499 km) y exclusiva a área de ocurrencia *Myotis fortidens* (6.3 g, 514,954 km²).

Para los mamíferos terrestres se encontró que hay 130 especies que presentan áreas de distribución pequeñas junto con tamaños corporales pequeños, de las cuales la identidad de 112 de las especies es común, con los valores más extremos en *Sorex sclateri* y *Sorex stizodon* (7 g, 55 km y 2,952 km²) y *Cryptotis endersi* (7.1 g, 55 km y 5,616 km²), mientras que exclusivas a extensiones latitudinales son 5 especies y exclusivas a área de ocurrencia en 13 de las 112 especies con valores más extremos están *Cryptotis mayensis* (5 g, 666 km), *Tamias rufus* (53.6 g, 777 km), *Oryzomys bolivaris* (57 g, 178,897 km²) y *Peromyscus spicilegus* (26.32 g, 211,426 km²) respectivamente.

4.7. FORMA DEL ÁREA

En cuanto a la relación entre extensión latitudinal y extensión longitudinal se refiere, tanto en los murciélagos como en los mamíferos terrestres se encontraron correlaciones positivas y significativas (Fig. 17), los valores fueron: $r = 0.850$, $p < 0.001$ (Fig. 17a); $r = 0.916$, $p < 0.001$ (17b), respectivamente. Con base en la gráfica se puede ver que para los murciélagos la mayoría de las áreas grandes están por encima de la línea hipotética, por lo que tienen una orientación norte-sur, es decir, son alargadas, aunque aproximadamente el 20% de las áreas, que además son de tamaño chico y mediano, tienen forma ovalada (por debajo de la línea) (Fig. 17a). Por otro lado, es diferente para los mamíferos terrestres, pues la gran mayoría de las áreas, desde pequeñas hasta grandes, son alargadas y sólo un 10% aproximadamente se orientan este-oeste (Fig. 17b).

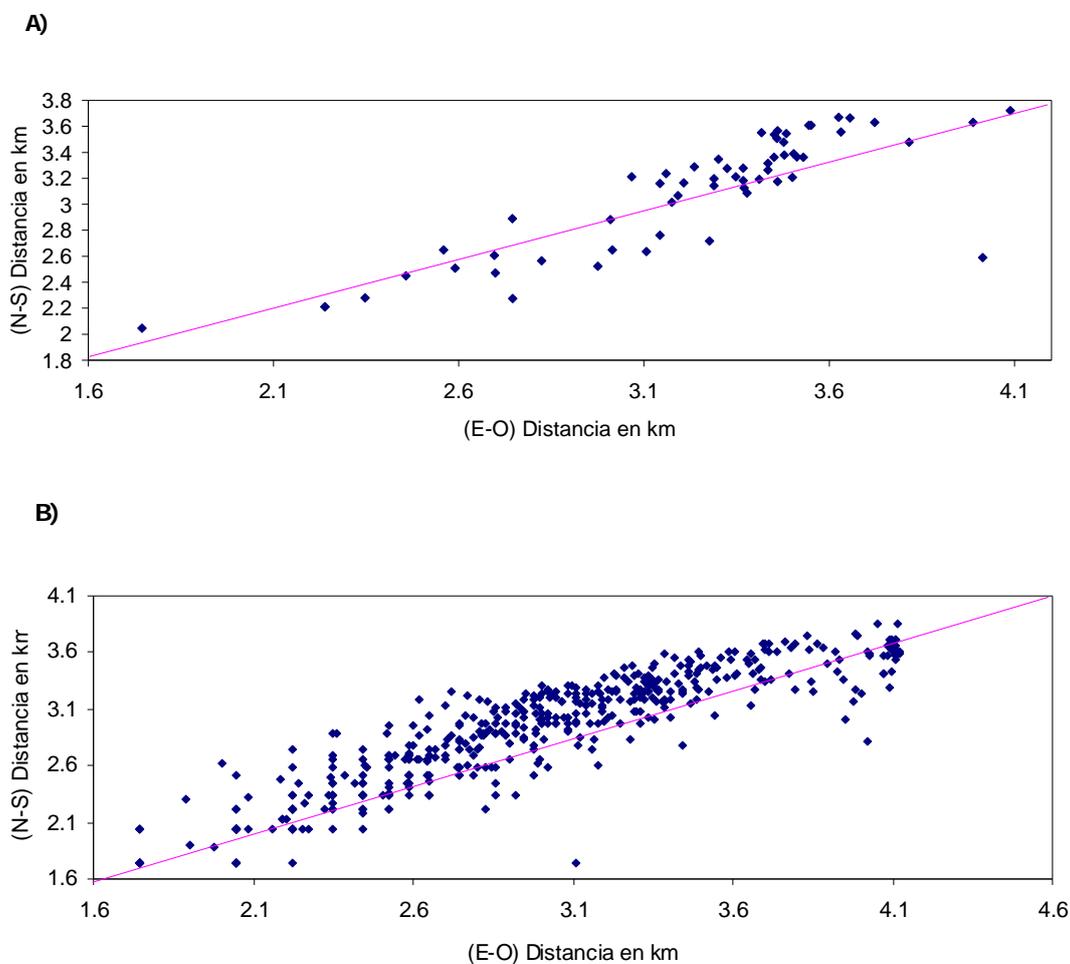


Figura 17. Relación entre el logaritmo de la extensión latitudinal y el logaritmo de la extensión longitudinal, muestra las dimensiones norte-sur y este-oeste de las áreas de distribución de a) mamíferos voladores, y b) mamíferos terrestres. La línea representa la configuración de las líneas hipotéticas (ver Brown, 1995).

4.7.1. FORMA DEL ÁREA POR DIVISIONES GEOPOLÍTICAS

Se obtuvieron correlaciones positivas y significativas para ambos grupos de mamíferos (Cuadro 3 y 4) excepto para los mamíferos voladores de Centroamérica.

Cuadro 3. Valores de r y p para las correlaciones por divisiones geopolíticas de mamíferos voladores.

Rango latitudinal (en Log₁₀)	r	p
NA	1	< 0.001
M	0.8536	< 0.001
CA	0.4987	0.667

Cuadro 4. Valores de r y p para las correlaciones por divisiones geopolíticas de mamíferos terrestres.

Rango latitudinal (en Log₁₀)	r	p
NA	0.8413	< 0.001
M	0.8450	< 0.001
CA	0.8972	< 0.001

Se observaron muy pocas especies de mamíferos voladores que tuvieran su área de distribución exclusiva en NA (Estados Unidos de América, Canadá y Alaska, 83°5' – 32°43'06" N), M (México, 32°43'06" – 14°32'27" N), CA (Centroamérica, 14°32'27" – 7° N) (ver Fig. 18), por el contrario la forma de área para los mamíferos terrestres es perceptible (ver Fig.19), donde la mayoría de los que se distribuyen en NA y CA tienen áreas alargadas con tamaños que van desde pequeñas a grandes. Por otra parte con base en la gráfica para las áreas exclusivas en M (México), tienen un porcentaje similar por encima y por debajo de la línea hipotética, por lo que aproximadamente el 60% tienen una orientación norte-sur, y en menor número son ovaladas con tamaños desde pequeñas a grandes aunque predominan tamaños de medianas a grandes.

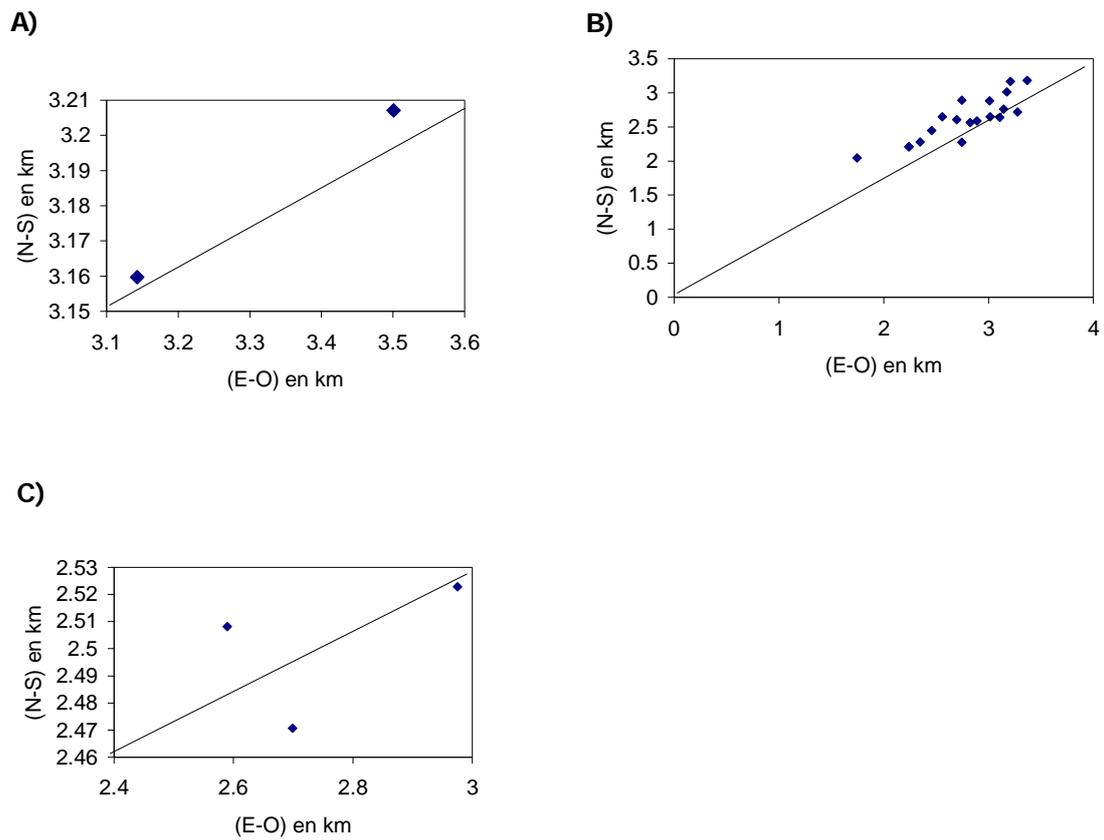


Figura 18. Forma del área por divisiones geopolíticas, muestra mamíferos voladores distribuidos exclusivamente en a) NA (Norteamérica sin México, $83.5^{\circ} - 32^{\circ}$ N), b) M (México, $32^{\circ} - 14^{\circ}$ N) y, c) CA (Centroamérica, $14^{\circ} - 7^{\circ}$ N).

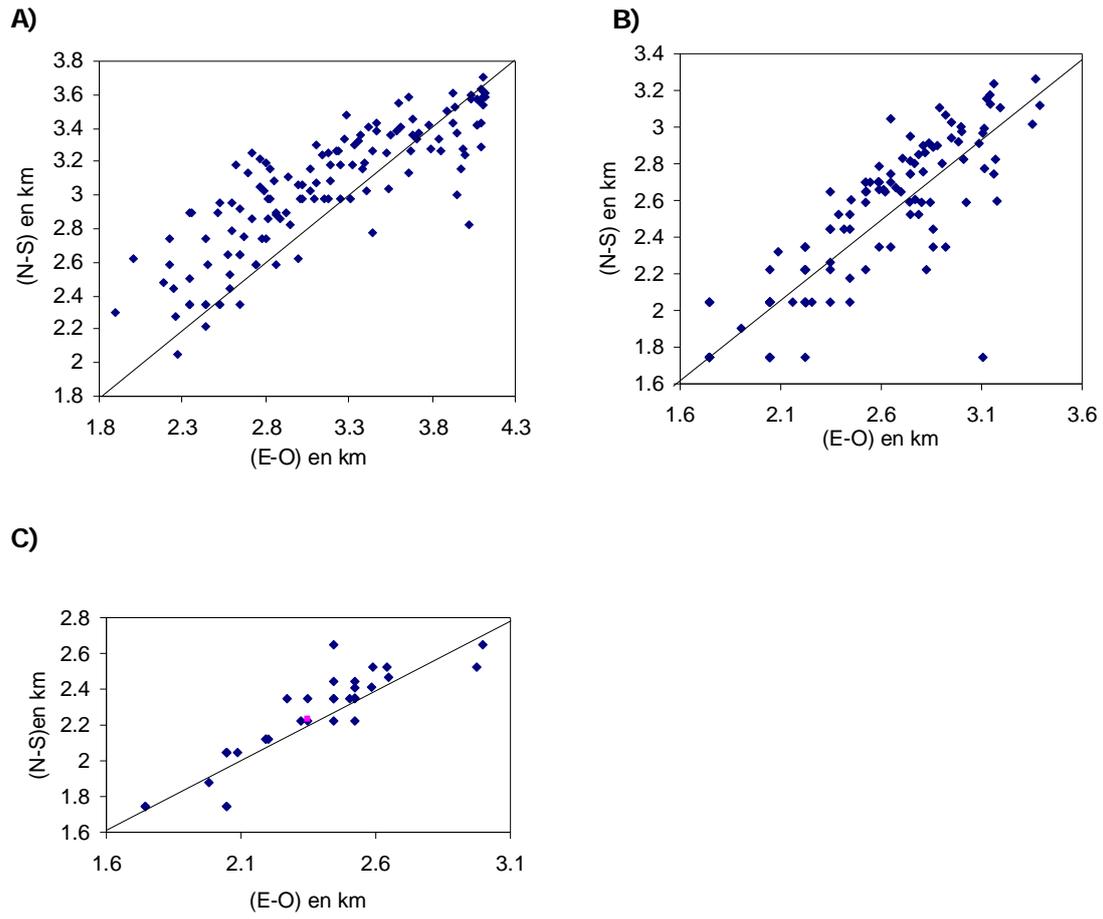


Figura 19. Forma del área por divisiones geopolíticas, muestra mamíferos terrestres distribuidos exclusivamente en a) NA (Norteamérica sin México, 83.5° – 32° N), b) M (México, 32° – 14° N) y, c) CA (Centroamérica, 14° – 7° N).

4.7.2. FORMA DEL ÁREA A LO LARGO DE UN INTERVALO CONTINENTAL MÁS AMPLIO

Se obtuvieron correlaciones positivas y significativas para ambos grupos de mamíferos (ver cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Mamíferos voladores. Valores de r y p para las correlaciones del análisis de forma de área, a lo largo de un rango continental más amplio.

Rango latitudinal (en Log₁₀)	r	p
NA	0.9051	0.013
M	0.9092	< 0.001
CA	0.9351	0.002

Cuadro 6. Mamíferos terrestres. Valores de r y p para las correlaciones del análisis de forma de área, a lo largo de un rango continental más amplio.

Rango latitudinal (en Log₁₀)	r	p
NA	0.8597	< 0.001
M	0.8419	< 0.05
CA	0.8540	< 0.001

En cuanto a los mamíferos voladores con base en la gráfica (Fig. 20), en general se observó mayor número de especies bajo la línea hipotética, por lo que tienen una orientación este-oeste, es decir, ovaladas, salvo que en regiones amplias continentales NA (83° – 27° N) son además áreas desde pequeñas a medianas y en regiones estrechas CA (24° – 7° N) son de tamaño mediano a grande. Por otro lado de los quirópteros distribuidos entre 47° y 13°16' N, el 70% aproximadamente, tienen forma ovalada de los cuales en su gran mayoría son de tamaño mediano y grande.

En mamíferos terrestres se observó, en áreas que se encuentran en regiones más amplias continentales, Canada, E.U. y una parte del Norte de México (NA) (Fig. 21a), que el mayor número de especies se encuentra sobre la línea hipotética (Fig. 21), es decir, tienen una forma de área orientada norte-sur, de las cuales el 40% aproximadamente son de tamaño chico a mediano y el 30% aproximadamente van desde mediano a grande. La otra parte ubicada bajo la línea hipotética, es decir, áreas ovaladas, son en su mayoría grandes. En el caso de las áreas correspondientes a México (M), predominan las áreas

desde medianas a grandes, y un 65% aproximadamente son alargadas mientras que un 30% son ovaladas que además van desde pequeñas a grandes. Por otra parte las formas de áreas en regiones más estrechas continentales (CA), la parte más estrecha de México y Centroamérica, son en su gran mayoría alargadas y además el 60% aproximadamente son de tamaño mediano y grande.

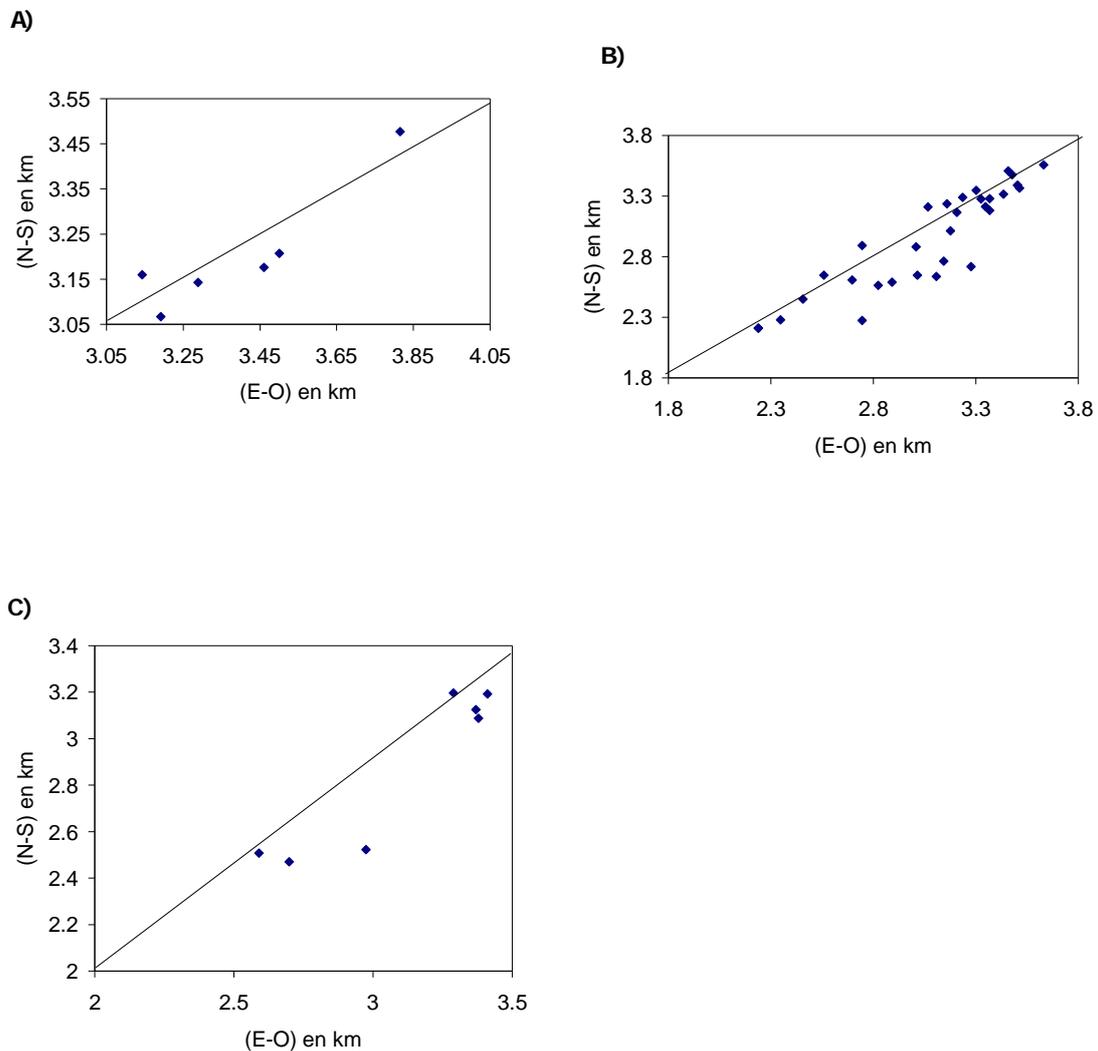
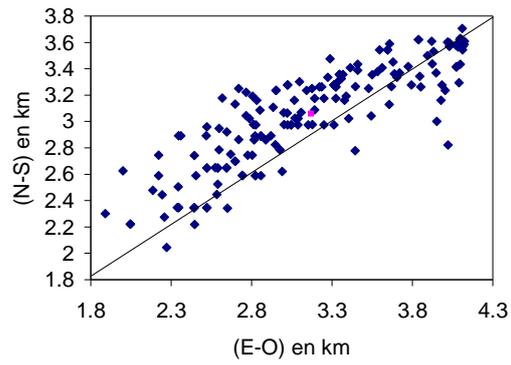
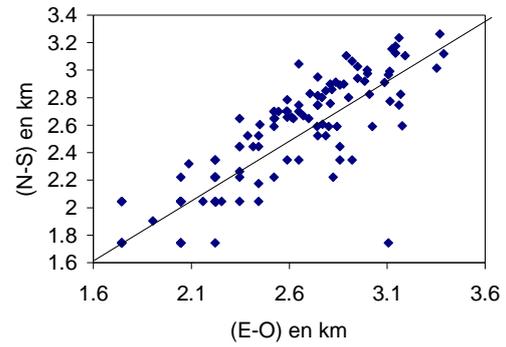


Figura 20. Forma del área a lo largo de un área continental más amplio, muestra mamíferos voladores distribuidos en a) NA (Norteamérica, $83^{\circ} - 27^{\circ}$ N), b) M (parte Estados Unidos, México y parte de Centroamérica, $47^{\circ} - 13^{\circ}$ N) y, c) CA (Centroamérica y parte de México, $24^{\circ} - 7^{\circ}$ N).

A)



B)



C)

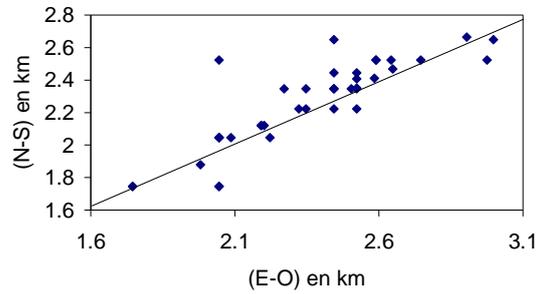


Figura 21. Forma del área a lo largo de un área continental más amplio, muestra mamíferos terrestres distribuidos en a) NA (Norteamérica, $83.5^{\circ} - 31^{\circ}$ N), b) M (México, $32^{\circ} - 14^{\circ}$ N) y, c) CA (Centroamérica y parte de México, $15^{\circ} 5' - 7^{\circ}$ N).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

5.1.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

En la evaluación de la distribución de frecuencias de área de ocurrencia y extensión latitudinal para ambos grupos de mamíferos, se confirma la forma de “curva hueca” encontrada en otros estudios en diferentes taxones (Brown, 1995; Blackburn y Gaston, 1996; Arita y Figueroa, 1999, Willig et al., 2003), donde la distribución tiene un sesgo a la derecha en escala normal que denota una tendencia de las especies a presentar áreas de distribución pequeñas, y a escala logarítmica el sesgo cambia a la izquierda. Cabe mencionar que en escala logarítmica la curva teórica es una distribución normal, donde los tamaños de área pequeños son igual de raros que los grandes (Gaston, 1996); sin embargo, el hecho de que dichas distribuciones en el presente estudio presentaran sesgo a la izquierda puede ser consecuencia de haber utilizado un límite artificial (de Norteamérica a Centroamérica).

La importancia de destacar la categorización de rareza de las especies estudiadas, tanto en relación con el tamaño de su área de distribución como de su tamaño corporal, parte del hecho de que las especies raras tienden a tener mayor probabilidad de extinción (Gibbs, 2001). El definir especies como raras por encontrarse por debajo de la mediana del tamaño de área es un método propuesto por Arita (1993). Así, una especie no clasificada como rara bajo este concepto (con un área de distribución grande) tendría mayor probabilidad de supervivencia que una especie con área de distribución restringida. Es decir, esta definición de rareza permite dar a las especies un valor de conservación en términos de su área de distribución (y en el presente estudio también en relación con su tamaño corporal).

Los resultados del presente estudio muestran que hay un número importante de especies de ambos grupos de mamíferos que son raras: 15 de 60 especies de murciélagos (25%) dado que combinan las características de áreas de distribución restringida junto con tamaños corporales pequeños. Cabe resaltar que nueve de las 15 especies son del género *Myotis* y cuatro del género *Rhogeessa*. Las especies de estos géneros tienen una categoría biogeográfica de endémico para México (Ortega y

Arita, 1998) excepto para *Myotis keenii* que no incluye a México en su área de distribución y *M. sodalis* y *M. austroriparius* que es de Norteamérica y tienen una parte de su distribución en México. Para el caso de los mamíferos terrestres 112 de las especies estudiadas (23%) resultaron clasificadas como raras, las cuales se encuentran restringidas a áreas menores de 210,550 km². En contraste con las 12 especies de murciélagos que presentaron rareza por área y masa, presentan áreas menores a 668,465 km². Otro aspecto que muestran los resultados es que sí existen diferencias relacionadas con la medida de área de distribución (Gaston, 1994), dado que cambia la identidad de algunas de las especies que son raras; por ejemplo en murciélagos *Myotis austroriparius* y *M. sodalis* que son raras por su masa y extensión latitudinal, no por su área de ocurrencia (1,388 km, 7.2 g y 1,499 km, 6.9 g), y *Myotis fortidens* que es rara por su masa y área de ocurrencia (514,954 km², 6.3 g); en mamíferos terrestres *Sorex ornatus* y *Reithrodontomys zacatecae* que son raras por su masa y área de ocurrencia, no por su área de extensión latitudinal (137,168 km², 5.2 g y 262,212 km², 13 g). Ello implica que si se utiliza este método de clasificación de rareza con fines de conservación, es importante hacerlo con base en ambas formas de medir el tamaño del área.

Por otra parte, algunas características ecológicas como masa corporal, capacidad de dispersión, reproducción, así como niveles de diversidad genética (Kunin y Gaston, 1997), pueden estar relacionadas con ser o no especies restringidas. En este sentido Douglas et al. (2002) señalan que las especies restringidas geográficamente tienden a una mayor especialización ecológica, empero pueden ser localmente abundantes, lo que hace pensar en la habilidad competitiva como otra característica asociada con el hecho de que las especies sean raras o comunes.

Un aspecto interesante de la tendencia de las especies estudiadas a tener áreas de distribución pequeña, es que hay tamaños de área que se repiten con más frecuencia: en los mamíferos terrestres las áreas de extensión latitudinal que más se repiten son, en números redondeados, de 111 km seguido por 222 km, 166 km y 55 km, y si se refiere al área de ocurrencia son 17,000 y 130,000 km², seguido por 11,000 y 130,000. Para los mamíferos voladores los tamaños que más se repiten son 1,400, 1,500, 1,600, 1,800 y 2300 km, y de 1,500,000 km², extensión latitudinal y área de ocurrencia respectivamente. A decir por el tamaño de área en la que se distribuyen los mamíferos voladores y mamíferos terrestres, destaca la importancia de separar a estos dos grupos para las distintas evaluaciones y análisis macroecológicos (Kaufman, 1995).

5.1.2. TAMAÑO CORPORAL

La distribución de frecuencias del tamaño corporal para ambos grupos de mamíferos mantiene la forma de “curva hueca”, patrón que ya ha sido encontrado en otros estudios (Arita y Figueroa, 1999). Sin embargo, cabe notar que la distribución en mamíferos terrestres es más homogénea comparada con los voladores. Los murciélagos, en su mayoría (93%), tienen un tamaño corporal menor a 30 g y sólo cuatro especies (*Eumops underwoodii*, *Artibeus hirsutus*, *Molossus rufus*, *Artibeus inopinatus*), de las cuales dos son Filostómidos y dos Molossidos, tienen un tamaño corporal mayor. Es probable que esta diferencia tan marcada en tamaños corporales sea consecuencia de la gran radiación que tuvo éste grupo en América, particularmente en términos de familias (Stevens, 2004). Otra razón asociada con el sesgo de más especies en las categorías de tamaño corporal pequeño, puede relacionarse con su historia de vida (Eisenberg, 1981), ya que el tamaño corporal es una característica relacionada con diversos aspectos como morfología, fisiología, desarrollo, a través de relaciones alométricas (Peters, 1983; Calder, 1984; Schmidt-Nielsen, 1984). Por ejemplo, el tamaño corporal de los murciélagos está limitado por la capacidad de vuelo (Arita, 1993a).

La fisiología de los mamíferos voladores no se ve afectada por la masa corporal como sucede con los mamíferos terrestres. Poseen una alta tasa metabólica, y a diferencia de los mamíferos terrestres, presentan un gasto energético mucho mayor, causado por el vuelo. Debido a sus altos requerimientos energéticos, disminuyen su tasa metabólica durante gran parte del día y del año. Esta estrategia de ahorro de energía, influye en la longevidad, su tiempo de gestación, menor número de camada por año de tal manera que es diferente a lo esperado para su tamaño corporal (Findley, 1993). El tamaño corporal además de relacionarse con el costo energético del vuelo, se relaciona con la estrategia de vuelo (e. g. morfología de las alas), puesto que a distintas estrategias de vuelo, distintos costos energéticos

Por otro lado, el bajo número de tamaños corporales de medianos a grandes observado para ambos grupos tiene quizá una explicación en los recursos disponibles (Brown y Nicoletto, 1991; Brown y Mauer, 1989), ya que éstos son más limitados en zonas tropicales que en las templadas. Asimismo, puede relacionarse con la baja tolerancia a cambios ambientales de algunas especies, lo que a su vez repercute en la especificidad de hábitat (Kunin y Gaston, 1997). Finalmente, aspectos de

competencia, por ejemplo asociado con el patrón sugerido de que en zonas tropicales es mayor la especificidad alimentaria de los organismos (Ruggiero, 2001; Garrido-Garduño, 2007; González-González, 2007).

De acuerdo con Brown et al. (1993) existe un tamaño de masa corporal óptimo de alrededor de 100 g para mamíferos que corresponde con el tamaño corporal óptimo de un vertebrado terrestre endotérmico, y con un tamaño modal que debería estar entre 50 y 250g. Para las masas corporales analizadas en este estudio, el tamaño modal –el más frecuente- de los mamíferos voladores es de 3.87 g, y de los mamíferos terrestres de 40 g. De acuerdo con dicho tamaño modal, este resultado sugiere que para mamíferos terrestres de Norteamérica y Centroamérica, se encuentran por debajo del tamaño corporal óptimo (Brown, 1995) y puede deberse a que tomé en cuenta mamíferos que viven más cerca del Ecuador o donde el continente se hace estrecho y, según Gaston et al. (1996) los tamaños corporales grandes sólo se presentan en áreas de continente grandes. Por otro lado, la distribución de frecuencias de las categorías de tamaño corporal tiende a ser más heterogénea a escalas regionales (Arita y Figueroa, 1999). En este caso Brown y Nicoletto (1991) encontraron una variación constante en las formas de distribución de frecuencias de los mamíferos de Norteamérica con la escala espacial, donde la distribución de la fauna continental (de 465 especies) mostró la misma desviación o sesgo hacia la derecha descrita por Hutchinson y McArthur, y también encontrada en otros grupos taxonómicos (Brown, Marquet y Taper, 1993). Sin embargo, cuando se analizan muestras de comunidades locales tienden a tener distribuciones uniformes, con casi la misma variación en tamaños representados pero con un número de especies aproximadamente igual en cada categoría logarítmica de tamaños. Este hecho de que la distribución se aplana a medida que la escala espacial decrece, debe de estar relacionada con la más alta tasa de recambio en el espacio de especies de tamaño promedio en comparación con especies de mayor o menor tamaño (Brown, 2003).

5.2. GRADIENTE LATITUDINAL DE RIQUEZA

Sí se encontró un patrón latitudinal de riqueza: el pico de mayor riqueza se ubica en los 20° N para ambos grupos de mamíferos, y el intervalo de mayor número de especies se observó entre los 20° y 40° N. Una de las explicaciones más frecuentemente asociadas a este patrón es el efecto Rapoport, dado que el mayor número de especies en los trópicos tienen áreas más pequeñas que sus

contrapartes templadas. El gradiente latitudinal de riqueza también ha sido asociado con aspectos climáticos, puesto que se presume una menor variación de, por ejemplo, temperatura y precipitación, en los trópicos (Gaston, 1999; Ashton 2002).

El efecto del área del continente sobre la riqueza de especies también ha sido considerado, el cual podría depender del taxón estudiado. Por ejemplo, Rosenzweig (1992, 1995) ha mostrado que el área en los trópicos es mucho más grande que cualquier otro bioma en América; ocupa un 40% en comparación del templado y el subtropical, con 19% y 16% respectivamente (ver Blackburn y Gaston, 1997a). Sin embargo, este efecto ha sido asimismo descartado como un predictor de la riqueza de las especies de quirópteros, cuando se evaluó en relación con la latitud, longitud y diversidad de biomas (Willig y Selcer, 1989; Willig y Sandlin, 1991). El gradiente latitudinal de riqueza de quirópteros en el continente Americano ha sido interpretado, por otro lado, como consecuencia de variables correlacionadas con la latitud, como la incidencia de la energía solar, los requerimientos termorregulatorios y la distribución y abundancia de los recursos disponibles, por lo que Ruggiero (1999) menciona que el efecto de la latitud es suficiente para explicar el patrón observado en los quirópteros. Por otro lado la precipitación anual y la topografía pueden ser buenos predictores de la riqueza de especies de murciélagos (Patten, 2004). Asimismo, Kaufman y Willig (1998) han observado que la latitud, longitud y área del continente son todas variables importantes para explicar los patrones en la riqueza de especies de mamíferos no voladores en América del Norte y Sudamérica.

5.3. EFECTO RAPOPORT

Aunque se han enfatizado que el efecto Rapoport sólo se observa para algunos taxones (Harcourt, 2000), para ciertas regiones del planeta (Rhode, 1996) y principalmente en el Hemisferio Norte (Stevens, 1989; Pagel et al 1991), en este estudio se corroboró la relación positiva entre el tamaño de área y la latitud, para las dos formas de medir el área y para ambos grupos de mamíferos. Este patrón ya ha sido observado para mamíferos terrestres de Norteamérica (Stevens, 1989; Pagel et al 1991). Con ello se confirma para los dos grupos que las áreas de distribución más pequeñas se encuentran en su mayoría en latitudes más bajas. Cabe mencionar que, de la región estudiada en el presente trabajo (83.5°-7° N), las áreas de distribución de los mamíferos voladores están ubicadas entre 66° y 7.5° N, mientras que la de los terrestres van de 83.15° a 7° N, es decir el límite norte de

los mamíferos terrestres es mucho mayor que el de los murciélagos. Así, con este estudio se observa que el efecto Rapoport se cumple para especies cuya área de distribución incluye dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical.

Entonces, ¿el área de distribución de la mayoría de las especies que se distribuyen en Norteamérica y Centroamérica abarca estas dos regiones biogeográficas?

Primero hay que considerar que la zona de contacto entre estas regiones se ubica en México entre 26° y 19° N aproximadamente. Si se analizan los datos de área de distribución en extensión latitudinal y área de ocurrencia, encontramos que para las 10 especies de murciélagos con áreas de distribución más grandes, éstas se ubican latitudinalmente entre los 14.5° y los 66° N (principalmente de la familia Vespertilionidae), y las 10 con áreas más pequeñas están entre 7.5° y 31° N (familias Vespertilionidae, Molossidae y Phyllostomidae). Así, 45 de las 60 especies estudiadas incluyen en sus áreas de distribución las dos regiones biogeográficas, nueve tienen su área de distribución sólo en la región Neotropical y seis sólo en la Neártica.

En el caso de los mamíferos terrestres las 10 especies con áreas de distribución más grande se encuentran entre 7.21° y 83° N (principalmente del orden Carnivora, de las familias Canidae y Ursidae principalmente), y las 10 con áreas más pequeñas están entre 17° y 20° N (principalmente del orden Rodentia, de las familias Geomyidae y Muridae). Tomando en cuenta la zona de contacto de las regiones biogeográficas, 207 de las 473 especies estudiadas incluyen las dos regiones en sus áreas de distribución, 72 tienen sus áreas de distribución sólo en la región Neotropical y 94 sólo en la Neártica.

Aunque como se puede apreciar es un porcentaje alto de especies de ambos grupos con área de distribución que abarca ambas regiones, evidentemente la mayoría en este caso son aquellas que tienen áreas de distribución grandes. Por ejemplo, en murciélagos *Myotis lucifuga* con 5,277 km en extensión latitudinal y 13,248,877 km² en área de ocurrencia; en mamíferos terrestres *Canis lupus* con 7,177 km y 17,608,597 km², respectivamente. Asimismo, las especies que tienen sus áreas de distribución exclusivamente en la región Neotropical son mayoritariamente pequeñas para ambos grupos; por ejemplo en murciélagos *Rhogeessa mira* con 162 km y 17,096 km² y *Molossus coibensis*, 189 km y 11,089 km²; para los terrestres está *Cratogeomys fumosus* 55 km y 2,681 km².

Sin embargo, es interesante ver que las especies cuya área de distribución incluye sólo la región Neártica, no son áreas de tamaño pequeño como aquellas de la región Neotropical, sino que son en su mayoría áreas de medianas a grandes; ejemplos de ello son en murciélagos *Myotis leibii* con 1,611 km y 1,557,519 km² y *Myotis grisescens* con 1,166 km y 706,591 km²; en terrestres *Sylvilagus obscurus* con 944. km y 164,619 km².

5.4. REGLA DE BERGMANN

Esta regla también se ha señalado que es válida sólo para algunos taxones y en ciertas regiones. En este estudio se observa que para las especies de mamíferos terrestres efectivamente hay una relación positiva entre masa y latitud: a latitudes más bajas tamaños corporales pequeños; por ejemplo: *Bison bison* (587.5 kg) tiene la mayor masa y se ubica entre los 67.5° y 24° N, y *Cryptotis mera* de masa pequeña (5.45 g) se distribuye hacia el Ecuador (7.5°-8.62° N). Sin embargo, hay excepciones como *Sorex nanus* que tiene masa más pequeña (2.4 g), pero cuya distribución no es de las más tropicales (49°-30.5° N), mientras que la especie con distribución más tropical, *Reithrodontomys darienensis* tiene una masa grande (15.3 g).

Por el contrario, para los mamíferos voladores no se encontró dicha relación; especies con tamaños corporales más pequeños se ubican en latitudes más altas, pues se aprecia que las especies consideradas en este estudio se distribuyen a lo largo del gradiente latitudinal independientemente de su tamaño corporal. Por ejemplo, el murciélago con mayor masa corporal, *Eumops underwoodii* de 55.2 g, tiene una distribución latitudinal entre 11.5° y 33° N, mientras que la especie con menor tamaño, *Myotis planiceps* (2.8 g), se distribuye de 26.5° a 23° N. También se observa que la especie que se encuentra en latitudes más altas (*Myotis lucifuga*) tiene una masa intermedia (8 g) y las especies que están en latitudes más bajas tienen una masa de intermedia a grande, como *Lasiurus castaneus* con 14.6 g -que también es la especie que se localiza más hacia el Ecuador- y *Stunira mordax* (28 g). Algunos autores como Freckleton et al. (2003) y Meiri y Dayan (2003), sostienen que este patrón no es válido para especies con masa corporal pequeña, acorde con los resultados obtenidos.

Un mecanismo asociado a que se cumpla o no la regla de Bergmann en todos los grupos taxonómicos y en todas las áreas geográficas, está relacionado con la escasez de alimento

(Blackburn et al., 1999), que implica una mayor resistencia a la disminución en la disponibilidad de alimento, como sucede en latitudes mayores o bien en zonas templadas, consecuencia de una tasa metabólica lenta. Por otro lado, la pérdida de calor en animales con tamaño corporal grande es menor, permitiéndoles habitar regiones con temperaturas bajas (e.g. regiones templadas) (Blackburn y Hawkins, 2004). Asimismo, una hipótesis filogenética explica que las especies de tamaño corporal grande que colonizaron hábitats en latitudes altas, podrían haber sido resultado de ventajas selectivas de características accidentalmente asociadas al tamaño corporal (Blackburn y Gaston, 1996a, Blackburn et al., 1999). Si bien estos mecanismos parecen aclarar la regla de Bergmann para las especies de mamíferos terrestres de Norteamérica, no sucede así para los murciélagos. Cada vez más estudios han abordado el tema de la influencia de otros factores (e.g. temperatura y el clima) en la macroecología (Blackburn y Hawkins, 2004; Olalla-Tarraga et al., 2006; Rodríguez et al., 2006). Se ha hipotetizado que especies de tamaños pequeños en latitudes altas han adquirido otras estrategias para lidiar con la temperatura en diferentes estaciones del año, tales como bajar su metabolismo o utilizar refugios que generen un microclima adecuado (Dunbrack y Ramsay, 1993). Por ejemplo, los mamíferos hibernan para conservar su energía durante el invierno en cuevas o cavernas, donde la temperatura no cambia significativamente. Así, la tolerancia a la temperatura de los organismos depende de varios factores (Gaston y Blackburn, 2000), no sólo al tamaño corporal sino a estrategias que les permitan habitar regiones templadas.

Por otra parte Blackburn et al. (1999) han encontrado que la regla de Bergmann es más consistente en la evaluación de especies que se encuentran, filogenéticamente hablando, más emparentados (e. g. especies dentro un mismo género). Sin embargo, Garrido (2007) utilizó el factor filogenético para el análisis del tamaño corporal promedio en los trópicos en la familia Phyllostomidae, y encontró una relación positiva y significativa.

Cabe considerar que gran parte (65%) de los murciélagos estudiados son de la familia Vespertilionidae que, como grupo, se distribuyen desde latitudes altas hasta bajas; además pertenecen al suborden Microchiroptera que en su gran mayoría se alimentan de insectos, excepto algunos *Myotis*. Otra buena parte pertenecen a la familia Phyllostomidae (21.5%) que son básicamente tropicales. En general esta familia incluye especies frugívoras y carnívoras, la gran mayoría de estos últimos se alimenta de insectos. Se sabe que los murciélagos que consumen como dieta principal insectos, utilizan un mínimo de energía ya que no necesitan recorrer grandes

distancias en busca de alimento como en el caso de los que se alimentan de frutas y polen (Muñoz, 2001).

Las explicaciones que se han sugerido para esta regla están, en gran medida, basadas en el supuesto de que la variación del tamaño a lo largo del área está generalmente sujeta a selección y que, en general, la temperatura no es el único factor que puede ejercer influencia selectiva; en este sentido, Ashton et al. (2000) asumen que tanto la temperatura como la latitud tienden a ser igualmente fuertes predictores de mecanismos en la variación del tamaño corporal, ya que encontraron que las diferencias entre latitud y temperatura no fueron significativas en influenciar la tendencia de los mamíferos a presentar la regla de Bergmann. Feckleton et al. (2003) encontraron que las especies de tamaño grande tienden a seguir la “versión” intraespecífica [dentro de una especie los animales son grandes en ambientes fríos (Mayr, 1956, 1963), o la variación espacial del tamaño corporal es dentro de una especie, ver Ashton et al., 2000 y Meiri y Dayan, 2003] de la regla más frecuentemente que las de tamaño pequeño cuando la variación del tamaño corporal se compara con la temperatura. Ello no sucede cuando se compara con la latitud, donde son las especies de tamaño corporal pequeño las que presentan más fuertemente la regla de Bergmann a nivel interespecífico. Además se ha hipotetizado que la conservación de calor y la disponibilidad de recursos pueden ser mecanismos importantes que influyan en este patrón. En este sentido Blackburn y Bradford (2004) sugieren que son necesarios análisis que examinen la biología y las características ecológicas de los mamíferos en cada parte de la región Neártica al estudiar el tamaño corporal, para poder explicar mejor este patrón.

Por otro lado meta-análisis recientes que se han enfocado en examinar la generalidad de la regla de Bergmann, han encontrado atributos que distinguen a las especies que muestran clinas latitudinales de tamaño de las que no. La regla de Bergmann se ha encontrado en la mayoría de las especies endotérmicas (Ashton et al., 2000, Mieri y Dayan, 2003), aunque en especies ectotérmicas el patrón parece ser más complejo (e.g. Atkinson, 1994, Ashton, 2002, Ashton y Feldman, 2003). Sin embargo, esta regla ha sido muy controversial e incluso para algunos autores, en su intento por encontrar especies que tiendan a mostrar estas clinas, apoyan la idea de que sólo hay una débil e idiosincrática correlación (e.g. Ashton, 2004, Meiri et al., 2004). Mieri et al. (2007) encuentran que el área y la extensión latitudinal están más fuertemente relacionados con las clinas que la

temperatura, la productividad primaria, la diversidad del hábitat y el área tienen mucho menor influencia.

Así, pueden ser diferentes factores (e. g. temperatura, disponibilidad de recursos, etc.) los asociados a la ausencia de la regla de Bergmann en los murciélagos evaluados en este estudio.

5. 5. RELACIÓN TAMAÑO DE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE MASA CORPORAL

Los estudios hechos para mamíferos terrestres de Norteamérica, entre ellos Brown (1995), señalan que el área de distribución está directamente relacionada con el tamaño corporal. La relación positiva entre el tamaño corporal y el área de distribución se ha observado en especies de mamíferos (voladores y terrestres juntos; Arita et al., 1990), mientras que para mamíferos voladores de México no se encontró dicha relación (Arita et al., 1997). Los resultados de este estudio mostraron una relación positiva entre área y masa para los terrestres, pero no para los voladores.

Diferentes autores han sugerido algunos mecanismos que pudieran generar esta relación positiva. Por ejemplo Hutchinson (1959) sugirió que especies de tamaño pequeño se acumularon en una sola región (e. g. tropical), propiciando la división de nichos ecológicos y por tanto áreas de distribución más pequeñas. Por otro lado, el éxito evolutivo de las especies de tamaños corporales grandes que les permitió colonizar extensiones más amplias del continente en las zonas templadas (Gaston y Blackburn, 1996).

El hecho de que exista una correlación positiva para los mamíferos terrestres y no para los murciélagos se ha hipotetizado que está asociada con la morfología de los voladores, particularmente porque su tamaño está limitado por la estructura necesaria para el vuelo (Arita et al., 2000). En particular para los murciélagos estudiados se encontró que las especies de masas pequeñas a medianas tienen áreas de distribución relativamente amplias y en especies de masas mayores su área de distribución es relativamente pequeña; por ejemplo *Myotis lucifuga* tiene el área de distribución en extensión latitudinal más grande (5,277 km) lo mismo que para el área de

ocurrencia (13,248,877 km²) y su masa corporal es intermedia (8 g); *Myotis milleri* tiene el área de distribución más pequeña (111 km y 5,326 km²) y su masa es intermedia (5.66 g).

Este hecho puede deberse a que las especies de tamaño corporal pequeño pueden tener áreas de distribución de diferentes dimensiones, pero no así las de tamaño corporal grande que solo pueden tener áreas grandes (Gaston et al., 1996). Además los murciélagos tienen áreas de distribución más amplias que los mamíferos no voladores (Arita et. al., 1997) y, particularmente asociado a su mayor capacidad de dispersión al compararlas con mamíferos terrestres de tamaño similar (Eisenberg, 1981; Peters, 1983; Arita y Fenton, 1997; Norberg y Rayner, 1987).

De manera general, ya que el tamaño corporal es una característica relacionada con la fisiología a través de relaciones alométricas (Peters, 1983; Calder, 1984; Schmidt-Nielsen, 1984), los organismos grandes requieren de más energía y nutrientes por individuo que los organismos pequeños, aun cuando necesitan menos recursos por gramo porque su metabolismo celular está operando a una tasa menor. Esto es, la capacidad de los recursos para mantener individuos no varía linealmente con su masa corporal, sino las relaciones son funciones curvilíneas exponenciales (ver Brown, 2003)

Por otro lado, la alimentación parece encontrarse asociada con la estructura de sus comunidades y así llevar a cabo una división equitativa de los recursos (McKenzie y Start, 1989) y, ya que los hábitos alimentarios están relacionados con la forma de forrajeo y a su vez a sus estrategias de vuelo y directamente a su morfología y tasa metabólica alta y un gasto mayor a lo esperado para un mamífero de tamaño corporal tan pequeño como los murciélagos. Por lo que no hay una correlación positiva entre el tamaño corporal y el área de distribución de los mamíferos voladores.

5.6. FORMA DEL ÁREA

En este estudio se encontró que a lo largo de los 83° N y 7° N del continente Americano, la forma de las áreas de distribución de murciélagos, desde pequeñas a medianas, en su gran mayoría es ovalada, es decir, tienen una orientación este-oeste, y las de tamaño grande son alargadas (orientación norte-sur). En cambio en mamíferos terrestres la forma de área es en un 90%

aproximadamente alargada y predominantemente de tamaño chico a mediano y las de forma ovalada desde medianas a grandes.

Por otro lado está la pregunta de cómo es la forma del área de distribución de las especies que se encuentran a lo largo de una región más amplia (ancha) o más estrecha del continente. Para responder a esta pregunta se evaluó la forma del área por divisiones geopolíticas (Norteamérica, México y Centroamérica), sin embargo son muy pocas las especies de murciélagos que se distribuyen de esta manera, pues sólo dos especies de mamíferos (*Myotis lucifugans* que se ubica entre 66° N y 46° N y *Myotis volans* entre 60° N y 33.5° N) tienen su distribución en países al norte de México y tres en países al sur de México (*Artibeus inopinatus*, *Sturnira mordax* y *Lasiurus castaneus*) y sólo 19 especies tienen sus distribuciones dentro de los límites de México (en su mayoría de los géneros *Myotis* y *Rhogeessa*). Por esa razón se utilizaron divisiones subjetivas donde la región continental más amplia y la más angosta coincidiera con un mayor número de distribuciones de los mamíferos terrestres y voladores; aun así se tuvieron que eliminar muchas especies para este análisis. Se evidenció que es complicado evaluar la forma de las áreas de distribución a lo largo de un territorio si se hace con base en divisiones geopolíticas ya que los límites de las divisiones de las especies están dados por muy diversos factores (e. g. biogeográficos) por ello se observa un patrón más claro de la forma del área cuando el estudio es a lo largo de un rango o de una región continental más amplia. Así, en mamíferos voladores se encontró que tanto en regiones amplias como angostas del Hemisferio Norte predomina la forma ovalada, es decir, tienen áreas con una orientación de este a oeste. De manera contraria sucede con los mamíferos terrestres que son en su gran mayoría alargadas. Curiosamente las áreas de distribución de quirópteros que se encuentran a lo largo de Canadá, E.U. y la parte más amplia de México (83° – 27° N) tienen tamaños de chico a mediano y los que se distribuyen en Centroamérica y la parte más angosta de México son de tamaño mediano a grande. Para los terrestres sucede lo mismo, aquellos ubicados en Alaska, Canadá, E.U. y parte norte de México (83°5' – 31° N) en su mayoría (41% aprox.) tienen áreas alargadas de tamaño chico a mediano; y del 24% que tienen áreas ovaladas, la mayoría son de tamaño mediano a grande. Los que se distribuyen en Centroamérica y la parte angosta de México (15°5' – 7° N) tienen áreas de forma alargada (60%) y predominan tamaños de mediano a grande. De manera distinta sucede a lo largo de los 47° y 13°16' N; límites que incluyen México, donde existen áreas mayoritariamente de medianas a grandes y sólo el 20% son alargadas. El que existan dos tipos de forma y tamaños desde pequeños a grandes se deber

quizá a la forma especial de México de “cuerno de la abundancia” con regiones estrechas y amplias a lo largo del país. Esto, se encontró más marcado en mamíferos terrestres (en 47° y 13°16' N) empero en proporciones contrarias a los murciélagos con un 65% aproximadamente con forma alargada y un 30% ovalada, sin embargo predominan igualmente tamaños de mediano a grande.

En suma, los quirópteros y los mamíferos terrestres en regiones amplias tienen áreas de distribución de tamaño de pequeño a mediano y en regiones estrechas de mediano a grande, sólo que en voladores predominan las formas ovaladas y en terrestres las alargadas.

Estos resultados podrían también ser consecuencia de un Hemisferio Norte con área continental grande y que las cordilleras, sierras y montañas se encuentran orientadas de norte a sur (Brown, 1995) lo que ha ido asociado a la forma alargada de las áreas de mamíferos terrestres. En general, las áreas de distribución de las especies muestran formas que obedecen a factores ambientales; las áreas de distribución se alargan y se fragmentan donde hay barreras climáticas, topográficas, edáficas y/o biológicas (Monjeau et al., 1998), es decir que las especies ocupan su hábitat preferencial. Así también, las costas marinas y las montañas son los factores principales de la deformación de las áreas y, en menor medida, también han probado serlo las isotermas de invierno y verano, los ríos (Ruggiero, 2001). Empero, factores históricos también son determinantes; por ejemplo los mamíferos norteamericanos que se desplazaron hacia el sur durante el Pleistoceno y posteriormente recolonizaron áreas desde el sur al norte, presentan áreas de distribución más amplias en el norte y más pequeñas en el sur (Rapoport y Mojeau, 2001).

Otro factor que posiblemente generó dichos resultados fue la eliminación de varias de las especies para obtener este patrón, ya que, como mencioné, muchas especies de murciélagos incluyen en su área de distribución la “zona de contacto entre las dos regiones biogeográficas” que se encuentra en México, por lo que tal vez la forma del área debería ser analizada separadamente para cada familia de murciélagos.

CONCLUSIONES

En este estudio se utilizaron dos maneras de medir el tamaño de área de distribución (extensión latitudinal y área de ocurrencia) con el fin de evaluar si existen diferencias en los patrones que resultan de utilizar una u otra medida (Efecto Rapoport, Regla de Bergmann, relación area-masa corporal). Sin embargo, no se encontraron diferencias en usar una u otra medida de tamaño de área, por lo que se pudieron corroborar las tendencias encontradas en los patrones evaluados para los mamíferos de Norteamérica y Centroamérica. La medida de área de ocurrencia contribuye para entender por qué especies particulares “ocurren” en ciertos lugares (ver Gaston, 1991).

La relación entre latitud y el tamaño de área en los mamíferos terrestres parece estar determinada por variables ecológicas y geográficas, a diferencia de los mamíferos voladores que parece estar más asociado a variables ecológicas. Que los murciélagos muestren el patrón latitudinal puede deberse a que estos organismos están limitados por variables como la temperatura y humedad preponderantes de los trópicos. Además está el factor de disponibilidad estacional de recursos, que es más estable en zonas tropicales que en zonas templadas (Fleming, 1973; McCoy y Connor, 1980; Arita, 1993a). En cambio, en los mamíferos terrestres las discontinuidades observadas en el patrón latitudinal pueden ser resultado de las diferencias que existen en los patrones de riqueza de mamíferos terrestres neárticos (e.g. los órdenes Artiodáctyla, Insectívora, Rodentia, Carnívora), los cuales presentan un mayor número de especies hacia el norte de México. Por otro lado, los mamíferos neotropicales (e.g. Orden Didelphimorphia) muestran un patrón latitudinal donde el número de especies es mayor hacia el Ecuador (Wilson, 1974; Figueroa, 1995).

Hasta cierto punto, la distribución latitudinal de las especies y el tamaño y forma del continente reflejan las mismas relaciones ecológicas, por ejemplo en cuanto a la dinámica de las comunidades de especies y la manera en que se distribuyen sus nichos (Brown, 2003). Por ello considero que en este tipo de estudios debe hacerse una división de los mamíferos en grupos basados en sus características particulares (terrestres y voladores). Asimismo, debe considerarse la estandarización de una división regional de estudio, que sea coherente (i.e. no a nivel de continente), ya sea con base en la heterogeneidad ambiental (Pagel et al., 1991), el tipo de hábitat o la forma del

continente. Ello fue importante para la evaluación de forma de área de especies de este estudio. Por ejemplo, se ha demostrado que la influencia de la heterogeneidad espacial y consecuentemente la diversidad de hábitat, son factores preponderantes de una alta riqueza de especies de los mamíferos no voladores (Arita, 1993a).

Al hacer los análisis de área de distribución y masa corporal con las dos formas de medir el área, los resultados me permitieron definir la rareza de especies en términos del área de distribución y el tamaño corporal. Por lo que a partir de los resultados que obtuve, considero que si se utiliza el método de clasificación de rareza con base en el tamaño de área (Arita, 1993) con fines de conservación, es importante hacerlo con base en ambas formas de medir el tamaño del área, sin olvidar incluir el tamaño corporal, ya que al estudiar mamíferos terrestres, esta variable se encuentra relacionada directamente con el área de distribución (Brown, 1995, incluyendo este trabajo).

Los procesos históricos y ecológicos determinan y modifican los patrones de distribución geográfica de la biota, a veces de manera simultánea, por lo que es casi imposible separarlos (Escalante, 2007). Asimismo, pueden existir diferencias en los patrones espaciales de distribución de las especies, ya sea por los procesos mencionados o por las actividades humanas (Crisci et al., 2006). En la macroecología se han tratado de evaluar simultáneamente las perspectivas geográficas e históricas (Brown y Mauer, 1989; Brown, 2003) para poder entender de manera más completa la distribución y diversidad de especies. Se ha incluido de igual forma la perspectiva ecológica para comprender la composición de las biotas regionales y continentales. Finalmente, la integración de los procesos macroecológicos y biogeográficos ha permitido una mejor comprensión de los patrones de distribución de la biota, así como los procesos asociados a dichos patrones.

ANEXO I

Las dos medidas para tamaño de área de distribución (área de ocurrencia y extensión latitudinal, A. O. y Ext. Lat., respectivamente), el tamaño corporal, los límites latitudinales extremos (Lat. N y Lat. S se refieren a la latitud más norteña y más sureña de la extensión latitudinal, respectivamente) y el punto medio (P.M.) de las especies de mamíferos voladores de Norteamérica y Centroamérica.

No.	Orden	Familia	Especie	Ext. Lat. (km)	A. O. (km ²)	Masa (g)	Lat N	Lat S	P. M.
1	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis planiceps	388.885	84316.969	2.82	26.5	23	24.75
2	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa gracilis	1033.323	269933.276	3.5	25	15.7	20.35
3	Chiroptera	Vespertilionidae	Pipistrellus hesperus	3222.19	2798540.44	3.794	47	18	32.5
4	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa genowaysi	187.7759	15049.756	3.87	16.49	14.8	15.645
5	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa aeneus	404.4404	116817.03	3.87	21.64	18	19.82
6	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis californica	4611.065	3984621.31	4.128	56	14.5	35.25
7	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis leibii	1611.095	1557519.14	4.269	48	33.5	40.75
8	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis elegans	1571.0954	668464.339	4.415	24	9.86	16.93
9	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis carteri	444.44	60445.956	4.82	22	18	20
10	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis ciliolabrum	3444.41	4150457.17	4.86	53	22	37.5
11	Chiroptera	Emballonuridae	Balantiopteryx io	444.44	210015.027	5.356	19	15	17
12	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis yumanensis	4055.515	3404437.93	5.476	55.5	19	37.25
13	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis milleri	111.11	5326.625	5.66	31	30	30.5
14	Chiroptera	Vespertilionidae	Pipistrellus subflavus	3611.075	4388569.01	5.844	47	14.5	30.75
15	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis septentrionalis	2999.97	4881034.76	6.16	57	30	43.5
16	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis keenii	1444.43	304306.915	6.238	59	46	52.5
17	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis fortidens	1897.7588	514954.626	6.3	31	13.92	22.46
18	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis thysanodes	4055.515	3559288.6	6.636	52.5	16	34.25
19	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa alleni	762.2146	320975.723	6.9	22.51	15.65	19.08
20	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis sodalis	1499.985	1465943.42	6.968	44.5	31	37.75
21	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis auriculacea	1944.425	1148243.35	7.05	36	18.5	27.25
22	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis peninsularis	281.1083	22312.695	7.08	25.4	22.87	24.135
23	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis evotis	3679.9632	3134809.06	7.167	56	22.88	39.44
24	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis austroriparius	1388.875	902337.504	7.228	39.5	27	33.25
25	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis volans	4666.62	4563577.68	7.269	60	18	39
26	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis lucifuga	5277.725	13248877.7	8.005	66	18.5	42.25
27	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis velifera	2999.97	2109082.95	8.732	40.5	13.5	27
28	Chiroptera	Phyllostomidae	Glossophaga morenoi	433.329	235511.498	9.2	19.5	15.6	17.55
29	Chiroptera	Vespertilionidae	Corynorhinus townsendii	4277.735	4926457.51	9.705	55	16.5	35.75
30	Chiroptera	Vespertilionidae	Corynorhinus rafinesquii	1628.8726	1225138.14	9.886	39.5	24.84	32.17
31	Chiroptera	Phyllostomidae	Glossophaga leachii	1222.21	549945.583	10.194	20.5	9.5	15
32	Chiroptera	Vespertilionidae	Lasionycteris noctivagans	4277.735	10530952.9	10.392	62.5	24	43.25
33	Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis grisescens	1166.655	706591.417	10.424	40.5	30	35.25
34	Chiroptera	Phyllostomidae	Hylonycteris underwoodi	1555.54	614862.973	10.787	22	8	15
35	Chiroptera	Vespertilionidae	Nycticeius humeralis	2444.42	3200286.53	10.971	42.5	20.5	31.5
36	Chiroptera	Phyllostomidae	Musonycteris harrisoni	366.663	88660.545	11.64	20	16.7	18.35
37	Chiroptera	Vespertilionidae	Lasiurus seminolus	2065.5349	1364693.46	11.667	43.5	24.91	34.205
38	Chiroptera	Phyllostomidae	Macrotus californicus	1625.5393	619853.885	11.7	37.5	22.87	30.185
39	Chiroptera	Vespertilionidae	Euderma phyllote	2222.2	1507682.22	11.95	37.5	17.5	27.5
40	Chiroptera	Molossidae	Nyctinomops femorosaccus	1888.87	1526315.9	12.515	35	18	26.5
41	Chiroptera	Phyllostomidae	Macrotus waterhousii	1523.3181	718672.264	14.13	28.5	14.79	21.645
42	Chiroptera	Molossidae	Molossus aztecus	523.3281	172646.462	14.143	20	15.29	17.645
43	Chiroptera	Molossidae	Molossus coibensis	189.9981	11089.018	14.33	16.5	14.79	15.645
44	Chiroptera	Vespertilionidae	Lasiurus castaneus	333.33	20648.551	14.65	10.5	7.5	9

45	Chiroptera	Vespertilionidae	Euderma maculatum	3555.52	2293509.32	15.958	51.5	19.5	35.5
46	Chiroptera	Antrozoidae	Bauerus dubiaquercus	1333.32	540873.884	16.045	22	10	16
47	Chiroptera	Phyllostomidae	Choeronycteris mexicana	2303.3103	1780932.99	16.618	33.5	12.77	23.135
48	Chiroptera	Vespertilionidae	Lasiurus intermedius	2315.5324	1863176.5	17.977	34	13.16	23.58
49	Chiroptera	Vespertilionidae	Rhogeessa parvula	162.2206	567608.277	18.545	19.49	18.03	18.76
50	Chiroptera	Antrozoidae	Antrozous pallidus	3499.965	3699660.72	19.218	51.5	20	35.75
51	Chiroptera	Vespertilionidae	Tonatia evotis	578.8831	305550.13	20	20	14.79	17.395
52	Chiroptera	Phyllostomidae	Myotis vivesi	777.77	86650.231	20.48	31	24	27.5
53	Chiroptera	Phyllostomidae	Dermanura azteca	1833.315	591127.579	22.995	25	8.5	16.75
54	Chiroptera	Vespertilionidae	Leptonycteris nivalis	1722.205	1107586.53	25.29	33	17.5	25.25
55	Chiroptera	Molossidae	Sturnira mordax	322.219	38078.796	28	11	8.1	9.55
56	Chiroptera	Phyllostomidae	Rhogeessa mira	162.2206	17096.751	29.01	19.49	18.03	18.76
57	Chiroptera	Molossidae	Molossus rufus	2302.1992	1345586.39	34.219	29	8.28	18.64
58	Chiroptera	Phyllostomidae	Artibeus inopinatus	295.5526	40689.057	35.9	14	11.34	12.67
59	Chiroptera	Phyllostomidae	Artibeus hirsutus	1466.652	310822.038	38.333	29	15.8	22.4
60	Chiroptera	Phyllostomidae	Eumops underwoodi	2388.865	707491.053	55.2	33	11.5	22.25

ANEXO II

Las dos medidas para tamaño de área de distribución (área de ocurrencia y extensión latitudinal, A. O. y Ext. Lat., respectivamente), el tamaño corporal, los límites latitudinales extremos (Lat. N y Lat. S se refieren a la latitud más norteña y más sureña de la extensión latitudinal, respectivamente) y el punto medio (P.M.) de las especies de mamíferos terrestres de Norteamérica y Centroamérica.

No.	Orden	Familia	Especie	Ext. Lat. (km)	A. O. (km ²)	Masa (g)	Lat. N	Lat. S	P. M.
1	Insectivora	Soricidae	Sorex nanus	2055.535	1038467.46	2.4	49	30.5	39.75
2	Insectivora	Soricidae	Sorex longirostris	1764.4268	1823641.78	3.04	41	25.12	33.06
3	Insectivora	Soricidae	Sorex gaspensis	417.7736	67481.016	3.13	49.26	45.5	47.38
4	Insectivora	Soricidae	Sorex haydeni	1555.54	1302615.24	3.333	53.5	39.5	46.5
5	Insectivora	Soricidae	Sorex hoyi	3944.405	7749739.18	3.557	68	32.5	50.25
6	Insectivora	Soricidae	Sorex milleri	499.995	71432.408	3.7	29.5	25	27.25
7	Insectivora	Soricidae	Sorex tenellus	333.33	68756.311	3.75	39	36	37.5
8	Insectivora	Soricidae	Sorex ugunak	1444.43	1783519.14	3.85	72	59	65.5
9	Insectivora	Soricidae	Sorex preblei	944.435	205889.388	4.1	49	40.5	44.75
10	Insectivora	Soricidae	Sorex cinereus	4129.9587	10944450.1	4.265	70.17	33	51.585
11	Insectivora	Soricidae	Sorex trowbridgii	1666.65	315255.182	4.663	50	35	42.5
12	Insectivora	Soricidae	Notiosorex crawfordi	2166.645	2720268.71	4.674	39.5	20	29.75
13	Insectivora	Soricidae	Sorex arizonae	499.995	103892.138	4.7	32.5	28	30.25
14	Insectivora	Soricidae	Cryptotis hondurensis	111.11	14992.752	4.95	14.5	13.5	14
15	Insectivora	Soricidae	Cryptotis mayensis	666.66	282616.665	5	21.5	15.5	18.5
16	Insectivora	Soricidae	Cryptotis parva	3999.96	4705093.54	5	45	9	27
17	Insectivora	Soricidae	Sorex lyelli	222.22	33793.778	5	39.5	37.5	38.5
18	Insectivora	Soricidae	Sorex oreopolus	277.775	128171.506	5	21	18.5	19.75
19	Insectivora	Soricidae	Sorex ornatus	1736.6493	137168.251	5.236	38.5	22.87	30.685
20	Insectivora	Soricidae	Sorex saussurei	944.435	476393.51	5.425	25.5	17	21.25
21	Insectivora	Soricidae	Cryptotis mera	132.2209	14329.782	5.45	8.69	7.5	8.095
22	Insectivora	Soricidae	Cryptotis merriami	722.215	161327.867	5.45	17	10.5	13.75
23	Insectivora	Soricidae	Sorex dispar	1444.43	382261.439	5.467	47.5	34.5	41
24	Insectivora	Soricidae	Sorex merriami	1888.87	1782543.24	5.574	49	32	40.5
25	Insectivora	Soricidae	Cryptotis goodwini	222.22	55515.53	7	16	14	15
26	Insectivora	Soricidae	Cryptotis magna	166.665	29519.462	7	18	16.5	17.25
27	Insectivora	Soricidae	Cryptotis mexicana	871.1024	174539.153	7	23.5	15.66	19.58
28	Insectivora	Soricidae	Cryptotis nigrescens	333.33	42024.967	7	11	8	9.5
29	Insectivora	Soricidae	Sorex emarginatus	555.55	136519.917	7	24	19	21.5
30	Insectivora	Soricidae	Sorex macrodon	222.22	29207.491	7	20	18	19
31	Insectivora	Soricidae	Sorex sclateri	55.555	2952.014	7	17.5	17	17.25
32	Insectivora	Soricidae	Sorex stizodon	55.555	2952.014	7	17.5	17	17.25
33	Insectivora	Soricidae	Sorex ventralis	555.55	131809.147	7	21	16	18.5
34	Insectivora	Soricidae	Cryptotis endersi	55.555	5616.98	7.1	9	8.5	8.75
35	Insectivora	Soricidae	Sorex veraeapacis	388.885	129288.546	7.333	18	14.5	16.25
36	Insectivora	Soricidae	Sorex tundrensis	1838.8705	1515219.28	7.433	71.39	54.84	63.115
37	Insectivora	Soricidae	Cryptotis gracilis	222.22	27975.652	7.5	10.5	8.5	9.5
38	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus merriami	1555.54	737379.746	7.52	36	22	29
39	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus flavus	2944.415	1821712.59	7.68	44.5	18	31.25
40	Insectivora	Soricidae	Sorex fumeus	1777.76	1553021.84	7.7	49.5	33.5	41.5
41	Rodentia	Muridae	Baiomys taylori	1722.205	1196137.86	7.844	34	18.5	26.25
42	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus longimembris	1611.095	585946.232	7.869	43.5	29	36.25
43	Insectivora	Soricidae	Sorex arcticus	2733.306	4355796.98	7.9	68	43.4	55.7
44	Insectivora	Soricidae	Cryptotis goldmani	555.55	192548.288	8	20	15	17.5

45	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus fasciatus	1833.315	1221249.97	8	54	37.5	45.75
46	Insectivora	Talpidae	Neurotrichus gibbsii	1777.76	322829.394	8.1	52	36	44
47	Insectivora	Soricidae	Sorex bairdii	277.775	29776.533	8.622	46.5	44	45.25
48	Rodentia	Muridae	Synaptomys borealis	2722.195	6791588.17	8.767	68	43.5	55.75
49	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys montanus	2499.975	2102127.12	9.667	47	24.5	35.75
50	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys humulis	1444.43	1645489.4	9.935	39.5	26.5	33
51	Insectivora	Soricidae	Sorex pacificus	388.885	39061.423	10.2	45	41.5	43.25
52	Insectivora	Soricidae	Sorex sonomae	777.77	56963.556	10.25	45	38	41.5
53	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus amplus	666.66	155336.962	10.35	36.5	30.5	33.5
54	Rodentia	Heteromyidae	Microdipodops megacephalus	1174.4327	482028.001	10.892	45.04	34.47	39.755
55	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys gracilis	1288.876	316978.321	10.9	21.6	10	15.8
56	Rodentia	Muridae	Scotinomys teguina	1055.545	275698.77	10.9	17.5	8	12.75
57	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys raviventris	222.22	15849.78	11.05	39	37	38
58	Insectivora	Soricidae	Megasorex gigas	833.325	177715.925	11.5	22.5	15	18.75
59	Rodentia	Muridae	Peromyscus polionotus	944.435	492216.569	11.5	35.5	27	31.25
60	Rodentia	Muridae	Baiomys musculus	1055.545	468591.18	11.9	21.5	12	16.75
61	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys megalotis	4111.07	5390261.54	12.398	53	16	34.5
62	Rodentia	Heteromyidae	Microdipodops pallidus	724.4372	201717.792	12.5	41.48	34.96	38.22
63	Insectivora	Soricidae	Sorex palustris	3722.185	6455559.55	12.791	66	32.5	49.25
64	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys brevirostris	444.44	49365.072	13	13.5	9.5	11.5
65	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys zacatecae	1277.765	262212.961	13	30	18.5	24.25
66	Insectivora	Soricidae	Blarina hylophaga	1055.545	703484.112	13.08	40.5	31	35.75
67	Insectivora	Soricidae	Blarina carolinensis	1555.54	1845887.04	13.75	41.5	27.5	34.5
68	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus nelsoni	1222.21	542266.571	14	32.5	21.5	27
69	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys sumichrasti	1555.54	472924.772	14.05	22	8	15
70	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys fulvescens	2849.9715	2613986.23	14.561	37	11.35	24.175
71	Rodentia	Muridae	Oligoryzomys vegetus	333.33	39529.125	15	11	8	9.5
72	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys rodriguezii	166.665	29726.963	15	11	9.5	10.25
73	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus inornatus	777.77	150388.038	15.2	41.5	34.5	38
74	Rodentia	Muridae	Scotinomys xerampelinus	222.22	28978.071	15.2	10.5	8.5	9.5
75	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys darienensis	293.3304	56549.526	15.3	9.64	7	8.32
76	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus penicillatus	1777.76	1081434.88	15.35	38	22	30
77	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys paradoxus	222.22	14172.346	15.6	12	10	11
78	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus intermedius	1166.655	590211.663	15.62	37.5	27	32.25
79	Insectivora	Soricidae	Sorex bendirii	1503.3183	227780.884	16.1	51	37.47	44.235
80	Insectivora	Soricidae	Blarina brevicauda	2333.31	3488918.56	16.5	55.5	34.5	45
81	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus flavescens	1833.315	1457248.79	16.8	47.5	31	39.25
82	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus parvus	1777.76	1124775.99	16.9	51.5	35.5	43.5
83	Rodentia	Muridae	Neotoma cinerea	3499.965	3360332.02	16.95	65.5	34	49.75
84	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus pernix	819.9918	87486.097	17	29.5	22.12	25.81
85	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus spinatus	1402.2082	125309.376	17.073	35.5	22.88	29.19
86	Rodentia	Muridae	Neacomys pictus	132.2209	8204.152	17.5	8.69	7.5	8.095
87	Rodentia	Muridae	Peromyscus eva	675.5488	68462.398	17.8	28.95	22.87	25.91
88	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys creper	277.775	29861.054	19	11	8.5	9.75
89	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys mexicanus	1222.21	452278.255	19	23.5	12.5	18
90	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus artus	653.3268	75360.332	19.3	28	22.12	25.06
91	Rodentia	Heteromyidae	Perognathus alticola	222.22	17746.224	19.38	36	34	35
92	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus fallax	733.326	60981.491	19.467	34	27.4	30.7
93	Rodentia	Muridae	Peromyscus maniculatus	5777.72	13562871.3	19.754	68	16	42
94	Rodentia	Muridae	Peromyscus keeni	1499.985	272659.021	20	60	46.5	53.25
95	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys burti	633.327	73247.6	20	30	24.3	27.15
96	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys hirsutus	111.11	14975.924	20	21.5	20.5	21
97	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys microdon	722.215	182945.174	20	20.5	14	17.25

98	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys tenuirostris	277.775	57696.265	20	16.5	14	15.25
99	Rodentia	Dipodidae	Zapus hudsonius	3724.4072	9249461.17	20.311	65	31.48	48.24
100	Rodentia	Muridae	Microtus oregoni	1355.542	357238.207	20.35	50.5	38.3	44.4
101	Rodentia	Muridae	Clethrionomys californicus	911.102	163967.529	20.4	46.5	38.3	42.4
102	Rodentia	Muridae	Peromyscus crinitus	1888.87	1330988.35	20.8	46	29	37.5
103	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus formosus	1666.65	435258.877	20.967	42	27	34.5
104	Rodentia	Muridae	Rheomys raptor	333.33	23866.873	21	10.5	7.5	9
105	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus goldmani	611.105	84679.524	21.4	30.5	25	27.75
106	Rodentia	Muridae	Peromyscus eremicus	1888.87	1552825.64	22.067	38	21	29.5
107	Rodentia	Muridae	Peromyscus leucopus	4203.2913	6589513.15	22.215	53.5	15.67	34.585
108	Rodentia	Muridae	Peromyscus pectoralis	1611.095	898388.462	22.4	34.03	19.53	26.78
109	Rodentia	Dipodidae	Napaeozapus insignis	2304.4214	2571361.86	22.567	54.37	33.63	44
110	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus arenarius	1068.8782	83179.072	23	32.5	22.88	27.69
111	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus lineatus	277.775	37097.163	23	24	21.5	22.75
112	Rodentia	Muridae	Clethrionomys gapperi	3388.855	8605513.61	23.277	63.5	33	48.25
113	Rodentia	Muridae	Reithrodontomys chrysopsis	222.22	99145.643	23.5	20.5	18.5	19.5
114	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus baileyi	1204.4324	354722.133	23.9	34.5	23.66	29.08
115	Rodentia	Muridae	Peromyscus gratus	1888.87	634309.665	24.4	33	16	24.5
116	Rodentia	Muridae	Clethrionomys rutilus	1722.205	3891817.73	24.487	72	56.5	64.25
117	Rodentia	Dipodidae	Zapus trinotatus	1451.0966	246274.187	24.5	51.04	37.98	44.51
118	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus californicus	944.435	148291.07	24.5	39	30.5	34.75
119	Rodentia	Muridae	Oryzomys melanotis	1036.6563	581032.381	25	25	15.67	20.335
120	Rodentia	Muridae	Microtus montanus	2277.755	1595193.26	25.125	53	32.5	42.75
121	Rodentia	Muridae	Onychomys torridus	1944.425	1260335.71	25.32	42	24.5	33.25
122	Rodentia	Muridae	Lemmiscus curtatus	1999.98	11899.984	25.767	53.5	35.5	44.5
123	Rodentia	Muridae	Ochrotomys nuttalli	1444.43	1504552.06	25.9	39.5	26.5	33
124	Rodentia	Muridae	Peromyscus truei	2625.5293	1904831.83	26.007	46.5	22.87	34.685
125	Rodentia	Muridae	Peromyscus beatae	333.33	40734.558	26.32	21	18	19.5
126	Rodentia	Muridae	Peromyscus simulus	499.995	30339.166	26.32	25	20.5	22.75
127	Rodentia	Muridae	Peromyscus spicilegus	1061.1005	211426.233	26.32	28.55	19	23.775
128	Rodentia	Dipodidae	Zapus princeps	3498.8539	3604393.7	26.972	63.49	32	47.745
129	Rodentia	Muridae	Peromyscus boylii	2999.97	2728853.42	27.629	47	20	33.5
130	Rodentia	Muridae	Arborimus longicaudus	777.77	59742.056	27.65	46	39	42.5
131	Rodentia	Muridae	Microtus oeconomus	1833.315	2565476.41	29.04	71.3	54.8	63.05
132	Rodentia	Muridae	Microtus canicaudus	199.998	5332.499	29.1	45.5	43.7	44.6
133	Rodentia	Muridae	Peromyscus stirtoni	333.33	68957.92	29.2	15	12	13.5
134	Rodentia	Muridae	Microtus mogollonensis	388.885	121157.923	29.3	35.5	32	33.75
135	Rodentia	Muridae	Peromyscus attwateri	1055.545	435950.608	29.3	38	28.5	33.25
136	Rodentia	Muridae	Microtus pinetorum	1944.425	2872857.22	29.5	46	28.5	37.25
137	Rodentia	Muridae	Peromyscus yucatanicus	403.3293	134769.438	29.545	21.63	18	19.815
138	Rodentia	Muridae	Phenacomys intermedius	2722.195	577804.005	29.833	59.5	35	47.25
139	Rodentia	Muridae	Onychomys arenicola	1777.76	768629.94	30	37	21	29
140	Rodentia	Muridae	Peromyscus difficilis	1499.985	541463.747	30.083	29.5	16	22.75
141	Rodentia	Muridae	Onychomys leucogaster	3333.3	3897652.3	30.329	53	23	38
142	Rodentia	Muridae	Peromyscus melanotis	1333.32	586061.505	30.725	30	18	24
143	Rodentia	Muridae	Peromyscus gossypinus	1449.9855	1254721.03	31.206	38	24.95	31.475
144	Rodentia	Muridae	Synaptomys cooperi	1888.87	3581039.01	31.707	51.5	34.5	43
145	Rodentia	Muridae	Peromyscus mayensis	55.555	5949.992	32	16	15.5	15.75
146	Rodentia	Muridae	Podomys floridanus	503.3283	83744.841	32.822	30.03	25.5	27.765
147	Rodentia	Muridae	Peromyscus furvus	388.885	46486.651	33	21.5	18	19.75
148	Rodentia	Muridae	Peromyscus melanurus	111.11	20601.767	33.5	17	16	16.5
149	Rodentia	Muridae	Otonyctomys hatti	444.44	123764.208	33.55	21	17	19
150	Rodentia	Muridae	Peromyscus nasutus	1833.315	820842.05	34.25	42	25.5	33.75

151	Rodentia	Muridae	Microtus ochrogaster	3111.08	3945631.96	35	56.5	28.5	42.5
152	Rodentia	Muridae	Microtus mexicanus	2388.865	1019973.34	35.667	37.5	16	26.75
153	Rodentia	Muridae	Arborimus pomo	422.218	10700.559	36	42.5	38.7	40.6
154	Rodentia	Muridae	Peromyscus hooperi	444.44	55267.788	36	28.5	24.5	26.5
155	Rodentia	Muridae	Microtus longicaudus	3888.85	3809955.92	36.383	68.5	33.5	51
156	Rodentia	Muridae	Microtus townsendii	1215.5434	161910.337	37.5	50.94	40	45.47
157	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys merriami	2005.5355	1324292.84	37.874	40.02	21.97	30.995
158	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus hispidus	3111.08	2677411.37	38.242	47.5	19.5	33.5
159	Rodentia	Sciuridae	Syntheosciurus brochus	224.4422	32019.733	38.32	10.51	8.49	9.5
160	Rodentia	Muridae	Peromyscus mexicanus	1609.9839	499071.193	38.656	23.5	9.01	16.255
161	Rodentia	Sciuridae	Tamias alpinus	443.3289	74024.9	39	39	35.01	37.005
162	Rodentia	Muridae	Microtus pennsylvanicus	4555.51	12418502.4	39.682	70	29	49.5
163	Rodentia	Muridae	Microtus quasiater	499.995	84224.097	40	22	17.5	19.75
164	Rodentia	Muridae	Neofiber alleni	708.8818	136403.841	40	31.5	25.12	28.31
165	Rodentia	Muridae	Habromys chinanteco	111.11	11791.832	40	18	17	17.5
166	Rodentia	Muridae	Habromys lophurus	333.33	68534.808	40	17	14	15.5
167	Rodentia	Muridae	Habromys simulatus	277.775	37669.13	40	21.5	19	20.25
168	Rodentia	Muridae	Peromyscus bullatus	111.11	8736.668	40	20	19	19.5
169	Rodentia	Muridae	Peromyscus gymnotis	461.1065	51952.167	40	15.5	11.35	13.425
170	Rodentia	Muridae	Peromyscus melanophrys	1277.765	651565.364	40	27	15.5	21.25
171	Rodentia	Muridae	Peromyscus merriami	1188.877	232806.925	40	34	23.3	28.65
172	Rodentia	Muridae	Peromyscus ochraventer	166.665	22793.576	40	23.5	22	22.75
173	Rodentia	Muridae	Peromyscus polius	277.775	48462.341	40	30.5	28	29.25
174	Rodentia	Muridae	Peromyscus winkelmanni	55.555	4811.097	40	19	18.5	18.75
175	Rodentia	Muridae	Peromyscus zarhynchus	111.11	17735.742	40	17.5	16.5	17
176	Rodentia	Muridae	Rheomys mexicanus	111.11	22959.273	40	17	16	16.5
177	Rodentia	Muridae	Rheomys thomasi	488.884	71557.606	40	17.5	13.1	15.3
178	Rodentia	Muridae	Arborimus albipes	555.55	44400.71	40.5	46.5	41.5	44
179	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa canescens	1315.5424	466001.822	40.775	27.5	15.66	21.58
180	Rodentia	Muridae	Phenacomys ungava	2333.31	4901163.28	40.8	65.5	44.5	55
181	Rodentia	Muridae	Microtus oaxacensis	111.11	5895.916	40.933	18	17	17.5
182	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys nitratooides	279.9972	53114.285	41.5	37.02	34.5	35.76
183	Rodentia	Muridae	Microtus guatemalensis	333.33	58505.735	42	17	14	15.5
184	Rodentia	Muridae	Microtus umbrosus	111.11	11823.828	42	17.5	16.5	17
185	Rodentia	Muridae	Nyctomys sumichrasti	1423.3191	635490.47	42	20	7.19	13.595
186	Rodentia	Muridae	Microtus chrotorrhinus	2555.53	1663389.37	42.5	58	35	46.5
187	Rodentia	Muridae	Microtus miurus	1345.5421	1242136.62	42.5	70.5	58.39	64.445
188	Rodentia	Muridae	Rheomys underwoodi	222.22	22905.527	42.815	10.5	8.5	9.5
189	Insectivora	Talpidae	Condylura cristata	2902.1932	3471469.01	44.094	56.12	30	43.06
190	Rodentia	Muridae	Osgoodomys banderanus	634.4381	184011.249	44.78	22	16.29	19.145
191	Rodentia	Sciuridae	Tamias minimus	4168.8472	6036413.96	45.32	69.01	31.49	50.25
192	Rodentia	Muridae	Oryzomys dimidiatus	111.11	12093.894	46	12.5	11.5	12
193	Rodentia	Heteromyidae	Liomys pictus	1833.315	462295.31	46.467	31.5	15	23.25
194	Rodentia	Heteromyidae	Liomys salvini	833.325	202144.442	47	17	9.5	13.25
195	Rodentia	Heteromyidae	Liomys irroratus	1425.5413	719973.908	47.848	28.5	15.67	22.085
196	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys compactus	401.1071	51011.913	49.25	29.51	25.9	27.705
197	Carnivora	Mustelidae	Mustela nivalis	4277.735	11194477.5	49.254	72	33.5	52.75
198	Rodentia	Muridae	Peromyscus californicus	932.2129	123733.581	50.717	38	29.61	33.805
199	Insectivora	Talpidae	Parascalops breweri	1499.985	901419.598	51.333	48	34.5	41.25
200	Rodentia	Muridae	Peromyscus perfulvus	388.885	96753.7	52.4	21	17.5	19.25
201	Rodentia	Muridae	Nelsonia goldmani	111.11	11654.894	52.42	20	19	19.5
202	Rodentia	Muridae	Nelsonia neotomodon	444.44	108007.671	52.42	24.5	20.5	22.5
203	Rodentia	Muridae	Oryzomys palustris	1819.9818	1695682.3	52.851	41.5	25.12	33.31

204	Rodentia	Sciuridae	Tamias amoenus	2164.4228	1266970.79	53.122	55.5	36.02	45.76
205	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys phillipsii	1002.2122	276236.88	53.6	26.01	16.99	21.5
206	Rodentia	Sciuridae	Tamias rufus	777.77	354676.249	53.6	41	34	37.5
207	Rodentia	Muridae	Peromyscus guatemalensis	222.22	39939.744	54	16	14	15
208	Rodentia	Sciuridae	Tamias panamintinus	664.4378	133321.048	54	39.99	34.01	37
209	Rodentia	Muridae	Dicrostonyx groenlandicus	1967.7581	3338173.43	54.4	72.1	54.39	63.245
210	Rodentia	Sciuridae	Tamias speciosus	943.3239	148786.26	56.5	41.98	33.49	37.735
211	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys ordii	3551.0756	3234713.13	56.924	50.97	19.01	34.99
212	Rodentia	Muridae	Oryzomys bolivaris	999.99	178897.415	57	16	7	11.5
213	Rodentia	Geomyidae	Thomomys clusius	222.22	31647.77	58	44	42	43
214	Rodentia	Heteromyidae	Heteromys gaumeri	571.1054	180900.094	58.66	21.63	16.49	19.06
215	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys microps	1059.9894	470749.11	59.05	44.49	34.95	39.72
216	Rodentia	Muridae	Peromyscus melanocarpus	166.665	17703.746	59.4	18	16.5	17.25
217	Rodentia	Muridae	Microtus californicus	1597.7618	279913.686	59.443	44	29.62	36.81
218	Rodentia	Sciuridae	Tamias quadrivittatus	1158.8773	550632.368	59.8	43.99	33.56	38.775
219	Rodentia	Muridae	Dicrostonyx hudsonius	1053.3228	539873.727	60	62.48	53	57.74
220	Rodentia	Muridae	Dicrostonyx richardsoni	944.435	390496.552	60	65.5	57	61.25
221	Rodentia	Muridae	Peromyscus mekisturus	166.665	20479.828	60	19.5	18	18.75
222	Insectivora	Talpidae	Scapanus orarius	1277.765	313651.757	61.2	50.5	39	44.75
223	Rodentia	Geomyidae	Thomomys idahoensis	666.66	195452.611	61.7	47.5	41.5	44.5
224	Rodentia	Sciuridae	Tamias umbrinus	1222.21	527222.145	63	46	35	40.5
225	Rodentia	Muridae	Otodylomys phyllotis	1473.3186	650438.055	63.84	21.63	8.37	15
226	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys agilis	1168.8772	111183.25	64.233	36.02	25.5	30.76
227	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa mexicana	1922.203	944936.79	65	24.5	7.2	15.85
228	Rodentia	Heteromyidae	Liomys spectabilis	166.665	13538.983	65	20	18.5	19.25
229	Rodentia	Muridae	Peromyscus grandis	111.11	17871.603	65	16	15	15.5
230	Rodentia	Muridae	Oryzomys chapmani	499.995	70448.299	66.567	20.5	16	18.25
231	Rodentia	Sciuridae	Tamias ruficaudus	724.4372	210549.419	68	51.52	45	48.26
232	Rodentia	Sciuridae	Glaucomys volans	3999.96	4572128.21	68.007	49.5	13.5	31.5
233	Rodentia	Muridae	Peromyscus megalops	222.22	72676.254	68.6	18	16	17
234	Rodentia	Heteromyidae	Liomys adpersus	257.7752	34064.291	69	9.52	7.2	8.36
235	Rodentia	Sciuridae	Tamias palmeri	221.1089	54307.276	69.4	38	36.01	37.005
236	Insectivora	Talpidae	Scapanus townsendii	1111.1	197007.972	70	50.5	40.5	45.5
237	Carnivora	Mustelidae	Mustela erminea	3833.295	13968310.3	70.167	70	35.5	52.75
238	Rodentia	Sciuridae	Tamias canipes	501.1061	62394.257	70.4	35.01	30.5	32.755
239	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys stephensi	187.7759	16464.724	71	34.5	32.81	33.655
240	Rodentia	Sciuridae	Tamias cinereicollis	557.7722	146256.332	71	35.51	30.49	33
241	Rodentia	Sciuridae	Tamias bulleri	389.9961	47946.425	71.5	25.99	22.48	24.235
242	Rodentia	Sciuridae	Tamias dorsalis	2055.535	874579.287	71.69	43.02	24.52	33.77
243	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys heermanni	565.5499	103761.061	72	39.53	34.44	36.985
244	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys californicus	727.7705	177806.427	72.5	43.01	36.46	39.735
245	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys panamintinus	769.9923	142738.103	73.95	40.95	34.02	37.485
246	Rodentia	Geomyidae	Thomomys mazama	888.88	112087.321	74	48	40	44
247	Rodentia	Sciuridae	Tamias townsendii	832.2139	142232.215	74.45	50.01	42.52	46.265
248	Rodentia	Sciuridae	Tamias durangae	394.4405	72725.47	74.5	27.04	23.49	25.265
249	Rodentia	Muridae	Megadontomys cryophilus	55.555	5904.028	75	17.5	17	17.25
250	Rodentia	Muridae	Megadontomys nelsoni	166.665	17464.111	75	20.5	19	19.75
251	Rodentia	Sciuridae	Tamias siskiyou	608.8828	105437.217	75	45.48	40	42.74
252	Rodentia	Sciuridae	Tamias sonomae	445.5511	67094.527	75	42	37.99	39.995
253	Rodentia	Heteromyidae	Dipodomys elator	219.9978	69209.911	77.5	34.98	33	33.99
254	Rodentia	Sciuridae	Tamias obscurus	937.7684	62647.644	78	34.99	26.55	30.77
255	Rodentia	Muridae	Lemmus sibiricus	2618.8627	4649532.23	78.422	74.57	51	62.785
256	Rodentia	Heteromyidae	Heteromys goldmani	183.3315	17146.906	79.5	16	14.35	15.175

257	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys alfaroi</i>	1722.205	557100.46	80	24	8.5	16.25
258	Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys monticola</i>	555.55	101582.622	81	41.5	36.5	39
259	Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys oresterus</i>	75.5548	4379.209	81	10	9.32	9.66
260	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon mascotensis</i>	593.3274	244526.956	82.92	21	15.66	18.33
261	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys venustus</i>	318.8857	19373.067	84	37.87	35	36.435
262	Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys nelsoni</i>	79.9992	2967.139	84.2	15.5	14.78	15.14
263	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys nelsoni</i>	724.4372	253888.911	84.7	29.98	23.46	26.72
264	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys elephantinus</i>	165.5539	33893.622	85	37.5	36.01	36.755
265	Rodentia	Muridae	<i>Habromys lepturus</i>	166.665	20663.646	85	18	16.5	17.25
266	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias quadrimaculatus</i>	552.2167	64898.878	85.5	41.49	36.52	39.005
267	Insectivora	Talpidae	<i>Scapanus latimanus</i>	1611.095	369034.155	87.5	44	29.5	36.75
268	Insectivora	Talpidae	<i>Scalopus aquaticus</i>	2499.975	3760595.18	88.571	46.5	24	35.25
269	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias senex</i>	948.8794	174880.938	89.35	45.01	36.47	40.74
270	Rodentia	Muridae	<i>Microtus richardsoni</i>	1833.315	721621.195	91.839	54.5	38	46.25
271	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys gravipes</i>	208.8868	3404.772	92	31.49	29.61	30.55
272	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias ochrogenys</i>	299.997	12499.683	92.925	40.99	38.29	39.64
273	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon ochrognathus</i>	1055.545	578203.103	93.333	33.5	24	28.75
274	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias merriami</i>	774.4367	122641.086	94	39.01	32.04	35.525
275	Rodentia	Muridae	<i>Megadontomys thomasi</i>	111.11	11758.938	95.5	18.5	17.5	18
276	Rodentia	Sciuridae	<i>Ammospermophilus leucurus</i>	2458.8643	1220588.76	96.525	45	22.87	33.935
277	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Micoureus alstoni</i>	888.88	252538.958	105	17.5	9.5	13.5
278	Rodentia	Muridae	<i>Rhipidomys scandens</i>	111.11	11805.821	107.4	8.5	7.5	8
279	Rodentia	Geomyidae	<i>Geomys breviceps</i>	611.105	171932.561	109	34.5	29	31.75
280	Rodentia	Sciuridae	<i>Ammospermophilus interpres</i>	1277.765	425998.272	110.2	36	24.5	30.25
281	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias striatus</i>	2563.3077	4351679.83	110.236	53.07	30	41.535
282	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys ingens</i>	222.22	20004.738	111.833	37.04	35.04	36.04
283	Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys bottae</i>	2111.09	1649513.86	112.354	42	23	32.5
284	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus spilosoma</i>	2554.4189	1838125.95	115.225	43.5	20.51	32.005
285	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys deserti</i>	1445.5411	491251.669	115.667	42.01	29	35.505
286	Lagomorpha	Ochotonidae	<i>Ochotona collaris</i>	1099.989	963879.976	118	69	59.1	64.05
287	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys aphrastus</i>	222.22	18250.028	118.65	10	8	9
288	Rodentia	Muridae	<i>Xenomys nelsoni</i>	499.995	53427.842	120.2	23.5	19	21.25
289	Rodentia	Muridae	<i>Isthmomyx flavidus</i>	255.553	17384.732	120.35	9.5	7.2	8.35
290	Rodentia	Sciuridae	<i>Ammospermophilus nelsoni</i>	388.885	92392.71	120.5	38	34.5	36.25
291	Rodentia	Geomyidae	<i>Geomys attwateri</i>	388.885	92573.799	125	30.5	27	28.75
292	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus adocetus</i>	222.22	49855.463	125	19.5	17.5	18.5
293	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon leucotis</i>	55.555	375002.623	126.54	17.5	17	17.25
294	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon alleni</i>	925.5463	191073.439	129	24	15.67	19.835
295	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon fulviventris</i>	1944.425	656681.567	129	36.5	19	27.75
296	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tridecemlineatus</i>	3554.4089	4543605.97	130.327	58.99	27	42.995
297	Rodentia	Sciuridae	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	944.435	306290.167	130.667	36	27.5	31.75
298	Rodentia	Geomyidae	<i>Pappogeomys bulleri</i>	333.33	44704.309	135	22	19	20.5
299	Rodentia	Muridae	<i>Isthmomyx pirrensis</i>	55.555	6125.63	138	8	7.5	7.75
300	Rodentia	Muridae	<i>Microtus xanthognathus</i>	2195.5336	2570679.15	138.8	70.26	50.5	60.38
301	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus mollis</i>	949.9905	474280.59	138.833	44.54	35.99	40.265
302	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus perotensis</i>	109.9989	14564.115	140	19.99	19	19.495
303	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys spectabilis</i>	1713.3162	533883.24	140.067	36.96	21.54	29.25
304	Rodentia	Geomyidae	<i>Geomys texensis</i>	388.885	60813.445	148.4	33	29.5	31.25
305	Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	1833.315	626881.914	149.103	34.5	18	26.25
306	Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys fumosus</i>	55.555	2681.914	150	19.5	19	19.25
307	Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys neglectus</i>	111.11	5771.431	150	21.5	20.5	21
308	Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys zinseri</i>	111.11	5771.431	150	21.5	20.5	21
309	Rodentia	Geomyidae	<i>Pappogeomys alcorni</i>	55.555	8727.663	150	20	19.5	19.75

310	Rodentia	Geomyidae	Geomys pinetis	777.77	310801.495	152.667	34	27	30.5
311	Rodentia	Muridae	Neotoma stephensi	611.105	286176.624	153.333	37.5	32	34.75
312	Rodentia	Muridae	Neotoma devia	444.44	70739.894	153.7	35.5	31.5	33.5
313	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus madrensis	445.5511	71644.745	156	29.02	25.01	27.015
314	Rodentia	Muridae	Neotoma lepida	2347.7543	944087.336	157.386	44	22.87	33.435
315	Rodentia	Muridae	Tylomys nudicaudus	1222.21	680456.661	160	21.5	10.5	16
316	Lagomorpha	Ochotonidae	Ochotona princeps	2555.53	1614980.3	162.067	57	34	45.5
317	Rodentia	Muridae	Neotoma albigula	2166.645	1947354.95	171.838	39	19.5	29.25
318	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus tereticaudus	1381.0973	485436.696	173.667	39.51	27.08	33.295
319	Rodentia	Geomyidae	Geomys knoxjonesi	444.44	106309.151	185	35	31	33
320	Rodentia	Geomyidae	Thomomys talpoides	2444.42	2840591.72	185.424	56.5	34.5	45.5
321	Rodentia	Sciuridae	Tamiasciurus hudsonicus	4166.625	10409901.7	186.238	69	31.5	50.25
322	Rodentia	Muridae	Neotoma mexicana	2999.97	1767637.71	194	40.5	13.5	27
323	Rodentia	Muridae	Neotoma angustapalata	166.665	22730.34	198	24	22.5	23.25
324	Rodentia	Muridae	Neotoma goldmani	888.88	204331.034	198	29.5	21.5	25.5
325	Rodentia	Muridae	Neotoma nelsoni	55.555	2909.221	198	20	19.5	19.75
326	Rodentia	Muridae	Neotoma palatina	222.22	31509.132	198	23	21	22
327	Rodentia	Muridae	Sigmodon arizonae	1722.205	414657.271	198	36	20.5	28.25
328	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus townsendii	221.1089	31722.066	200.5	47.5	45.51	46.505
329	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus washingtoni	389.9961	99175.099	218	48.49	44.98	46.735
330	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus saturatus	777.77	126765.296	220	52.49	45.49	48.99
331	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus lateralis	2993.3034	1719222.9	221.133	59.49	32.55	46.02
332	Carnivora	Mustelidae	Spilogale pygmaea	814.4363	113724.309	222	23	15.67	19.335
333	Rodentia	Muridae	Tylomys watsoni	444.44	132423.329	224	11	7	9
334	Rodentia	Sciuridae	Sciurus yucatanensis	792.2143	267364.03	225	21.63	14.5	18.065
335	Rodentia	Sciuridae	Tamiasciurus douglasii	1999.98	563588.175	225	53	35	44
336	Rodentia	Sciuridae	Tamiasciurus mearnsi	166.665	15195.165	225	32.5	31	31.75
337	Rodentia	Muridae	Neotoma phenax	466.662	41415.399	227.5	28.5	24.3	26.4
338	Rodentia	Muridae	Neotoma fuscipes	1722.205	312599.763	229	46	30.5	38.25
339	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus beldingi	999.99	383990.496	233	46	37	41.5
340	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus mexicanus	1714.4273	830476.557	233.98	33.95	18.52	26.235
341	Rodentia	Muridae	Neotoma micropus	1888.87	1204320.9	237.125	38.5	21.5	30
342	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus mohavensis	2167.7561	87991.47	240	37.94	18.43	28.185
343	Rodentia	Sciuridae	Sciurus richmondi	277.775	62964.602	251.5	14	11.5	12.75
344	Rodentia	Sciuridae	Sciurus deppei	1499.985	781896.569	252.5	24	10.5	17.25
345	Rodentia	Geomyidae	Geomys arenarius	499.995	124733.969	254	35.5	31	33.25
346	Rodentia	Muridae	Neotomodon alstoni	166.665	61290.636	254	20	18.5	19.25
347	Rodentia	Geomyidae	Geomys bursarius	2277.755	1920672.86	259.937	50.5	30	40.25
348	Rodentia	Geomyidae	Thomomys townsendii	1166.655	292469.682	262.667	46.5	36	41.25
349	Rodentia	Muridae	Neotoma floridana	1888.87	1998444.67	270.708	42	25	33.5
350	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus atricapillus	277.775	25451.031	275	28	25.5	26.75
351	Rodentia	Muridae	Tylomys bullaris	111.11	11823.828	280	17.5	16.5	17
352	Rodentia	Muridae	Tylomys tumbalensis	111.11	17687.748	280	18	17	17.5
353	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys matagalpae	333.33	15029.393	293	15.5	12.5	14
354	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus elegans	948.8794	467986.497	296	48.49	39.95	44.22
355	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus brunneus	445.5511	88082.763	300	46.51	42.5	44.505
356	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus armatus	1055.545	299272.775	313	47.5	38	42.75
357	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys underwoodi	111.11	3512.067	327.467	10	9	9.5
358	Rodentia	Geomyidae	Thomomys bulbivorus	388.885	32769.784	336.7	46	42.5	44.25
359	Rodentia	Muridae	Neotoma chrysomelas	333.33	65646.098	342	15	12	13.5
360	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus richardsonii	1498.8739	1125990.42	343.167	56.49	43	49.745
361	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys cuniculus	55.555	5919.8	348.5	17	16.5	16.75
362	Rodentia	Muridae	Neotoma magister	944.435	583096.227	349.5	42.5	34	38.25

363	Rodentia	Geomyidae	Geomys tropicalis	111.11	13543.92	350	23	22	22.5
364	Rodentia	Muridae	Hodomys alleni	666.66	192368.801	369.3	23	17	20
365	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus franklinii	2266.644	2024500.62	388.111	57.9	37.5	47.7
366	Rodentia	Geomyidae	Geomys personatus	777.77	176510.293	397	31	24	27.5
367	Rodentia	Sciuridae	Sciurus alleni	499.995	89989.724	420	26.5	22	24.25
368	Rodentia	Geomyidae	Cratogeomys tylorhinus	333.33	69798.438	424.167	21.5	18.5	20
369	Lagomorpha	Leporidae	Brachylagus idahoensis	1444.43	633852.455	428	49	36	42.5
370	Rodentia	Geomyidae	Cratogeomys merriami	166.665	35009.038	437.453	20	18.5	19.25
371	Lagomorpha	Leporidae	Romerolagus diazi	111.11	11690.468	477	19.5	18.5	19
372	Rodentia	Sciuridae	Sciurus carolinensis	3399.966	4354903.45	486.716	55.5	24.9	40.2
373	Rodentia	Sciuridae	Sciurus colliaei	1166.655	139526.004	498	29.5	19	24.25
374	Rodentia	Sciuridae	Sciurus variegatoides	977.768	414232.598	498	16	7.2	11.6
375	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys cherriei	166.665	35009.038	500	11	9.5	10.25
376	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys lanius	55.555	2918.226	500	19.5	19	19.25
377	Rodentia	Geomyidae	Zygogeomys trichopus	111.11	8763.46	500	19.5	18.5	19
378	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus annulatus	455.551	45368.108	500	22	17.9	19.95
379	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys heterodus	111.11	10066.405	536	10.5	9.5	10
380	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus columbianus	1724.4272	729844.191	548	58.52	43	50.76
381	Rodentia	Sciuridae	Sciurus aureogaster	1333.32	670540.099	572.767	26	14	20
382	Rodentia	Sciuridae	Sciurus aberti	2055.535	577375.79	602.167	41.5	23	32.25
383	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus beecheyi	1722.205	408729.21	616.714	47	31.5	39.25
384	Rodentia	Geomyidae	Cratogeomys gymnurus	222.22	34691.468	620.5	21	19	20
385	Rodentia	Sciuridae	Sciurus oculatus	555.55	135943.187	641.667	23.5	18.5	21
386	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys dariensis	132.2209	14329.782	649.5	8.69	7.5	8.095
387	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys grandis	688.882	204434.47	650	19.5	13.3	16.4
388	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys hispidus	1111.1	516442.616	650	24	14	19
389	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus bachmani	2624.4182	389385.258	653.2	46.5	22.88	34.69
390	Carnivora	Procyonidae	Bassariscus sumichrasti	1514.4293	672043.096	676.5	21.63	8	14.815
391	Rodentia	Sciuridae	Sciurus griseus	1888.87	439432.002	681	49	32	40.5
392	Rodentia	Geomyidae	Orthogeomys cavator	166.665	24416.558	689	10	8.5	9.25
393	Carnivora	Mustelidae	Spilogale putorius	4777.73	7829030.59	691.833	53	10	31.5
394	Rodentia	Sciuridae	Sciurus arizonensis	777.77	198031.391	700	36.5	29.5	33
395	Carnivora	Mustelidae	Martes americana	3783.2955	7891577.39	728.5	69.55	35.5	52.525
396	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus parryii	1888.87	3997271.69	749.667	72	55	63.5
397	Rodentia	Sciuridae	Spermophilus variegatus	2889.9711	2702583.67	753.993	43.5	17.49	30.495
398	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus audubonii	3388.855	3639657.66	777.664	48.5	18	33.25
399	Rodentia	Sciuridae	Sciurus niger	2777.75	4125348.76	780.204	50	25	37.5
400	Rodentia	Sciuridae	Sciurus nayaritensis	1499.985	323943.884	795.37	32.5	19	25.75
401	Primates	Cebidae	Saimiri oerstedii	166.665	8072.802	800	9.5	8	8.75
402	Carnivora	Mustelidae	Mustela nigripes	2444.42	2312503.76	813.333	52	30	41
403	Rodentia	Sciuridae	Cynomys ludovicianus	2388.865	2021553.47	818.286	49.5	28	38.75
404	Rodentia	Sciuridae	Cynomys gunnisoni	944.435	479798.753	900	40.5	32	36.25
405	Rodentia	Sciuridae	Cynomys mexicanus	444.44	66922.911	900	27.5	23.5	25.5
406	Rodentia	Sciuridae	Cynomys parvidens	388.885	135102.625	900	40.5	37	38.75
407	Rodentia	Aplodontidae	Aplodontia rufa	1555.54	224516.853	904.933	51	37	44
408	Carnivora	Mustelidae	Mustela vison	5153.2818	14060262.3	917.933	71.34	24.96	48.15
409	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	1833.315	721229.437	945	23.5	7	15.25
410	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus obscurus	944.435	164619.666	973.5	42	33.5	37.75
411	Carnivora	Procyonidae	Bassariscus astutus	3092.1913	3946341.77	986.333	43.5	15.67	29.585
412	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus nuttallii	2277.755	2256374.75	1000	52.5	32	42.25
413	Rodentia	Sciuridae	Cynomys leucurus	944.435	384707.931	1099.25	45.5	37	41.25
414	Rodentia	Muridae	Ondatra zibethicus	4499.955	14746078	1099.622	68.5	28	48.25
415	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus dicei	222.22	18163.594	1145	10.5	8.5	9.5

416	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus transitionalis</i>	555.55	142556.305	1150	45	40	42.5
417	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	4848.8404	6739767.6	1191.647	53.5	9.86	31.68
418	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus palustris</i>	1396.6527	391378.325	1500	37.5	24.93	31.215
419	Carnivora	Procyonidae	<i>Bassaricyon lasius</i>	55.555	2971.404	1500	10.5	10	10.25
420	Carnivora	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	2904.4154	1846336.42	1523.994	36	9.86	22.93
421	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	982.2124	341371.756	1570	24.5	15.66	20.08
422	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus americanus</i>	3888.85	9790850.54	1577.619	67.5	32.5	50
423	Carnivora	Procyonidae	<i>Bassaricyon pauli</i>	55.555	3055.074	1580	9	8.5	8.75
424	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	3055.525	2345890.41	1950	39.5	12	25.75
425	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	4459.9554	6432899.14	2061.773	50	9.86	29.93
426	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	1622.206	638427.767	2100	21.6	7	14.3
427	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus aquaticus</i>	1222.21	1043791.03	2144.5	38.5	27.5	33
428	Carnivora	Mustelidae	<i>Mephitis mephitis</i>	4388.845	12679194.8	2151.519	63.5	24	43.75
429	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	1111.1	254055.062	2366.667	28.5	18.5	23.5
430	Carnivora	Canidae	<i>Vulpes velox</i>	3777.74	4013715.23	2391.667	55.5	21.5	38.5
431	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	2888.86	3950300.36	2428.611	45	19	32
432	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	1722.205	566612.049	2487.5	32	16.5	24.25
433	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus townsendii</i>	2388.865	3914476.85	2940	57	35.5	46.25
434	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta mexicana</i>	333.33	106420.586	3000	19.5	16.5	18
435	Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	1458.8743	874529.247	3000	21.63	8.5	15.065
436	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus insonus</i>	111.11	8689.412	3000	18	17	17.5
437	Carnivora	Mustelidae	<i>Martes pennanti</i>	3166.635	5831037.21	3027.778	63.5	35	49.25
438	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota broweri</i>	599.994	390567.215	3173.5	70.9	65.5	68.2
439	Carnivora	Canidae	<i>Alopex lagopus</i>	4055.515	6779288.71	3450	83	46.5	64.75
440	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus flavigularis</i>	149.9985	28308.241	3500	17	15.65	16.325
441	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	1208.8768	218002.601	3587.5	33	22.12	27.56
442	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota monax</i>	3999.96	7159788.54	3862.444	67	31	49
443	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus othus</i>	1838.8705	639716.198	3900	71.39	54.84	63.115
444	Carnivora	Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	5111.06	15689288.1	4402.143	73.5	27.5	50.5
445	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus arcticus</i>	4058.8483	3505556.3	4810	83.15	46.62	64.885
446	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota flaviventris</i>	2111.09	2123612.88	5685	52.5	33.5	43
447	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	5532.1669	11486019.3	6281.889	57	7.21	32.105
448	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota olympus</i>	111.11	11192.531	6300	48	47	47.5
449	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota caligata</i>	2611.085	2341045.19	6653.333	68	44.5	56.25
450	Carnivora	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	4999.95	8818919.08	7009.529	63	18	40.5
451	Primates	Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	792.2143	283687.836	8000	21.63	14.5	18.065
452	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra canadensis</i>	5073.2826	15661366.6	9074.167	70.66	25	47.83
453	Carnivora	Felidae	<i>Lynx canadensis</i>	3666.63	8560982.97	9919.444	70	37	53.5
454	Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	4666.62	9853992.99	10004.83	59	17	38
455	Rodentia	Erethizontidae	<i>Erethizon dorsatum</i>	5047.7273	12116625.2	11415	70.93	25.5	48.215
456	Carnivora	Mustelidae	<i>Gulo gulo</i>	5066.616	8591213.53	13062.22	83.1	37.5	60.3
457	Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	7044.374	16950177	13177.41	71.4	8	39.7
458	Rodentia	Castoridae	<i>Castor canadensis</i>	5111.06	15750354	20922.11	70	24	47
459	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama pandora</i>	455.551	86820.552	21000	21.6	17.5	19.55
460	Carnivora	Canidae	<i>Canis rufus</i>	1706.6496	2231947.45	25750	40.5	25.14	32.82
461	Carnivora	Canidae	<i>Canis lupus</i>	7177.706	17608597.6	37970.37	83.1	18.5	50.8
462	Artiodactyla	Antilocapridae	<i>Antilocapra americana</i>	4055.515	5888465.75	44080	57.5	21	39.25
463	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus hemionus</i>	4666.62	6218321.45	47362.5	63.5	21.5	42.5
464	Artiodactyla	Bovidae	<i>Ovis dalli</i>	2166.645	1078018.88	52050	69.5	50	59.75
465	Artiodactyla	Cervidae	<i>Rangifer tarandus</i>	3902.1832	8588393.78	86033.33	83.12	48	65.56
466	Artiodactyla	Bovidae	<i>Oreamnos americanus</i>	2833.305	1697159.79	94270	67.5	42	54.75
467	Artiodactyla	Bovidae	<i>Ovis canadensis</i>	3944.405	2599786.05	123150	59	23.5	41.25
468	Carnivora	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	5166.615	10237633.7	136041.7	68.5	22	45.25

469	Carnivora	Ursidae	Ursus arctos	5499.945	9766955.86	177880	72.5	23	47.75
470	Artiodactyla	Bovidae	Ovibos moschatus	2589.9741	1679764.1	196000	83.11	59.8	71.455
471	Artiodactyla	Cervidae	Cervus elaphus	3999.96	2265054.59	314277.8	61.5	25.5	43.5
472	Artiodactyla	Cervidae	Alces alces	3487.7429	8277078.32	380444.4	71.39	40	55.695
473	Artiodactyla	Bovidae	Bison bison	4833.285	8960846.42	587520	67.5	24	45.75

BIBLIOGRAFÍA GENERAL Y REFERENCIAS

- Aava, B. (2001) Primary productivity can affect mammalian body size frequency distributions. *Oikos*, **93**, pp. 205 - 212.
- Allen, C. R. et al. (2006) Patterns in body mass distributions: Sifting among alternative hypotheses. *Ecology Letters*, **9**, pp. 630 - 643.
- Anderson, S. (1985) The theory of range-size (RS) distributions. *Amer. Mus. Novit.*, **2833**, pp. 1 - 20.
- Arita, H. T. (1993a) Riqueza de especies de la mastofauna de México, Pp. 109-128. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, Asociación Mexicana de Maztozoología, A. C. México, D. F.
- Arita, H. T. (1993b) Rarity in Neotropical bats: Correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological applications*, **3**, pp. 506 - 517.
- Arita, H. T. (1997) Species composition and morphological structure of the bat fauna of Yucatan, Mexico. *The Journal of Animal Ecology*, **66**, pp. 83 - 97.
- Arita, H. T. y M. B. Fenton (1997) Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. *Trends in Ecology and Evolution*, **12**, pp. 53-58.
- Arita, H. T.; Figueroa, F.; Frisch, A.; Rodríguez, P. y K. Santos-del-Prado (1997) Geographical range size and the conservation of mexican mammals. *Conservation Biology*, **11**, pp. 92 - 100.
- Arita, H. T. y F. Figueroa (1999) Geographic patterns of body-mass diversity in Mexican mammals. *Oikos*, **85**, pp. 310 - 319.
- Arita, H. T.; Robinson, J. G. y K. H. Redford (1990) Rarity in Neotropical forest mammals and its ecological correlates. *Conservation Biology*, **4**, pp. 181 - 192.
- Arita, H. T. y P. Rodríguez (2001) Ecología geográfica y macroecología, pp. 63-80. En: Llorente, J. y J. J. Morrone (eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO-UNAM, México, D. F.
- Arita, H. T. (2002) Reviewed work(s): Ecología de comunidades by J. A. Fabián in Community Ecology- in Spanish. *Ecology*, **83**, pp. 880 - 881.
- Arita, H. T.; Rodríguez, P. y E. Vázquez (2005) Continental and regional ranges of North American mammals: Rapoport's rule in real and null worlds. *Journal of Biogeography*, **32**, pp. 961 - 971.
- Arnett, A. E. y N. J. Gotelli (1999) Geographic variation in life-history traits of the ant lion, *Myrmeleon immaculatus*: evolutionary implications of Bergmann's rule. *Evolution*, **53**, pp. 1180 - 1188.
- Ashton, K. G.; Tracy, M. C. y A. de Queiroz (2000) Is Bergmann's rule valid for mammals? *The American Naturalist*, **156**, pp. 390 - 415.
- Ashton, K. G. (2002) Do amphibians follow Bergmann's rule? *Canadian Journal of Zoology*, **80**, pp. 708-716.
- Atkinson, D. (1994) Temperature and organism size – a biological law for ectotherms? *Advances in Ecological Research*, **25**, pp. 1 - 58.
- Atkinson, D. y R. M. Sibly (1997) Why are organisms usually larger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends Ecol. Evol.*, **12**, pp. 235 - 239.
- Bergmann, C. (1847) Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. *Göttinger studien*, **3**, pp. 595 - 708.
- Blackburn, T. M. y A. Ruggiero (2001) Latitude, elevation and body mass variation in Andean passerine birds. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 245 - 259.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1994) Animal body size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology and Evolution*, **9**, pp. 471 - 474.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1996a) Spatial patterns in the body size of bird species in the New World. *Oikos*, **77**, pp. 436 - 446.

- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1996b) Spatial patterns in the geographic range size of bird species in the New World. *Philosophical transactions: Biological Sciences*, **351**, pp. 897 - 912.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1996c) The distribution of bird species in the New World: Patterns in species turnover. *Oikos*, **77**, pp. 146 - 152.
- Blackburn, T. M. y K. J., Gaston (1996d) A sideways look at patterns in species richness, or why there are so few species outside the Tropics. *Biodiversity Letters*, **3**, pp. 44 - 53.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1998a) Some methodological issues in macroecology. *The American Naturalist*, **151**, pp. 68 - 83.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1998b) The distribution of mammal body masses. *Diversity and distributions*, **4**, pp. 121 - 133.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (1997) The relationship between geographic area and the latitudinal gradient in species richness in New World birds. *Evol. Ecol.*, **11**, pp. 195 - 204.
- Blackburn, T. M. y K. J. Gaston (2001) Linking patterns in macroecology. *Journal of Animal Ecology*, **70**, pp. 338 - 352.
- Blackburn, T. M., Gaston K. J. y N. Loder (1999) Geographic gradients in body size: a clarification of Bergmann's rule. *Diversity and Distributions*, **5**, pp. 165 - 174.
- Blackburn, T. M. y Hawkins, B. A. (2004) Bergmann's rule and the mammal fauna of northern North America. *Ecography*, **27**, pp. 715 - 724.
- Blackburn, T. M.; Lawton, J. H. y S. L. Pimm (1993) Non-metabolic explanations for relationship between body size and animal abundance. *The Journal of Animal Ecology*, **62**, pp. 694 - 702.
- Burnett, C. D. (1983) Geographic and climatic correlates of morphological variation in *Eptesicus fuscus*. *Journal of Mammalogy*, **64**, pp. 437 - 444.
- Brown, J. H. (1995) *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- Brown, J. H. (2003) *Macroecología*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Brown, J. H. (1981) Toward a general theory of diversity. *BioScience*, **31**, p. 600.
- Brown, J. H. (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist*, **124**, pp. 255 - 279.
- Brown, J. H. (1999) Macroecology: Progress and prospect. *Oikos*, **87**, pp. 3 - 14.
- Brown, J. H. (2001) Mammals on mountainsides: Elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 101 - 109.
- Brown, J. H. y M. V. Lomolino (1989) Independent discovery of the equilibrium theory of island Biogeography. *Ecology*, **70**, pp. 1954 - 1957.
- Brown, J. H. y P. F. Nicoletto (1991) Spatial scaling of species composition: Body masses of North American land mammals. *The American Naturalist*, **138**, pp. 1478 - 1512.
- Brown, J. H.; Mehlman, D. W. y G. C. Stevens (1995) Spatial variation in abundance. *Ecology*, **76**, pp. 2028 - 2043.
- Brown, J. H., Stevens, G. C. y D. M. Kaufman (1996) The geographic range: Size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **27**, pp. 597 - 623.
- Brown, J. H. y B. A. Mauer (1987) Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of North American avifauna. *The American Naturalist*, **130**, pp. 1- 17.
- Brown, J. H. y B. A. Mauer (1989) Macroecology: the division of food and space among species on continents. *Science*, **243**, pp. 1145 - 1150.
- Brown, J. H. y P. Nicoletto (1991) Spatial scaling of species composition: Body masses of Nord American Land mammals. *The american Naturalist*, **138**, pp. 1478 - 1512.
- Brown, J. H.; Marquet, P. A. y M. L. Taper (1993) Evolution of body size: consequences of a energetic definition of fitness. *The American Naturalist*, **142**, pp. 573 - 584.
- Caley, M. J. (1997) Local endemism and the relationship between local and regional diversity. *Oikos*,

- 79**, pp. 612 - 615.
- Cardillo, M. (2002) The life-history basis of latitudinal diversity gradients: How do species traits vary from the poles to the Equator? *The Journal of Animal Ecology*, **71**, pp. 79 - 87.
- Ceballos, G.; Rodríguez, P. y R. A. Medellín (1998) Assessing conservation priorities in megadiverse México: Mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*, **8**, pp. 8 - 17.
- Ceballos, G. y D. Navarro (1991) Diversity and conservation on Mexican mammals. Pp. 167- 198. En: Mares, M. A. y D. J. Schmidly (eds.) *Topics in Latin America mammalogy: History, biodiversity, and education*. University of Oklahoma Press, Norman 468 p.
- Ceballos, G. y J. H. Brown (1995) Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology*, **9**, pp. 559 - 568.
- Chown, S. L. y K. J. Gaston (1997) The species-body size distribution: Energy, fitness and optimality. *Functional Ecology*, **11**, pp. 365 - 375.
- Chown, S. L. y K. J. Gaston (2000) Areas, cradles and museums: the latitudinal gradient in species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, **15**, pp. 311 - 316.
- Colwell, R. K. y Lees D. C. (2000) The mid-domain effect: Geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, **15**, pp. 70 - 76.
- Colwell, R. K. y G. C. Hurtt (1994) Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist*, **144**, pp. 570 - 595.
- Crisci, J. V.; Sala O. E.; Katinas, L. y P. Posadas (2006) Bridging historical and ecological approaches in biogeography. *Australian Systematic Botany*, **19**, pp. 1 - 10.
- Cushman, J. H.; Lawton, J. H. y B. F. J. Manly (1993) Latitudinal patterns in Europe ant assemblages: variation in species richness and body size. *Oecologia*, **95**, pp. 30 - 37.
- Davidowitz, G. y M. L. Rosenzweig (1998) The latitudinal gradient in species diversity among North America grasshoppers (Acrididae) within a single habitat: A test of the spatial heterogeneity hypothesis. *Journal of Biogeography*, **25**, pp. 553 - 560.
- Ebenman, B. et al. (1995) The relationship between population density and body size: The role of extinction and mobility. *Oikos*, **73**, pp. 225 - 230.
- Eisenberg, J. F. (1989) *Mammals of the Neotropics: The Northern Neotropics*. Vol. 1. Panama, Columbia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press, Chicago.
- Escalante, T. (2007) Integrando biogeografía histórica y ecológica: El caso de los mamíferos terrestres de México. Pp.13 – 16. En: Biogeografía 2.
- Figueroa, F. (1995) La variedad de masas corporales como medida alternativa de la diversidad de mamíferos de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Findley, J. S. (1993) Bats. A community perspective. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fisher, R. A.; Corbet, A. S. y C. B. Williams (1943) The relationship between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, **12**, pp. 42 - 58.
- Fleming, T. H. (1973) Numbers of mammal species in North and Central American Forest communities. *Ecology*, **54**, pp. 555 - 563.
- Freckleton, R. P.; Harvey, P. H. y M. Pagel (2003) Bergmann's rule and body size in mammals. *The American Naturalist*, **161**, pp. 821 - 825.
- Garrido-Garduño, T. 2006. Área de distribución y patrones de diversidad en murciélagos (Phyllostomidae) usando control filogenético. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Gaston, K. J. (1991) How large is a species' geographic range? *Oikos*, **61**, pp. 434 - 438.

- Gaston, K. J. (1994) Measuring geographic range size. *Ecography*, **17**, pp. 198 - 205.
- Gaston, K. J. (1996) Species-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**, pp. 197 - 201.
- Gaston, K. J. (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature*, **405**, pp. 220 - 227.
- Gaston, K. J. y M. T. Blackburn (1996a) Range size-body size relationships: evidence of scale dependence. *Oikos*, **75**, pp. 479 - 485.
- Gaston, K. J. y M. T. Blackburn (1996b) Global scales macroecology: interactions between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes. *Journal of Animal Ecology*, **65**, pp. 701 - 714.
- Gaston, K. J. y T. M. Blackburn (2000) *Pattern and process in macroecology*. Blackwell Science, Oxford.
- Gaston, K. J. (2003) *The structure and Dynamics of Geographic Ranges*. Oxford University Press, Oxford.
- Gaston, K. J. y J. Spicer (1998) *Biodiversity: an introduction*. Blackwell Science, Oxford.
- Gaston, K. J.; Blackburn, T. M. y J. I. Spicer (1998) Rapoport's rule: time for an epitaph? *Trends in Ecology and Evolution*, **13**, pp. 70 - 74.
- Gaston, K. J. y J. H. Lawton (1988) Patterns in body size, population dynamics, and regional distribution of bracken herbivores. *The American Naturalist*, **132**, pp. 662 - 680.
- Gaston, K. J. y L. C. Steven (1999) Why Rapoport's rule does not generalise. *Oikos*, **84**, pp. 309 - 312.
- Gibbs, W. W. (2001) On the Termination of Species. *Scientific American*. Nov. 40 - 49.
- Godfray, H. C. y Lawton (2001) Scale and species number. *TREE*, **16**, pp. 400 - 404.
- Gotelli, N. J. y A. M. Ellison (2004) *A primer of Ecological Statistics*. Vermont University Press, Sunderland, Massachusetts U.S.A.
- Gottelli, N. J. y G. R. Graves (1996) *Null models in ecology*. Smithsonian Institutions Press, Washington, DC.
- Grupo espeleológico Anthros (2004) *Introducción a la espeleología*. Costa Rica.
- Hall, E. R. (1981) *The mammals of North America*. John Wiley and Sons, New York.
- Heaney, L. R.; Lomolino, M. V. y R. J. Whittaker (2001) Frontispiece: Diversity patterns of small mammals along elevational gradients. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, p. 1.
- Hengeveld, R. (1989) *Dynamics of biological invasions*. Chapman and Hall, London.
- Holling, C. S. (1992) Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems. *Ecol. Mon.*, **62**, pp. 447 - 502.
- Hutchinson, G. E. y R. H. MacArthur (1959) A theoretical ecological model of size distributions among species of animals. *The American Naturalist*, **93**, pp. 117 - 125.
- Jepson, P. y S. Canney (2001) Biodiversity hotspots: Hot for what? *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 225 - 227.
- Jones, K.E. y A. Purvis (1997). An optimum body size for mammals? Comparative evidence from bats. *Funct. Ecol.*, **11**, pp. 751 - 756.
- Juárez, J.; Jiménez, A. y D. Navarro (1988) Additional Records of *Bauerus dubiaquecus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Mexico. *The Southwestern Naturalist*, **33**, p. 385.
- Kaitala, A.; Kaitala, V. y P. Lundberg (1993) A theory of parcial migration. *The American Naturalist*, **142**, pp. 59 - 81.
- Kaufman, D. M. (1995) Diversity of New World mammals: University of the latitudinal gradients of species and bauplans. *Journal of Mammalogy*, **76**, pp. 322 - 334.
- Kaufman, D. M. (1998) Latitudinal patterns of mammalian species richness in the New World: the effects of sampling method and faunal group. *Journal of Biogeography*, **25**, pp. 795 - 805.
- Kerr, J. T. (1999) Weak links: 'Rapoport's rule and large-scale species richness patterns. *Global ecology and Biogeography*, **8**, pp. 47 - 54.

- Kays, R. W. (2002) *Mammals of North America*, Princeton Press
- Krummel, J. R.; Gardner, R. H.; Sugihara, G.; O'Neill, R. V. y P. R. Coleman (1987) Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, **48**, pp. 321 - 324.
- Kunz, T. H. y M. B. Fenton (2003) *Bat ecology*, University of Chicago Press, Chicago
- Lawton, J. H. 1999. Are the general rules in ecology? *Oikos*, **84**, pp. 177 - 192.
- Lindsey, C. C. (1966) Body size of poikilotherm vertebrates at different latitudes. *Evolution*, **20**, 456 - 465.
- Lomolino, M. V. (1985) Body size of mammals on islands: The island rule reexamined. *The American Naturalist*, **125**, pp. 310 - 316.
- Lomolino, M. V. (2001) Elevation gradients of species-diversity: Historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 3 - 13.
- Losos, J. B. y D. Schluter (2000) Analysis of an evolutionary species-area relationship. *Nature*, **408**, pp. 847 - 850.
- Loucks, O. L. (1973) Reviwed work(s): Patterns in the distribution of species by R. H. MacArthur in Geographical ecology. *Ecology*, **54**, pp. 460 - 461.
- Lyons, S. K. y M. R. Willig (1997) Latitudinal patterns of range size: methodological concerns and empirical evaluations for New World bats and marsupials. *Oikos*, **79**, pp. 568 - 580.
- MacArthur, R. H. (1957) On the relative abundance of bird species. *Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.*, **43**, pp. 293 - 295.
- Mauer, B. A.; Brown, J. H. y R. D. Rusler (1992) The micro and macro in body size evolution. *Evolution*, **46**, pp. 939 - 953.
- Mauer, B. A. y J. H. Brown (1998) Distribution of energy use and biomass among species of North America terrestrial birds. *Ecology*, **69**, pp. 1923 - 1932.
- Mayr, E. (1963) *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- McCoy, E. D. y E. F. Connor (1980) Latitudinal gradients in the species diversity of North American mammals. *Evolution*, **34**, pp. 193 - 203.
- McKenzie, N. L. y Start (1989) Structure of bat guilds in mangroves: enviromental disturbances and determinism. Pp. 243 - 260. En: Patterns in the structure of mammalian communities (D. Morris, Z. Abramski, B. J. Fox y M. R. Willig, eds.) Special Publications, *The Museum, Texas Tech University*, **28**, pp. 1 - 266.
- Meiri, S. y T. Dayan (2003) On the validity of Bergmann's rule. *Journal of Biogeography*, **30**, pp. 331 - 351.
- Meiri, S. y Thomas, G. H. (2007) The geography of body size –challenges of the interspecific approach. *Global Ecology and Biogeography*, **16**, pp. 689 -693.
- Meiri, S.; Yom-Tov, Y.; E. Geffen (2007) What determines conformity to Bergmann's rule? *Global Ecology and Biogeography*, **16**, pp. 788 - 794.
- Menzel, M. A., J. M. Menzel, T. C. Carter, W. M. Ford, y J. W. Edwards (2001) *Myotis sodalis. The forest habitat relationships of the Indiana bat*. Departamento de Agricultura. E.U.A.
- Mittermeier, R. A. y C. G. Mittermeier (1992) La importancia de la diversidad biológica de México, Pp. 63 - 73. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Compiladores), *México ante los retos de la biodiversidad*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO-UNAM, México, D. F.
- Morrone, J. J. (2007) Hacia una biogeografía evolutiva. *Revista Chilena de Historia Natural*, **80**, pp. 509 - 520.
- Muñoz, J. (2001) Los murciélagos de Colombia. Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Editorial Universidad de Antioquía, Medellín.
- Norberg, U. M. y J. M. V. Rayner (1987) Echological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation.

- Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, **316**, pp. 335 - 427.
- Olalla-Tárraga, M. Á.; Rodríguez, M. Á. y Hawkins, B. A. (2006) Broad-scale patterns of body size in squamate reptiles of Europe and North America. *Journal of Biogeography*, **33**, pp. 781 - 793.
- Olifiers, N.; Vieira, M. V.; C. E. V. Grelle. (2004). Geographic range and body size in Neotropical marsupilas. *Journal of Biogeography*, **13**, pp. 439-444.
- Ortega, J. y H. T. Arita (1998) Neotropical- Nearctic limits in middle América as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy*, **79**, pp. 772 - 783.
- Pagel, M. D.; May, R. M. y A. R. Collie (1991) Ecological aspects of geographical distribution and diversity of mammalian species. *The American Naturalist*, **137**, pp. 791 - 815.
- Patterson, B. D. y J. H. Brown (1991) Regionally nested patterns of species composition in granivorous rodent assemblages. *Journal of Biogeography*, **18**, pp. 395 - 402.
- Peters, R. H. y J. V. Raelson (1984) relations between individual size and mammalian population density. *The American Naturalist*, **124**, pp. 498 - 517.
- Pinka, E. R. (1966) Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *The American Naturalist*, **100**, pp. 33 - 46.
- Porter, E. E. y B. A. Hawkins (2001) Latitudinal gradients in colony size for social insects: termites and ants show different patterns. *The American Naturalist*, **157**, pp. 97 -106.
- Preston, F. W. (1948) The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, **29**, pp. 254 - 283.
- Preston, F. W. (1962) The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology*, **43**, pp. 185 - 215.
- Preston, F. W. (1962) The canonical distribution of commonness and rarity: Part II. *Ecology*, **43**, pp. 410 - 432.
- Preston, F. W. (1966) The mathematical representation of migration. *Ecology*, **47**, pp. 375 - 392.
- Ramírez-Pulido, J.; Arroyo-Cabrales, J. y A. Castro-Campillo (2005) Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, **20**, pp. 21 - 82.
- Rabinowitz, D.; Cairns, S. y T. Dillon (1986) Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles, pp. 182 - 204. En: Soulé, M. E (compilador), *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*, Sunderland, Massachusetts, E.U.A.
- Rapoport, E. H. (1975) *Areografía: Estrategias geográficas de las especies*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Rapoport, E. H. (1982) *Areography*. Geographical strategies of species. Pergamon Press, Oxford.
- Rensch, B. (1938) Some problems of geographical variation and species-formation. *Proc. Linn. Soc. Lond.*, **150**, pp. 275-285.
- Reid, F. A. (1997) *A field guide to the mammals of central America and southeast México*. New York, Oxford.
- Rickart, E. A. (2001) Elevational diversity gradients, Biogeography and the structure of montane mammal communities in the intermountain region of North America. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 77 - 100.
- Ricklefs, R. E. Y D. Schluter (1993) *Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press, Chicago.
- Rodríguez, P. y Vázquez-Domínguez, E. (2003) Escalas y Diversidad. Pp.109-114.
- Rodríguez, M. A.; López-Sañudo, I. L. y Hawkins B. A. (2006) The geographic distribution of mammal body size in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, **15**, pp. 173 - 181.
- Rohde, K. (1992) Latitudinal gradients in species diversity: The search for the primary cause. *Oikos*, **65**, pp. 514 - 527.
- Rohde, K. (1996) Rapoport's rule is a local phenomenon and cannot explain latitudinal gradients in species diversity. *Biodiversity Letters*, **3**, pp. 10 - 13.

- Rohde, K. (1997) The larger area of the tropics does not explain latitudinal gradients in species diversity. *Oikos*, **79**, pp. 169 - 172.
- Rohde, K.; Maureen, H. y Heap D. (1993) Rapoport's rule does not apply to marine teleosts and cannot explain latitudinal gradients in species richness. *The American Naturalist*, **142**, pp. 1 - 16.
- Roland, W. K. y D. E. Wilson (2002) *A field guide to the mammals of North America*. University of Princeton Press, Princeton.
- Rojas-Martínez, A. et al. (1999) Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: Does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography*, **26**, pp. 1065 - 1077.
- Rosenzweig, M. L. (1975) On continental steady states of species diversity, Pp. 121- 140. En: Cody, M. L. y J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Rosenzweig, M. L. (1992) Species diversity gradients: We know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy*, **73**, pp. 715 - 730.
- Rosenzweig, M. L. (1995) *Species diversity in space and time*. University of Cambridge Press, Cambridge.
- Ruggiero, A. y Hawkins, B. A. (2006) Mapping macroecology. *Global Ecology and Biogeography*, **15**, pp. 433 - 437.
- Ruggiero, A. (2001) Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: Aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica, pp. 81-94. En: Llorente, J. y J. J. Morrone (eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO-UNAM, México, D. F.
- Ruggiero, A. y Werenkraut, V. (2007) One-dimensional analyses of Rapoport's rule reviewed through meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*, **16**, pp. 401 - 414.
- Sánchez-Cordero, V. (2001) Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, México. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 63 - 76.
- Santelices, B. y Marquet, P. A. (1998) Seaweeds, latitudinal diversity patterns, and Rapoport's rule. *Diversity and Distribution*, **4**, pp. 71 - 75.
- Sax, D. F. (2001) Latitudinal gradients and geographic ranges of exotic species: Implications for Biogeography. *Global Ecology and Biogeography*, **28**, pp. 139 - 150.
- Silva, M., Brimacombe, M. y Downing J. A. (2001) Effects of body mass, climate, geography, and census area on population density of terrestrial mammals. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, pp. 469 - 485.
- Schmidt-Nielsen, K. (1984) *Scaling, why is animal size so important?* Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Stephen, F. y Yu J. (1993) rarity in Neotropical forest mammals revisited. *Conservation Biology*, **7**, pp. 586 - 591.
- Stephen, F.; Yu, J. y Smith A. T. (1995) The importance of evaluating rarity. *Conservation Biology*, **9**, pp. 1648 - 1651.
- Stevens, G. C. (1989) The latitudinal gradient in geographical range: How so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist*, **133**, pp. 240 - 256.
- Stevens, G. C. (1992) The elevational gradient in altitudinal range: An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, **140**, pp. 893 - 911.
- Stevens, G. C. (1996) Extending Rapoport's rule to pacific marine fishes. *Journal of Biogeography*, **23**, pp. 149 - 159.
- Stevens, R. D. y Willig M. R. (2002) Geographical ecology at the community level: Perspectives on the diversity of New World Bats. *Ecology*, **83**, pp. 545 - 560.

- Stevenson, R. D. (1985) Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms. *The American Naturalist*, **125**, pp. 102 - 117.
- Storz, J. F.; Balasingh, J.; Bhat, H. R., et al. (2001) Clinal variation in body size and sexual dimorphism in an Indian fruit bat, *Cynopterus sphinx* (Chiroptera: Pteropodidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, **72**, pp. 17 - 31.
- Stoddart, D. M. (1979) *Ecology of small mammals*. University of London Press, London
- Terborgh, J. (1973) On the notion of favorableness in plant ecology. *The American Naturalist*, **107**, pp. 481 - 501.
- Van Valen, L. M. (1973) Body size and numbers of plants and animals. *Evolution* **27**, pp. 27 - 35.
- Whittaker, R. J. (1999) Editorial: Global ecology and Biogeography. *Global Ecology and Biogeography*, **8**, pp. 1 - 2.
- Whittaker, R. J.; Willis, K. J. y Field R. (2001) Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, **28**, pp. 453 - 470.
- Williams, C. B. (1964) *Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology*. Academic Press, New York.
- Willig, M. R. y Lyons S. K. (1998) An Analytical model of latitudinal gradients of species richness with an empirical test for marsupials and bats in the New World. *Oikos*, **81**, pp. 93 - 98.
- Willig, M. R.; Patterson, B. D. y R. D. Stevens (2003) Patterns of range size, richness and body size in the Chiroptera. Pp. 580 - 621. En: T. H. Kunz y M. B. (eds.) *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- Willis, J. C. (1922) *Age and area*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilson, J. W. (1974) Analitical zoogeography of North American mammals. *Evolution*, **28**, pp. 124 - 140.
- Wilson, D. E. y D. A. Reeder (1993) *Mammals species of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Wilson, E. O. (1999) *The diversity of life*. Univesity of Harvard Press, Cambridge.
- Yu, J. y Stephen F. (2000) Special paper: Seven forms of rarity in mammals. *Journal of Biogeography*, **27**, pp. 131 - 139.
- Yom-Tov, Y.; Benjamini, Y. y Kark S. (2002) Global warming, Bergmann's rule and body mass - are they related? The chukar partridge (*Alectoris chukar*) case. *The Zoological Society of London*, **257**, pp. 449 - 455.
- Zapata, F. A.; Gaston, K. J. y Chown S. L. (2003) Mid-Domain models of species richness gradients: Assumptions, methods and evidence. *The Journal of Animal Ecology*, **72**, pp. 677 - 690.

BASES DE DATOS

- Arita, H. T. y Rodríguez, G. (2004) *Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte*, México, D.F., Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Base de Datos SNIB-Conabio proyecto Qo68. México, D. F.

(La presente base de datos se encuentra disponible en la siguiente página web: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/website/mamiferos/viewer.html>)

- Cervantes, F. A; Castro-Campillo, A. y J. Ramírez-Pulido (2007) *Mamíferos terrestres nativos de México*. Departamento de Zoología y Biología, Instituto de Biología, UNAM, México

(Base disponible en la siguiente página web: <http://www.ibiologia.unam.mx/cnma/nativos.html>)

PÁGINAS DE INTERNET

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/acercamexico/mexmun.cfm?c=153>

<http://animaldiversity.ummz.umich.edu>

<http://www.iucnredlist.org>

<http://www.science.smith.edu> (Mammalian species accounts)

<http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasias.htm>
Caldasias 29(2):355-362.2007