

DIVERSIDAD Y CONSERVACION DE LOS MAMIFEROS DE MEXICO: II. PATRONES DE ENDEMICIDAD

GERARDO CEBALLOS Y PEARL RODRIGUEZ

Centro de Ecología, UNAM; Ap. Postal 70-275; México, D.F. 04510, México.

RESUMEN. - Se analizó la fracción endémica de la fauna de mamíferos de México, evaluando su diversidad taxonómica y los patrones geográficos de la riqueza de especies endémicas en el territorio continental e insular, así como su estado de conservación. Se compararon los rangos de distribución geográfica, masa corporal y hábitos alimenticios de las especies endémicas y no endémicas. Se encontró que el endemismo es elevado a nivel de especie, bajo a nivel de género y no existen taxa endémicos supragenéricos. Cerca del 30% de las especies registradas para México son endémicas, aunque la diversidad taxonómica es baja, concentrándose en los órdenes Rodentia y Chiroptera. El patrón de distribución de los mamíferos endémicos difiere del de la riqueza total, ya que se concentran en las selvas bajas del oeste, los bosques templados del Eje Neovolcánico y en los matorrales áridos de las islas del Golfo de California. Las islas presentan baja riqueza total de especies, pero son ricas en especies endémicas y mantienen una diversidad taxonómica comparativamente alta en relación con el continente. Las especies endémicas tienden a presentar áreas de distribución reducidas, tamaños corporales pequeños y ser herbívoras, características asociadas a ciclos de vida cortos y velocidades de especiación altas. Estas características y la localización de áreas de alto endemismo tanto de mamíferos como de otros grupos de vertebrados, sugieren algunos procesos que han contribuido a los altos niveles de endemismo y a los patrones de distribución de las especies endémicas. Se sugiere que, en términos de conservación de la biodiversidad, la protección de especies endémicas debe ser prioritaria, ya que un número considerable de éstas se encuentran catalogadas en algún grado de riesgo de extinción, y por lo menos cinco se han extinguido en tiempos históricos.

ABSTRACT. - The diversity, composition and geographic trends of the endemic mammalian fauna of Mexico was evaluated. The endemic species were classified according to geographic range, body mass, trophic category, and conservation status. Endemism is high at the species level and low at the generic level. Endemic species account for 30% of all the mammals from Mexico, and most endemic species are bats and rodents. The geographical distribution patterns of the total species richness and endemic species strongly differ. Higher species richness are found at lower latitudes in southern Mexico, while higher concentrations of endemic species are found at intermediate latitudes in Central and Western Mexico. Endemism is concentrated in the Pacific tropical dry forests, the temperate forests of the Trans-volcanic belt, and on the islands off Baja California. Endemic species tend to have small geographic ranges and small body masses, and to be herbivorous, characteristics associated to short generation times and high speciation rates. The areas of high endemism and the characteristics of the endemic species

suggest some processes that have contributed of the observed patterns of endemism. Finally, it is suggested that areas of high endemism and the endemic species should be a priority for conservation.

INTRODUCCION

El término endémico se refiere a especies con áreas de distribución geográfica restringidas a una región determinada. La amplitud del área considerada para definir a las especies endémicas varía desde áreas muy reducidas hasta países o incluso continentes, dependiendo de los objetivos del estudio (Stebbins y Major, 1965; Brown y Gibson, 1983; Brown y Maurer, 1987; McNeely et al., 1990).

El análisis de los patrones de distribución de las especies endémicas es importante desde diferentes enfoques. La identificación de zonas que concentran especies endémicas de grupos taxonómicos diversos ha sido útil para proponer regionalizaciones bióticas (e.g., Smith, 1960) y como indicador de las historias evolutivas y biogeográficas de esos grupos (Martin y Harrell, 1957; Brown y Gibson, 1983; Riddle y Honeycutt, 1990; Sánchez, 1993). Por otra parte, la ubicación de zonas de alto endemismo ha sido uno de los criterios para seleccionar áreas prioritarias para la conservación de la diversidad biológica (Stebbins y Major, 1965; Soulé y Kohm, 1989; McNeely et al., 1990; Ceballos y Brown, en prensa).

A nivel global se han identificado algunos patrones generales de endemidad. Si bien es posible encontrar especies endémicas en todos los puntos de la tierra, su concentración es muy heterogénea (Udvardy, 1969; Kruckeberg y Rabinowitz, 1985). Las islas son particularmente ricas en endemismos, como es el caso de los mamíferos endémicos de Australia, Filipinas y Madagascar (Eisenberg, 1981; Ceballos y Brown, en prensa). En los continentes el endemismo se distribuye de manera irregular y su estudio ha permitido identificar centros de especiación y endemidad (Udvardy, 1969; Brown y Gibson, 1983).

México es considerado un país prioritario para la conservación de la diversidad biológica del planeta debido a su elevado número de especies y a que un alto porcentaje de esas especies son endémicas del país (Mittermeier, 1988; McNeely et al., 1990; Rzedowski, 1978, 1991 a y b; Ramamoorthy et al., 1993).

En relación con los mamíferos, el elevado nivel de endemidad de México ha sido reconocido ampliamente (Ramírez-Pulido y Múdespacher, 1987; Ceballos y Navarro, 1991) y se han identificado algunas regiones de concentración de especies endémicas, como el Eje Neovolcánico (Ceballos y Navarro, 1991; Fa y Morales, 1991).

En este contexto, los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar taxonómica y ecológicamente a las especies endémicas, analizar algunos factores limitantes de su distribución geográfica y determinar patrones de distribución generales, para identificar áreas de alto de endemismo, características relacionadas con la endemidad, y posibles procesos históricos y ecológicos asociados a los patrones observados. Se analizó, asimismo, la información sobre el estado de conservación de las especies endémicas. Este estudio es complementario al presentado por Ceballos y Navarro (1991) que incluye a toda la mastofauna del país.

METODOS

Base de Datos

Se elaboró una lista de las especies de mamíferos de México basada en Ramírez-Pulido et al. (1983), a la cual se le incorporaron cambios taxonómicos recientes (e.g., Wilson y Reeder, 1993) y se le adicionaron especies como *Metachirus nudicaudatus* y *Eumops hansae* de nuevo registro en el país (Medellín et al., 1992) o recientemente descritas (e.g., *Cratogeomys goldmani*; Spradling et al., 1992).

Se recopiló información bibliográfica sobre distribución geográfica, masa corporal, categoría trófica y estado de conservación de esas especies. El área de distribución de cada especie se calculó digitalizando los mapas de Hall (1981), con las modificaciones derivadas de los trabajos antes citados. La masa corporal se obtuvo principalmente de Eisenberg (1981), Ceballos y Galindo (1984), Ceballos y Miranda (1986) y de ejemplares de colección. Para clasificar a las especies de acuerdo con el tipo de alimentación se utilizaron siete categorías generales, debido a las limitaciones de información para muchas especies (Ceballos y Navarro, 1991). Las categorías son herbívoros, frugívoros, nectarívoros, insectívoros, hematófagos, carnívoros y omnívoros.

La determinación del estado de conservación de las especies se basó en Ceballos y Navarro (1991), con modificaciones de acuerdo a Chapman y Ceballos (1991), Mellink (1992 a y b), Ceballos y Téllez (en prensa) y Smith et al. (en prensa). Las categorías utilizadas fueron las de la UICN, que comprenden a especies fuera de riesgo, frágiles o raras, amenazadas o vulnerables, en peligro de extinción y extintas o extirpadas.

Análisis de los Datos

Para detectar patrones latitudinales y longitudinales de la riqueza total y de especies endémicas, los mapas de distribución de las especies se sobrepusieron en un mapa de México dividido en 73 cuadrantes de dos grados por lado. Se registró el número total de especies y el número de especies endémicas por cuadrante, de manera similar a Ceballos y Navarro (1991). El análisis se realizó en forma separada para las especies del orden Chiroptera.

Las islas se analizaron de manera individual, pero se excluyó del análisis al orden Chiroptera, debido a limitaciones de información. Los listados de la fauna insular se basaron en Wilson (1991) para las Marias, Lawlor (1983) para las del Golfo de California, y Jones y Lawlor (1965) para Cozumel.

Para la caracterización taxonómica, se calculó la proporción de especies endémicas en relación con la riqueza total en los diferentes órdenes, familias y géneros registrados para México.

Con objeto de identificar diferencias entre las especies endémicas y las no endémicas, se comparó la masa corporal y las áreas de distribución de los dos grupos mediante pruebas de t. Se comparó además la proporción de especies en cada categoría de alimentación en los dos grupos.

Para comparar las tendencias en la frecuencia de distribución de los rangos de distribución y de la masa corporal entre los dos grupos, se construyeron histogramas utilizando categorías de masa corporal en escala logarítmica (\log_2), de manera similar a las utilizadas por Brown y Nicoletto (1991) y categorías de rangos de distribución en escala logarítmica (\log_{10}).

RESULTADOS

Diversidad y Composición de Especies

En México se han registrado 462 especies de mamíferos terrestres, agrupados en 156 géneros, 33 familias y 8 órdenes (Cuadro 1). Una proporción elevada, el 32% de estas especies, son endémicas a México y pertenecen a cerca del 31% de los géneros, 40% de las familias y 80% de los órdenes (Fig. 1).

El endemismo es elevado a nivel de especie, bajo a nivel de género y no existen grupos endémicos en jerarquías taxonómicas más altas (Cuadro 1). La mayoría de las especies endémicas, cerca del 75% del total, son roedores, seguidos por murciélagos (10%) e insectívoros (7%).

Existen 11 géneros endémicos que son *Megasorex* (Insectivora), *Musonycteris* (Chiroptera), *Romerolagus* (Lagomorpha), *Pappogeomys*, *Zygoeomys*, *Neotomodon*, *Nelsonia*, *Hodomys*, *Megadontomys*, *Osgoodomys* y *Xenomys* (Rodentia). La mayoría (73%) de estos géneros pertenece al orden Rodentia y todos son monotípicos, con excepción de *Pappogeomys*, *Nelsonia* y *Megadontomys*.

Cuadro 1. Diversidad de los mamíferos terrestres de México. Abreviaturas: C/E= taxa con endémicos; END= endémico.

ORDENES	FAMILIAS		GENEROS			ESPECIES	
	TOTAL	C/E	TOTAL	C/E	END	TOTAL	END
MARSUPIALIA	1	1	6	1	0	8	1
INSECTIVORA	2	2	6	4	1	23	11
CHIROPTERA	8	2	61	6	1	139	14
LAGOMORPHA	1	1	3	3	1	14	7
RODENTIA	8	5	47	31	8	226	109
EDENTATA	2	0	4	0	0	4	0
PRIMATES	1	0	2	0	0	3	0
CARNIVORA	5	2	19	3	0	34	4
ARTIODACTYLA	4	0	7	0	0	10	0
PERISSODACTYLA	1	0	1	0	0	1	0
TOTAL	33	13	156	48	11	462	146

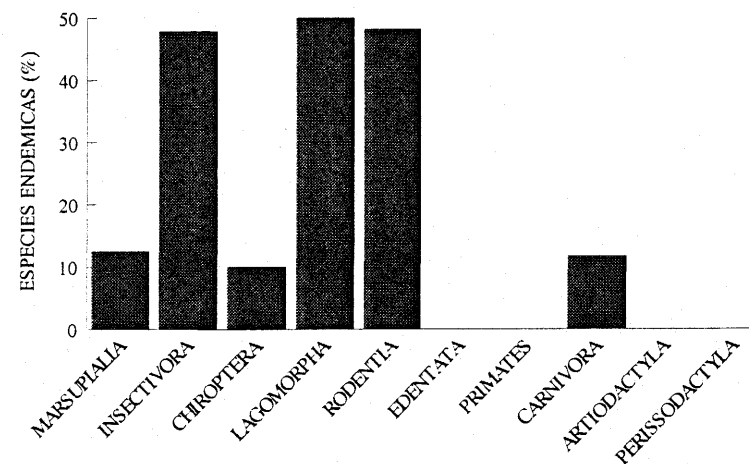


Figura 1. Proporción de especies endémicas en los órdenes de mamíferos terrestres de México.

La contribución del orden Rodentia al endemismo es sobresaliente ya que cerca de la mitad de las especies de este orden registradas para México (109 spp), son endémicas del país (Fig. 1). Proporciones similares se observan en los órdenes Insectivora y Lagomorpha, aunque su contribución en número de especies es mínima.

Patrones de Distribución

Patrones Latitudinales y Longitudinales

La riqueza total de mamíferos se incrementa de manera notable con el decremento en latitud, es decir, aumenta de norte a sur y, en general, los cuadrantes tropicales presentan un mayor número de especies que los templados (Fig. 2). Las áreas con menor riqueza (38-68 spp/cuadrante) se localizan en la Península de Baja California y el noreste del país, mientras que las de mayor riqueza en el Istmo de Tehuantepec (165 spp/cuadrante) y el sur de Chiapas (159 spp/cuadrante).

Los mamíferos endémicos muestran tendencias diferentes, ya que la riqueza de especies endémicas no presenta un incremento latitudinal tan marcado y los cuadrantes de riqueza de especies intermedia son los más ricos en especies endémicas (Fig. 2).

El número de especies endémicas tanto de mamíferos terrestres como de murciélagos aumenta del norte, este y sur hacia el centro y el oeste de México. La riqueza de endémicos se incrementa de áreas con pocas especies (1-5 spp/cuadrante) como la parte norte de Baja California y la Península de Yucatán, a áreas de riqueza

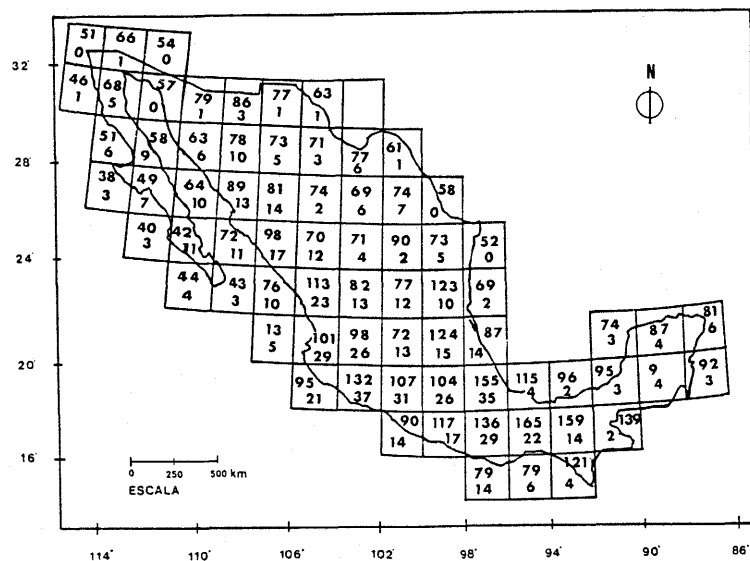


Figura 2. Tendencias latitudinales y longitudinales de la riqueza total de especies y de las especies endémicas en México. Los cuadrantes son de dos grados por lado; en cada cuadrante se indica el número total de especies (arriba) y el número de especies endémicas (abajo).

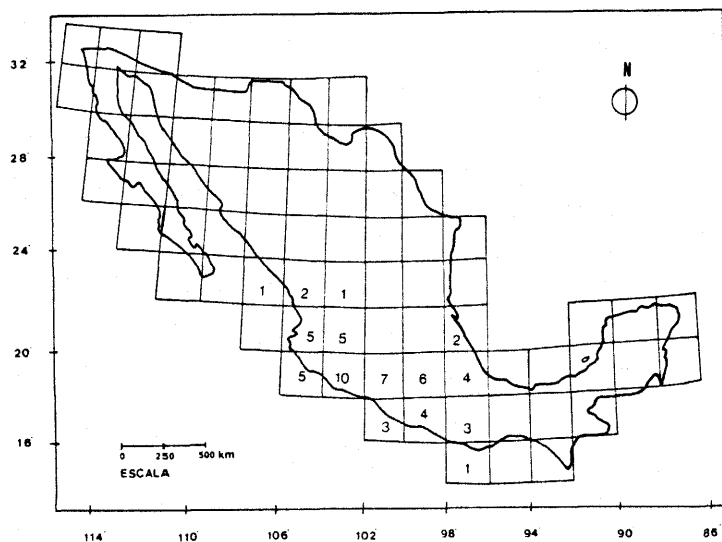


Figura 3. Distribución geográfica de los géneros de mamíferos endémicos de México. En cada cuadrante se indica el número de géneros endémicos.

intermedia (6-10 spp/cuadrante) en la Península de Baja California, el Altiplano y el sureste. La mayor concentración de especies (15-37 spp/cuadrante) se localiza en las selvas bajas de la costa del Pacífico y los bosques templados del Eje Neovolcánico en el centro del país y alcanza un máximo de especies entre Colima, Jalisco y Michoacán, y entre Veracruz, Puebla y Oaxaca. Es notable la ausencia de endémicos en las selvas altas perennifolias, los ecosistemas más diversos del país.

Los géneros endémicos se concentran en 15 (22%) cuadrantes ubicados en el oeste del país, desde el sur de Sinaloa y Durango hasta Oaxaca, y en el centro, desde Veracruz hasta Colima, siguiendo la distribución del Eje Transversal Volcánico (Fig. 3). El mayor número de géneros endémicos (> 5) se localiza en regiones del oeste del Eje Neovolcánico y el máximo (10 géneros) en un cuadrante que abarca las tierras bajas y montañas de Jalisco y Colima. De los géneros endémicos, cinco se localizan exclusivamente en las selvas bajas y medianas de la costa del Pacífico y cinco en los bosques templados del Eje Neovolcánico; sólo un género, *Pappogeomys*, se encuentra en ambos ambientes. Es notable la ausencia de géneros endémicos en otras regiones y tipos de vegetación, tales como las selvas altas perennifolias y los matorrales áridos.

Especies de Distribución Restringida

Cerca del 40% de las especies endémicas y dos géneros, *Romerolagus* y *Zygoeomys*, presentan una distribución restringida a un solo cuadrante (Fig. 3). La mayoría (75%) son roedores, como *Neotoma varia* y *Tamiasciurus mearnsi*. Las especies de distribución restringida se concentran en sólo 24 cuadrantes (33%), lo que indica que hay zonas del país donde coinciden las áreas de distribución de estas especies. Las regiones en las que se detecta el mayor número (7) de especies de distribución restringida son la porción este del Eje Neovolcánico, en Puebla y Veracruz, y la parte norte de Oaxaca. Otras áreas que sobresalen en este aspecto son las tierras bajas de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán y la Península de Baja California.

Especies Insulares

De las especies endémicas 30 (20%) son insulares y se distribuyen en 27 islas, de las cuales 22 se localizan en Baja California, cuatro en el archipiélago de las Islas Marías y una en la Isla Cozumel (Apéndice). Las islas con más especies endémicas son María Madre (4 spp), María Magdalena (3 spp) y Cozumel (3 spp). Estas islas son de origen continental y no existen especies endémicas en islas de origen volcánico, como las del Archipiélago de Revillagigedo y la de Guadalupe.

Las islas contienen, en una porción reducida del territorio nacional, a una amplia variedad de grupos taxonómicos ya que incluyen, por mencionar algunos resultados, a especies de 11 géneros, al 38% de los lagomorfos y al 75% de los carnívoros endémicos del país. Su riqueza de especies es significativamente mayor que la encontrada en el territorio continental del país ($\chi^2=7.18$, $P<0.01$, $g.l.=3$; Apéndice).

Áreas de Distribución

Las diferencias entre las áreas de distribución geográfica de especies endémicas y no endémicas son significativas (prueba de $t=8.570$, $P < 0.001$; Fig. 4a y b). El promedio de los rangos de distribución histórica de los mamíferos no endémicos es de $428,407 \text{ km}^2$ ($d.e.=472,055$), es decir, un orden de magnitud mayor que el de las especies endémicas. El intervalo de variación es desde 4 km^2 para especies como *Microtus pennsylvanicus* hasta $1'970,000 \text{ km}^2$ para especies como el puma (*Felis concolor*) y varios murciélagos. En este grupo, 23 especies cuya distribución es marginal en México, presentan áreas menores a $10,000 \text{ km}^2$. Es importante señalar que los rangos de distribución de las especies no endémicas están subestimados, ya que se sólo se consideró la porción del área de distribución en México.

El área promedio de las especies endémicas es de $53,834 \text{ km}^2$ ($d.e. = 95,902$; Fig. 4a y b). Cerca del 90% de las especies endémicas ocupan áreas geográficas que equivalen a menos del 20% del territorio. Por lo menos 35 (23%) y 76 (51%) especies ocupan áreas menores a 100 km^2 y $10,000 \text{ km}^2$, respectivamente. Las especies sólo conocidas en la localidad tipo, como *Orthogeomys lanius* y *Tylomys tumbalensis*, y las que habitan en algunas islas del litoral de Baja California, como *Neotoma varia*, *Peromyscus collatus* y *Peromyscus pembertonii*, son las endémicas con las áreas de distribución más restringidas. Los endémicos de distribución más amplia, como *Sylvilagus cunicularius*, ocupan extensiones de hasta el 40% del territorio nacional.

Masa Corporal y Tipo de Alimentación

El tamaño promedio de las especies endémicas es significativamente menor que el de las especies no endémicas (prueba de $t=2.78$, $P < 0.006$), aunque existe una gran variación en los tamaños (Fig. 5). La masa corporal promedio de las especies endémicas es de 239 g ($d.e.=719$); las especies más pequeñas, como las del género *Rhogeessa*, pesan alrededor de 5 gramos y las de mayor masa, como el mapache de las islas Marias, 4000 g . En contraste, el promedio de las no endémicas es de $9,404 \text{ g}$ ($d.e.=49,120$) con especies como el bison (*Bison bison*) que puede pesar cientos de kilogramos.

Todos los tipos de alimentación, con excepción de especies hematófagas, están representados entre las especies endémicas (Fig. 6). La mayoría de las especies endémicas se clasifican como herbívoras (cerca del 80%) y en menor proporción como insectívoras. El porcentaje de especies por tipo de alimentación es distinto al de la fauna no endémica, en la cual los herbívoros sólo representan alrededor del 40% de las especies, con una mayor proporción de especies insectívoras (35%) y carnívoras (10%).

Estado de Conservación

La mayoría de las especies endémicas (55%) presenta problemas de conservación. Sesenta y cinco especies se encuentran catalogadas como fuera de riesgo, 33 como frágiles, 30 como vulnerables y 13 en peligro de extinción; estas últimas incluyen a las endémicas de mayor tamaño como *Lepus flavigularis*, *Romerolagus diazi*, *Cynomys*

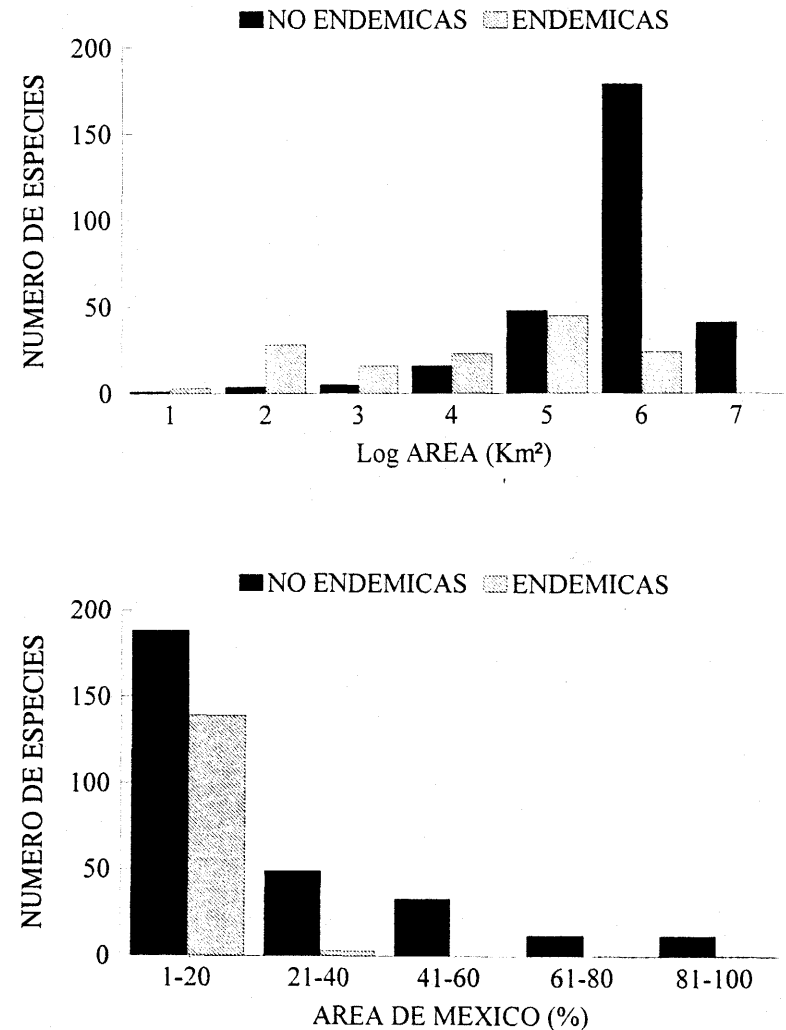


Figura 4. Comparación de las áreas de distribución en kilómetros cuadrados (A) y del porcentaje que ocupan del país (B) de las especies de mamíferos endémicas y no endémicas de México. Los rangos utilizados en logaritmos base 10 son: 0-10, 11-100, 101-1 000, 1 001-10 000, 10 001-100 000, 100 001-1'000 000, > 1'000 001.

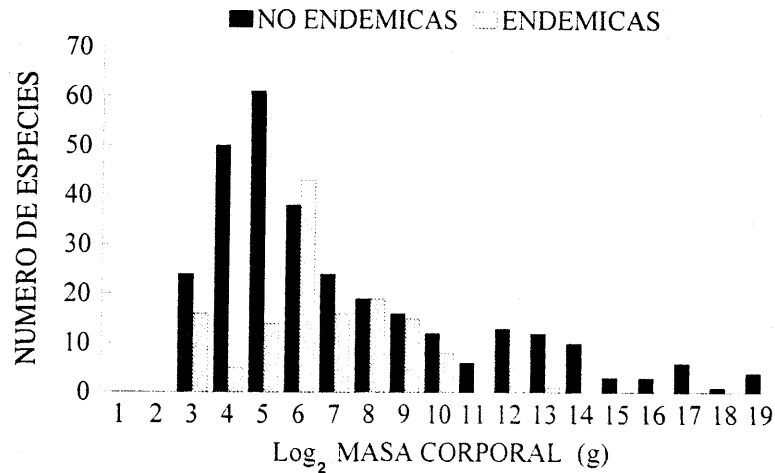


Figura 5. Distribución de frecuencia de la masa corporal de las especies endémicas y no endémicas de mamíferos de México. Los rangos utilizados en escala logarítmica son los siguientes: 0-2, 2.1-4, 4.1-8, 8.1-16, 16.1-32, 32.1-64, > 64.1.

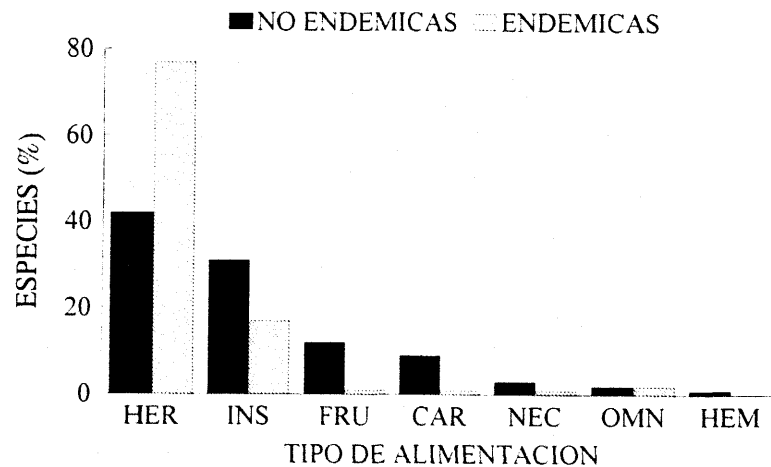


Figura 6. Frecuencia de la distribución de los mamíferos terrestres endémicos y no endémicos de México, de acuerdo a su tipo de alimentación. HER=herbívoro, INS=insectívoro, FRU=frugívoro, CAR=carnívoro, OMN=omnívoro y HEM=hematófago.

mexicanus y *Procyon insularis*. Cinco especies, *Peromyscus pembertonii*, *Oryzomys neisoni*, *Neotoma bunkerii*, *Neotoma anthonyi* y probablemente *Dipodomys gravipes*, se han extinguido en este siglo (Apéndice).

DISCUSION

Riqueza de Especies Endémicas

Resulta sorprendente constatar que, a nivel mundial, México ocupa el tercer lugar en número de especies endémicas, después de Australia e Indonesia y que tiene más especies endémicas de las esperadas para un país de su territorio (Ceballos y Brown, en prensa), de manera similar a lo que ocurre con la riqueza total de mamíferos (Arita, 1993a). Sin embargo, la diversidad taxonómica de las especies endémicas es baja en relación con la de otros países como Australia o Madagascar, que contienen un elevado número de taxa endémicos a niveles supraespecíficos (McNeely et al., 1990).

En relación con el nivel de endemismo de otros grupos de vertebrados, el endemismo en mamíferos es mayor al de la avifauna e ictiofauna del país, que presentan alrededor del 10 y 15% de especies endémicas, respectivamente (Escalante et al., 1993; Espinoza Pérez et al., 1993), pero menor en relación con la herpetofauna, donde la endemidad alcanza el 61% en los anfibios y el 50% en los reptiles y se manifiesta a niveles supragenéricos (Flores-Villela, 1993).

Patrones Geográficos de Endemidad

Un resultado con implicaciones para la conservación de la diversidad biológica, es la baja correspondencia entre las áreas de alta diversidad y de alta endemidad en el territorio mexicano. Si bien el aumento de la riqueza total de mamíferos a latitudes menores se debe principalmente al incremento en las especies de murciélagos (e.g., Arita, 1993b) de manera similar a lo que ocurre a nivel continental (Wilson, 1974; Anderson, 1977; McCoy y Connor, 1980; Willig y Selcer, 1989; Rosenzweig, 1992), las mayores concentraciones de especies endémicas a latitudes intermedias se deben a la presencia de especies de roedores de áreas de distribución pequeñas.

Las áreas de distribución más pequeñas se concentran en el centro y oeste del país; por el contrario, las especies tienden a tener rangos de distribución mayores en el sur, con el consecuente bajo nivel de endemidad observado en estas zonas.

Los géneros endémicos se concentran en el Eje Neovolcánico y en las selvas bajas del oeste, y las especies endémicas en esos ecosistemas y en las islas del Golfo de California, y es notable su ausencia en las selvas húmedas del sureste del país. Otros grupos de vertebrados como aves (Escalante et al., 1993), reptiles y anfibios (Flores-Villela, 1993) y algunos grupos de plantas como las del género *Bursera* (Rzedowski, 1991a; Kohlmann y Sánchez, 1984) exhiben patrones de distribución similares.

En los siguientes incisos se discute la relación de los patrones de endemidad observados con algunos procesos asociados al origen de la endemidad.

Procesos Asociados al Endemismo

Las especies endémicas pueden ser de origen antiguo o paleoendémicas y relativamente reciente o neoendémicas (Stebbins y Major, 1965). La relación existente entre la edad del taxa y su área de distribución ha sido estudiada principalmente en especies vegetales (Stebbins y Major, 1965; Kruckeberg y Rabinowitz, 1985) y no se ha encontrado una relación definida entre estas dos variables. Tampoco es posible hacer una generalización con las especies endémicas de mamíferos de México, ya que son de origen tanto reciente como antiguo.

Una caracterización general de los mamíferos endémicos indica que tienden a ser terrestres, con rangos de distribución limitados, tamaños corporales pequeños y de alimentación herbívora. Estas características están asociadas a ciclos de vida cortos y capacidades de dispersión limitadas, que a su vez se encuentran relacionadas con la velocidad de especiación (e.g. Eisenberg, 1981).

Los patrones geográficos de endemividad en el país y las características de las especies endémicas, sugieren que una proporción mayoritaria son de especiación relativamente reciente, originadas por las contracciones, expansiones, fragmentaciones y aislamiento de las comunidades vegetales durante el Pleistoceno, provocadas por los cambios climáticos y geológicos asociados a las glaciaciones (Heine 1973; Toledo, 1982). Evidencias genéticas, paleontológicas y taxonómicas también sugieren que la mayoría de las especies endémicas son de origen relativamente reciente, con una antigüedad que varía de dos millones a decenas de miles de años.

Para algunos géneros como *Scapanus* (T. L. Yates, comm. pers.), *Cynomys* (Chesser, 1983), *Cratogeomys*, *Pappogeomys* (Spradling et al., 1992), *Tamiasciurus* (Lindsay, 1981), *Onychomys* (Riddle y Honeycutt, 1990), *Geomys* (Penney y Zimmerman, 1976), *Peromyscus* (Schmidly et al., 1988; W. Kilpatrick, com. pers.) y *Reithrodontomys* (Sánchez, 1993), existe información genética que indica que la diferenciación a nivel específico ocurrió a finales del Plioceno y durante el Pleistoceno.

Para otro grupo de especies neoendémicas, como *Sorex milleri* (Findley, 1953) y otras especies de los géneros *Sorex* (Hennings y Hoffmann, 1977) y *Cryptotis* (Choate, 1970), existen registros fósiles que indican que se originaron a finales del Pleistoceno. Finalmente, para algunas especies endémicas la única evidencia disponible sobre su origen reciente es indirecta y la constituye la actual distribución de especies cercanamente emparentadas, que están separadas por cientos de kilómetros. Tal es el caso de *Spermophilus lateralis* del suroeste de Estados Unidos y *S. madrensis* de la Sierra Madre Occidental (Hall, 1981) y de *S. spilosoma* y *S. perotensis* en el centro del país (Valdéz y Ceballos, en prensa).

Un reducido número de especies son consideradas paleoendémicas. Todas pertenecen a géneros monotípicos que probablemente se originaron desde el Terciario, como *Zygoeomys trichopus* (Hafner y Barkley, 1984), *Romerolagus diazi* (Cervantes et al., 1990) y *Xenomys nelsoni* (Carleton, 1980). Aparentemente el rango de distribución estas especies disminuyó por cambios climáticos y geológicos hasta quedar confinado a la distribución relictual que se observa en la actualidad.

En general, las regiones de alta endemividad corresponden a islas verdaderas, zonas aisladas geográficamente y hábitats insulares, es decir, zonas parcial o totalmente aisladas de otros hábitats similares. (e.g., Martin y Harrell, 1957; Ramamoorthy y Lorence, 1987; Ceballos y Navarro, 1991).

Las montañas del centro del país, que en conjunto ocupan el primer lugar en riqueza de especies y géneros endémicos, han sido señalada como uno de los centros de origen y refugio para especies pequeñas que quedaron aisladas durante las glaciaciones del Pleistoceno (Ceballos y Navarro, 1991; Fa y Morales, 1991). Este proceso de aislamiento geográfico y ecológico ha promovido una alta tasa de recambio de especies a lo largo del Eje Neovolcánico, lo que explica la elevada riqueza en toda la región (diversidad gamma) y la gran diferencia encontrada entre la identidad de las especies que habitan un punto y otro del Eje (diversidad beta). Esta región ha sido identificada también como una zona de alto endemismo en aves (Escalante et al., 1993) y en anfibios y reptiles (Flores-Villela, 1993), lo que apoya la hipótesis del aislamiento Pleistocénico.

En el caso de las islas analizadas, la mayoría son de origen Plio-Pleistocénico, por lo que su fauna está diferenciada a niveles específicos y subespecíficos. Sin embargo, los procesos de especiación insulares sólo han sido relativamente bien estudiados en las islas del Golfo de California (e.g., Lawlor, 1983).

Finalmente, las selvas bajas caducifolias del oeste de México que constituyen la región con mayor número de géneros endémicos y la segunda de especies endémicas, también contienen proporciones importantes de la fauna endémica de otros grupos, como aves (Escalante et al., 1993) y de anfibios y reptiles (Flores-Villela, 1993). Uno de los procesos que probablemente explican su alta endemividad es que extensiones considerables de selva baja se han mantenido como una unidad vegetal desde el Terciario y sirvieron de refugio para especies de distribución restringida de origen antiguo (Bullock et al., en prensa).

Heterogeneidad Ambiental

Existen pocos estudios sobre factores ecológicos asociados a la endemividad y se han desarrollado principalmente con vegetación (e.g. Stebbins, 1980; Kruckeberg y Rabinowitz, 1985). Existen evidencias empíricas de que las áreas de mayor endemividad presentan una elevada heterogeneidad ambiental, generalmente asociada a gradientes altitudinales y a las áreas en las que convergen las faunas de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Esta idea ha cobrado una importancia cada vez mayor, tanto para explicar la elevada riqueza y los altos niveles de endemividad de los mamíferos, así como los patrones de distribución en el territorio (e.g. Ceballos y Navarro, 1991; Arita, 1993b; Iñiguez y Santana, 1993). Sin embargo, es necesario analizar estas ideas con hipótesis específicas.

Implicaciones para la Conservación

En términos de conservación de la biodiversidad, la protección de especies que únicamente se encuentran en el país es una responsabilidad de México a nivel mundial,

por esta razón resulta necesario conocer la fauna endémica y sus patrones de distribución en el país.

Un número considerable de especies endémicas se encuentran catalogadas en algún grado de riesgo de extinción y por lo menos cinco se han extinguido en tiempos históricos. El 80% de las extinciones han ocurrido en islas y el principal factor causal ha sido la introducción de especies exóticas, principalmente ratas, ratones y gatos (Ceballos y Navarro, 1991; Mellink, 1992a y b; Smith et al., en prensa). Entre los factores que afectan negativamente a la sobrevivencia de las especies en riesgo de extinción se encuentran en primer lugar la destrucción y modificación del habitat, seguido de la introducción de especies exóticas, la cacería, el tráfico ilegal y la contaminación (Ceballos y Navarro, 1991).

La distribución original de muchas especies como *Geomys tropicalis* (R. Marquéz y G. Ceballos, obs. pers.) y (*Romerolagus diazi*) (Cervantes et al., 1990) se ha reducido notablemente en este siglo. Otras especies, como *Spermophilus perotensis* (Valdéz y Ceballos, en prensa) y *Cynomys mexicanus* (e.g., Ceballos et al., 1992), aún se encuentran a lo largo de toda su área de distribución, pero sus poblaciones se encuentran fragmentadas y aisladas.

La fragmentación del habitat puede influir negativamente en el tamaño poblacional debido a que las unidades demográficas pueden ser eliminadas, reducidas o divididas, las fuentes potenciales de inmigración pueden desaparecer y las poblaciones pueden quedar aisladas, sin poder dispersarse a otras áreas (e.g. Wilcox y Murphy, 1985). La poblaciones pequeñas tienen mayores probabilidades de extinguirse por procesos ambientales estocásticos, accidentes, enfermedades y desordenes genéticos. El riesgo a la extinción por la fragmentación del habitat generalmente no es proporcional a la cantidad de habitat perdido; en realidad, aumenta en poblaciones más fragmentadas y reducidas (Wilcox y Murphy, 1985) debido a los factores mencionados anteriormente y a otros factores de riesgo como la introducción de exóticos, la cacería y la contaminación (e.g. Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos, 1993).

Existe una estrecha relación entre rareza, área de distribución y vulnerabilidad a la extinción en los mamíferos de Norteamérica (Stevens, 1989; Brown y Nicoletto, 1991; Pagel et al., 1991; Arita et al., 1990; Arita, 1993a). En este contexto, se esperaría que la mayoría de las especies endémicas de México fueran más vulnerables a la extinción que las especies no endémicas ya que de manera natural presentan áreas de distribución restringida. Si esta hipótesis es correcta, sugiere que una de las prioridades de conservación deben ser las especies endémicas.

Finalmente, la baja correspondencia entre las áreas de alta diversidad y alta endemidad indica que se requiere de estrategias complejas a nivel nacional para proteger la biodiversidad, en las cuales tanto la riqueza de total especies como la endemidad deben ser factores prioritarios para la selección de áreas de reserva.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer patente nuestro más sincero agradecimiento a todos nuestros colegas que a lo largo de varios años han compartido con nosotros sus ideas acerca de este tema. Agradecemos en especial a Cuauhtémoc Chávez y Guadalupe Téllez por su colaboración en la recopilación y análisis de los datos y a Rodrigo Medellín y Héctor Arita por su revisión crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Anderson, S. 1977. Geographic ranges of North American terrestrial mammals. *American Museum Novitates*, 2833:1-15.
- Arita, H. T., J. G. Robinson y K. H. Redford. 1990. Rarity in Neotropical forests mammals and its ecological correlates. *Conservation Biology*, 4:181-192.
- Arita, H. T. 1993a. Rarity in Neotropical bats: correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological Applications*, 3:506-517.
- Arita, H. T. 1993b. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp.109-128, *in Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (R. A. Medellín y G. Ceballos eds.). Publicaciones Especiales I, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México D.F., 464 pp.
- Brown, J. H. y B. A. Maurer. 1987. Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the North American avifauna. *American Naturalist*, 130:1-17.
- Brown, J. H. y P. F. Nicoletto. 1991. Spatial scaling of species composition: body masses of North American land mammals. *American Naturalist*, 138:1478-1512.
- Brown, J. H. y A. C. Gibson. 1983. *Biogeography*. C. V. Mosby Co., St. Louis, EUA, 643 pp.
- Bullock, S. H., E. Medina y H. Mooney. En prensa. *Tropical dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Carleton, M.D. 1980. Phylogenetic relationships in Neotomine-Peromyscine rodents (Muroidea) and a reappraisal of the dichotomy within New World Cricetinae. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 157:1-146.
- Ceballos, G. 1993. Especies en peligro de extinción. *Revista Ciencias*, No. Especial, 7: 5-10.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. *Limusa, México D.F.*, 299 pp.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. *Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.*, 436 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198, *in Latin American Mammalogy: History, Diversity and Conservation*. (M. A. Mares, y D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, EUA, 468 pp.
- Ceballos, G., E. Mellink y L. R. Hanebury. 1992. Distribution and conservation status of prairie dogs *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biological Conservation*, 63:105-112.
- Ceballos, G. y J. H. Brown. En prensa. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology*.
- Ceballos, G. y G. Téllez Girón. En prensa. Rodents of México and Central América, *in Rodent action plan* (M. Taylor, ed.). International Union for Conservation of Nature, Gland, Suiza.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo y R. S. Hollmann. 1990. *Romerolagus diazi*. *Mammalian Species*, 360:1-7.

- Chapman, J. A. y G. Ceballos. 1991. The cottontails. Pp. 14-60, *in* Rabbits, hares and pikas: Status survey and conservation action plan (J. A. Chapman, y J. E. C. Flux, eds). International Union for Conservation of Nature, Gland, Suiza, 168 Pp.
- Chesser, R. K. 1983. Genetic variability within and among populations of the black-tailed prairie dog. *Evolution*, 37:320-331.
- Choate, J. R. 1970. Systematics and zoogeography of the Middle American shrews of the genus *Cryptotis*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 19:195-317.
- Eisenberg, J. F. 1981. The mammalian radiation. Chicago University Press, Chicago, EUA, 610 pp.
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. Pp. 281-307, *in* Biological diversity of Mexico: origins and distributions (T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa eds.). Oxford University Press, New York, EUA, 812 pp.
- Espinosa Pérez, H., P. Fuentes Mata, M. T. Gaspar Dillanes y V. Arenas. 1993. Notes on Mexican ichthyofauna. Pp. 229-251, *in* Biological diversity of Mexico: origins and distributions (T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa eds.). Oxford University Press, New York, EUA, 812 Pp.
- Fa, J. E. y L. M. Morales. 1991. Mammals and protected areas in the Trans-Mexican Volcanic Belt. Pp. 199-226, *in* Latin American Mammalogy: History, Diversity and Conservation. (M. A. Mares, y D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, EUA, 468 pp.
- Findley, J. S. 1953. Pleistocene Soricidae from San Josecito cave, Nuevo Leon, Mexico. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 5:633-639.
- Flores Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. Pp. 253-280, *in* Biological diversity of Mexico: origins and distributions (T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds.). Oxford University Press, New York, EUA, 812 pp.
- Hafner, M. S. y L. J. Barkley. 1984. Genetics and natural history of a relictual pocket gopher, *Zygoeomys* (Rodentia: Geomyidae). *Journal Mammalogy*, 65:474-479.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. (2 ed.). John Wiley & Sons, New York, EUA, 1181 pp.
- Heine, K. 1973. Variaciones más importantes del clima durante los últimos 40,000 años en México. *Comunicaciones*, 7:51-56.
- Hennigs, D. y R. S. Hoffmann. 1977. A review of the taxonomy of the *Sorex vagrans* species complex from Western North America. *Occasional Papers*, Museum of Natural History, University of Kansas, 68:1-35.
- Iñiguez D., L. I. y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. Pp. 65-86, *in* Avances en el estudio de los mamíferos de México. (R. A. Medellín y G. Ceballos eds.). *Publicaciones Especiales 1*, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México D.F., 464 pp.
- Jones, J. K., Jr. y T. E. Lawlor. 1965. Mammals from Isla Cozumel, Mexico, with description of a new species of harvest mouse. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 16:411-419.
- Kohlmann, B. y S. Sánchez. 1984. Estudio aerográfico del género *Bursera* Jacq. ex L. (*Burseraceae*) en México. Una síntesis de métodos. Pp. 41-120, *in* Métodos cuantitativos en la biogeografía (E. Ezcurra, M. Equihua, B. Kohlman y S. Sánchez, eds.). Instituto de Ecología, México, D.F., 125 pp.

- Kruckeberg, A. R. y D. Rabinowitz. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:447-479.
- Lawlor, T. E. 1983. The mammals. Pp. 265-289, *in* Island biogeography in the Sea of Cortéz (T. J. Case, y M. L. Cody, eds). University of California Press, Berkeley, EUA, 508 pp.
- Lindsay, S. L. 1981. Taxonomic and biogeographic relationships of the Baja California chickaree (*Tamiasciurus*). *Journal of Mammalogy*, 62:673-682.
- Martin, P. S y B. E. Harrell. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and eastern United States. *Ecology*, 38:469-479.
- McCoy, E. D. y E. F. Connor. 1980. Latitudinal gradients in the species diversity of North American mammals. *Evolution*, 34:193-203.
- McNeely, J. A., K. R. Miller, W. V. Reid, R. A. Mittermeier y T. B. Werner. 1990. Conserving the world's biological diversity. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza, 193 pp.
- Medellín, R. A., G. Cancino, A. Clemente y R. Guerrero. 1992. Noteworthy records of three mammals from Mexico. *Southwestern Naturalist*, 37:427-429.
- Mellink, E. 1992a. Status de los heterómidos y cricétidos endémicos del estado de Baja California. Informe Técnico, Comunicaciones Académicas, Serie de Ecología, CICESE, Baja California, México.
- Mellink, E. 1992b. The status of *Neotoma anthonyi* (Rodentia, Muridae, Cricetinae) of Todos Santos Island, Baja California, Mexico. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 91:137-140.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. Pp. 145-154, *in* Biodiversity (E.O. Wilson, ed.). National Academy Press, Washington, D.C., 521 Pp.
- Page, M. D., R. M. May y A. R. Collie. 1991. Ecological aspects of the geographical distribution and diversity of mammalian species. *American Naturalist*, 137:791-815.
- Penney, D. F. y E. G. Zimmerman. 1976. Genic divergence and local population differentiation by random drift in the pocket gophers genus *Geomys*. *Evolution*, 30:473-483.
- Ramamoorthy, T. P. y D. H. Lorence. 1987. Species vicariance in the Mexican flora and a description of a new species of *Salvia* (Lamiaceae). *Adansonia*, 2:167-175.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. Biological diversity of México: origins and distribution. Oxford University Press, New York, 812 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Müdespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia*, 38:49-67.
- Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Müdespacher e I. E. Lira. 1983. Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D. F., 363 pp.
- Riddle, B. R. y R. L. Honeycutt. 1990. Historical biogeography in North American arid regions: an approach using mitochondrial-DNA phylogeny in grasshopper mice (genus *Onychomys*). *Evolution*, 4:1-15.
- Rosenzweig, M. L. 1992. Species diversity gradients: we know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy*, 73:715-730.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F., 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica de México*, 15:47-64.

- Sánchez, O. 1993. Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae) en México. Pp. 25-44, in *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D. F., 464 pp.
- Schmidly, D. J., R. D. Bradley y P. S. Cato. 1988. Morphometric differentiation and taxonomy of three chromosomally characterized groups of *Peromyscus boylii* from east-central Mexico. *Journal of Mammalogy*, 69: 462-480.
- Smith, H. M. 1960. An evaluation of the biotic province concept. *Systematic Zoology*, 9:41-44.
- Smith, F. A., B. T. Bestmayer, J. Baird y M. Strong. En prensa. Antropogenic extinction of the endemic woodrat, *Neotoma bunkerii* Burt. *Biodiversity letters*.
- Soulé, M. E. y K. A. Kohm. 1989. Research priorities for conservation biology. Island press, Washington, D. C., 97 pp.
- Spradling, D. T., P. S. Sudman y M. S. Hafner. 1992. Mitochondrial DNA phylogeny of pocket gophers (*Pappogeomys* and *Cratogeomys*) based on cytochrome B sequence. *Resúmenes, Annual Meeting, American Society of Mammalogists*, 72:6.
- Stebbins, G. L. 1980. Rarity of plants species: a synthetic view point. *Rhodora*, 82:77-86.
- Stebbins, G. L. y J. Major. 1965. Endemism and speciation of the California flora. *Ecological Monographs*, 35:1-35.
- Stevens, G. L. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexists in the tropics. *American Naturalist*, 113:240-256.
- Toledo, V. M. 1982. Pleistocene changes of vegetation in Tropical Mexico. Pp. 93-111, in *Biological diversification in the tropics* (G. T. Prance, ed). Columbia University Press, Nueva York, 714 pp.
- Udvardy, M. 1969. Dynamic zoogeography. With special reference to land animals. Van Nostrand Reinhold Co., Nueva York, 436 pp.
- Valdéz, M. y G. Ceballos. En prensa. Origins, distribution, and conservation status of the Perote ground squirrel (*Spermophilus perotensis*). *Biological Conservation*.
- Wilcox, B. A. y D. D. Murphy. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125:879-887.
- Wilson, D. E. 1991. Mammals of the Tres Marias Islands. *Bulletin American Museum of Natural History*, 206:214-250.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 1206 pp.
- Wilson, J. W. III. 1974. Analytical zoogeography of North American mammals. *Evolution*, 28:124-140.
- Willig, M. R. y K. W. Selcer. 1989. Bat species density gradients in the New World: a statistical assessment. *Journal of Biogeography*, 16:189-195.

APENDICE

Listado de especies de mamíferos endémicos de México. Para las especies endémicas insulares se señala la isla en que habita y el estado de conservación. Los números corresponden a las siguientes islas: Península de Baja California: 1) Mejía; 2) Granito; 3) Angel de la Guarda; 4) Salsipuedes; 5) San Lorenzo Norte; 6) San Lorenzo Sur; 7) San Esteban; 8) Turner; 9) San Pedro Nolasco; 10) Tortuga; 11) Coronados; 12) Monserrat; 13) Santa Catalina; 14) Santa Cruz; 15) San Diego; 16) San José; 17) Espiritu Santo; 18) Natividad; 19) Cedros; 20) San Martín; 21) Santa Margarita; 22) Todos Santos. Islas Marias: 23) María Madre; 24) María Magdalena; 25) María Cleofas; 26) San Juanito. 27) Cozumel.

Las categorías utilizadas son: Frágil (F), Amenazadas (A), en peligro (P), Extinta (E).

	ORDEN	ESPECIE	ISLA	ESTATUS
1	MARSUPIALIA	<i>Marmosa canescens</i>		
2	INSECTIVORA	<i>Cryptotis magna</i>		
3		<i>Cryptotis mexicana</i>		
4		<i>Megasorex gigas</i>		
5		<i>Sorex emarginatus</i>		
6		<i>Sorex macrodon</i>		
7		<i>Sorex milleri</i>		
8		<i>Sorex oreopolus</i>		
9		<i>Sorex sclateri</i>		
10		<i>Sorex stizodon</i>		
11		<i>Sorex ventralis</i>		
12		<i>Scapanus anthonyi</i>		
13	CHIROPTERA	<i>Glossophaga morenoi</i>		
14		<i>Musonycteris harrisoni</i>		
15		<i>Artibeus hirsutus</i>		
16		<i>Myotis findleyi</i>	23-26	
17		<i>Myotis milleri</i>		
18		<i>Myotis peninsularis</i>		
19		<i>Myotis planiceps</i>		A
20		<i>Myotis vivesi</i>		
21		<i>Plecotus mexicanus</i>		
22		<i>Rhogeessa alleni</i>		
23		<i>Rhogeessa genowaysi</i>		
24		<i>Rhogeessa gracilis</i>		
25		<i>Rhogeessa mira</i>		
26		<i>Rhogeessa parvula</i>		
27	LAGOMORPHA	<i>Lepus flavigularis</i>		P
28		<i>Lepus insularis</i>	17	F
29		<i>Romerolagus diazi</i>		P
30		<i>Sylvilagus cunicularius</i>		
31		<i>Sylvilagus graysoni</i>	23-26	A

Apéndice.- Continuación.

N	ORDEN	ESPECIE	ISLA	ESTATUS
32		<i>Sylvilagus insonus</i>		P
33		<i>Sylvilagus mansuetus</i>	16	F
34	RODENTIA	<i>Ammospermophilus insularis</i>	17	A
35		<i>Cynomys mexicanus</i>		P
36		<i>Sciurus alleni</i>		A
37		<i>Sciurus collicaei</i>		
38		<i>Sciurus oculatus</i>		F
39		<i>Spermophilus adocetus</i>		
40		<i>Spermophilus annulatus</i>		
41		<i>Spermophilus atricapillus</i>		
42		<i>Spermophilus madrensis</i>		F
43		<i>Spermophilus perotensis</i>		A
44		<i>Tamias bulleri</i>		
45		<i>Tamias durangae</i>		
46		<i>Tamiasciurus mearnsi</i>		A
47		<i>Cratogeomys fumosus</i>		F
48		<i>Cratogeomys goldmani</i>		
49		<i>Cratogeomys gymnurus</i>		
50		<i>Cratogeomys merriami</i>		
51		<i>Cratogeomys neglectus</i>		F
52		<i>Cratogeomys tylorhinus</i>		
53		<i>Cratogeomys zinseri</i>		A
54		<i>Geomys tropicalis</i>		P
55		<i>Orthogeomys cuniculus</i>		F
56		<i>Orthogeomys lanius</i>		F
57		<i>Pappogeomys alcorni</i>		F
58		<i>Pappogeomys bulleri</i>		
59		<i>Zygoeomys trichopus</i>		P
60		<i>Chaetodipus anthonyi</i>	18	F
61		<i>Chaetodipus arenarius</i>		
62		<i>Chaetodipus artus</i>		
63		<i>Chaetodipus goldmani</i>		
64		<i>Chaetodipus lineatus</i>		
65		<i>Chaetodipus pernix</i>		
66		<i>Dipodomys gravipes</i>		P
67		<i>Dipodomys insularis</i>	16	A
68		<i>Dipodomys margaritae</i>	21	A
69		<i>Dipodomys nelsoni</i>		
70		<i>Dipodomys phillipsii</i>		
71		<i>Heteromys nelsoni</i>		F
72		<i>Liomys spectabilis</i>		
73		<i>Habromys chinanteco</i>		

Apéndice.- Continuación.

N	ORDEN	ESPECIE	ISLA	ESTATUS
74		<i>Habromys lepturus</i>		
75		<i>Habromys simulatus</i>		
76		<i>Hodomys alleni</i>		
77		<i>Megadontomys cryophilus</i>		
78		<i>Megadontomys nelsoni</i>		
79		<i>Megadontomys thomasi</i>		
80		<i>Nelsonia goldmani</i>		
81		<i>Nelsonia neotomodon</i>		
82		<i>Neotoma anthonyi</i>	22	E
83		<i>Neotoma angustapalata</i>		
84		<i>Neotoma bryanti</i>	19	
85		<i>Neotoma bunkerii</i>	11	P
86		<i>Neotoma goldmani</i>		
87		<i>Neotoma martinensis</i>	20	A
88		<i>Neotoma nelsoni</i>		
89		<i>Neotoma palatina</i>		
90		<i>Neotoma phenax</i>		
91		<i>Neotoma varia</i>	8	A
92		<i>Neotomodon alstoni</i>		
93		<i>Oryzomys chapmani</i>		
94		<i>Oryzomys melanotis</i>		
95		<i>Oryzomys nelsoni</i>	23	E
96		<i>Osgoodomys banderanus</i>		
97		<i>Peromyscus beatae</i>		
98		<i>Peromyscus bullatus</i>		F
99		<i>Peromyscus caniceps</i>	12	F
100		<i>Peromyscus dickeyi</i>	10	F
101		<i>Peromyscus difficilis</i>		
102		<i>Peromyscus eva</i>		
103		<i>Peromyscus furvus</i>		
104		<i>Peromyscus guardia</i>	13	F
105		<i>Peromyscus hooperi</i>		
106		<i>Peromyscus interparietalis</i>	4-6	F
107		<i>Peromyscus madrensis</i>	23-26	
108		<i>Peromyscus megalops</i>		
109		<i>Peromyscus mekisturus</i>		
110		<i>Peromyscus melanocarpus</i>		
111		<i>Peromyscus melanophrys</i>		
112		<i>Peromyscus melanurus</i>		
113		<i>Peromyscus ochraventer</i>		
114		<i>Peromyscus pambertoni</i>	9	E

Apéndice.- Continuación.

N	ORDEN	ESPECIE	ISLA	ESTATUS
115		<i>Peromyscus perfulvus</i>		
116		<i>Peromyscus polius</i>		
117		<i>Peromyscus pseudocrinitus</i>	11	F
118		<i>Peromyscus sagax</i>		
119		<i>Peromyscus sejugis</i>	14, 15	F
120		<i>Peromyscus simulus</i>		
121		<i>Peromyscus slevini</i>	13	F
122		<i>Peromyscus spicilegus</i>		
123		<i>Peromyscus stephani</i>	7	F
124		<i>Peromyscus winkelmanni</i>		F
125		<i>Peromyscus yucatanicus</i>		
126		<i>Peromyscus zarhynchus</i>		
127		<i>Reithrodontomys burti</i>		
128		<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>		
129		<i>Reithrodontomys hirsutus</i>		
130		<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	27	F
131		<i>Reithrodontomys zacatecae</i>		
132		<i>Rheomys mexicanus</i>		P
133		<i>Sigmodon alleni</i>		
134		<i>Sigmodon leucotis</i>		
135		<i>Sigmodon mascotensis</i>		
136		<i>Tylomys bullaris</i>		F
137		<i>Tylomys tumbalensis</i>		F
138		<i>Xenomys nelsoni</i>		
139		<i>Microtus oaxacensis</i>		F
140		<i>Microtus quasiater</i>		
141		<i>Microtus umbrosus</i>		F
142		<i>Dasyprocta mexicana</i>		A
143	CARNIVORA	<i>Nasua nelsoni</i>	27	F
144		<i>Procyon insularis</i>	23, 24	F
145		<i>Procyon pygmaeus</i>	27	A
146		<i>Spilogale pygmaea</i>		F