



## Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México

### Biodiversity of Chordata (Mammalia) in Mexico

Víctor Sánchez-Cordero, Francisco Botello, José Juan Flores-Martínez, Ruth A. Gómez-Rodríguez, Lázaro Guevara, Gabriel Gutiérrez-Granados<sup>✉</sup> y Ángel Rodríguez-Moreno

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F., México.

✉ gabgg@st.ib.unam.mx

**Resumen.** Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados y muestran una serie de características internas y externas que los han llevado a ser exitosos en casi todos los ecosistemas del mundo. El objetivo de esta revisión es actualizar el estado de conocimiento de los mamíferos de México. En México los mamíferos forman un grupo altamente diverso, ubicando al país en el tercer lugar mundial con 564 especies silvestres, alcanzando aproximadamente el 10% de la diversidad total. La descripción de las especies no ha sido homogénea a lo largo del tiempo y tuvo un mayor auge desde mediados de 1700 hasta 1950. La distribución de los mamíferos incluye todo el territorio nacional; el 77% son especies menores a 5 kg y pertenecen, principalmente, a los órdenes Rodentia, Chiroptera y Soricomorpha. Las tendencias poblacionales están poco documentadas en la mayoría de los órdenes pero, en general, los mamíferos han visto disminuidas sus poblaciones como resultado de las actividades antrópicas. La información analizada sugiere que a pesar de que el grupo de los mamíferos en México es uno de los más estudiados, continúa ofreciendo interesantes retos teóricos y de manejo.

Palabras clave: mamíferos marinos, mamíferos terrestres, número de especies, talla, hábitat.

**Abstract.** Mammals constitute one of the most conspicuous groups of terrestrial vertebrates showing internal and external characteristics that have allowed them to be successful in virtually all ecosystems worldwide. The objective of this revision is to update the current knowledge of mammals occurring in Mexico. In Mexico mammals constitute a highly diverse group, ranking third worldwide with 564 species, representing close to 10% of the total mammal fauna. The description of mammals in Mexico has been uneven through time; a significant increase occurred from 1700 to 1950. Mammals are distributed nationwide; a total of 77% of species are less than 5 kg, belonging to the Orders Rodentia, Chiroptera and Soricomorpha. Population trends are poorly documented in most species, but it is likely that populations have been negatively affected by human activities. We conclude that despite mammals are a well-studied group compared with other vertebrates, they continue to offer interesting theoretical insights and challenges for their conservation and sustainable use.

Key words: marine mammals, terrestrial mammals, number of species, size, habitat.

### Introducción

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados. Su éxito se debe en gran medida a las altas tasas metabólicas que tienen, a la capacidad de incrementar el metabolismo durante los periodos de actividad y a la habilidad de mantener constante la temperatura del cuerpo a través de complejos mecanismos fisiológicos (Bakker, 1971; LaBarbera, 1987). Los mamíferos evolucionaron de ancestros terápsidos a finales del Triásico (Jenkins, 1970; Luo, 2007) y conforman un grupo importante en el estudio

de la evolución de los vertebrados. En la actualidad, cuentan con cerca de 5 416 especies (Wilson y Reeder, 2005) y han desarrollado una espectacular diversidad de especializaciones, reflejada en un intervalo de biomasa corporal impresionante que va desde el murciélago abejorro (*Craseonycteris thonglongyai*) de 1 gr de peso, hasta la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) con más de 100 toneladas de peso. Asimismo, diversas adaptaciones ecofisiológicas han permitido que habiten los más diversos ecosistemas del mundo. Los objetivos de esta revisión son: dar una visión general del grupo de los mamíferos y realizar una actualización del estado de su conocimiento en el país.

*Descripción morfológica del grupo.* Las características externas principales son: 1) la presencia de una cubierta

de pelo, excepto en los sirénidos, con escaso pelaje y los cetáceos, ausente por su adaptación al medio acuático y 2) la producción de leche en las glándulas mamarias de las hembras (MacDonald, 2001; Grzimek et al., 2003; Villa y Cervantes, 2003). Las características internas más relevantes de los mamíferos son: 1) la capacidad de generar calor internamente, lo que les permite tener una temperatura corporal más o menos constante; 2) corazón de 4 cavidades, característica fisiológica que guarda estrecha relación con la endotermia, ya que conserva separadas la sangre venosa y la arterial; 3) en el cráneo se aprecia una considerable reducción del número de huesos con respecto a los reptiles a pesar de contar con una mayor cavidad encefálica y en el oído, la presencia de los huesecillos martillo y yunque es exclusiva del grupo. La dentición es heterodonta, con dientes especializados en incisivos, caninos, premolares y molares, y 4) en la columna vertebral, se aprecian 5 regiones bien diferenciadas, que son la cervical, dorsal, lumbar, sacra y coxal. Otros caracteres esqueléticos que destacan son la presencia de esternón, el desarrollo de la espina en la escápula y la fusión de los huesos de la pelvis (MacDonald, 2001; Grzimek et al., 2003; Villa y Cervantes, 2003).

*Ciclo de vida.* La mayoría de los mamíferos son vivíparos, salvo los monotremas que son ovíparos, y la fecundación siempre es interna. Todas las hembras experimentan una cierta forma de ciclo estral, en la cual los óvulos deben prepararse y estar listos para una potencial fertilización. Las hormonas regulan cambios en varios aspectos de la fisiología de la hembra a través del ciclo y la preparan para la fertilización, la gestación y la lactancia (Vaughan et al., 1999).

Un componente fundamental de la evolución, del comportamiento y de la historia de vida de los mamíferos es el cuidado parental que las hembras realizan, y en algunos casos los machos, de la progenie, el cual comienza incluso antes de que los óvulos se fertilicen. Una vez que esto ocurre, los embriones se alojan dentro del cuerpo de la madre, que les brinda protección y todo el alimento que necesitan, mientras completan su etapa de desarrollo. Apenas nacen, todas las crías de los mamíferos se alimentan de la leche que produce la madre; esta es una característica exclusiva (Martin et al., 2001).

Durante el desarrollo embrionario se pueden diferenciar 3 grupos importantes de mamíferos. Los monotremas -Prototheria- ponen huevos, que es la condición reproductiva más primitiva de los mamíferos (Feldhamer, 2003; Grzimek et al., 2003). En los marsupiales -Metatheria- los embriones nacen en una fase muy precoz de desarrollo, después de un periodo muy corto de la gestación (8 a 43 días); posteriormente, se alojan en el marsupio, donde permanecen unidos a los pezones hasta

completar su desarrollo y los periodos de lactancia son proporcionalmente muy superiores a los de los placentarios (Young, 1977). En los mamíferos placentarios -Eutheria- la gestación dura mucho más. Durante este periodo, los embriones están vinculados a la hembra a través de una placenta (Feldhamer, 2003; Grzimek et al., 2003).

*Tamaño corporal.* La talla en los organismos es el resultado de diferentes presiones de selección, tanto de índole fisiológico como ecológico (Brown et al., 1993; Blanckenhorn, 2000; Terribile et al., 2009). Existen 2 limitantes ecológicas que han mantenido la frecuencia de distribución del tamaño corporal sesgada a especies pequeñas; éstas tienen una mayor capacidad de transformar los recursos alimenticios en energía y esta energía puede ser eficientemente invertida en esfuerzo reproductivo (Lindstedt y Boyce, 1985; Brown et al., 1993). Una excepción a este patrón se da en las islas, donde los mamíferos considerados de tamaño corporal pequeño pueden presentar una tendencia a tamaños corporales mayores (“gigantismo”) y aquellos de tamaño corporal grande, presentan tendencias a tamaños corporales menores (“enanismo”) (Lomolino, 1985; Adler y Levins, 1994). Los mamíferos en México no son la excepción; de las 564 especies registradas en este trabajo terrestres y marinas, el 77% son especies menores a 5 kg, peso límite que se ha asignado arbitrariamente para delimitar tamaños corporales “pequeños” de “medianos y/o grandes”, con base en la fisiología de cada una de las especies (Merritt, 2010). En el caso de los mamíferos marinos, la variación es de casi 2 órdenes de magnitud y va de los 25 kg de *Phocoena sinus* a las 160 toneladas de *Balaenoptera musculus*. En los mamíferos terrestres, la variación es parecida a las especies marinas y el peso puede ir desde los 4 g del murciélago *Balantiopteryx io*, hasta los casi 300 kg de *Tapirus bairdii* (Ceballos y Oliva, 2005).

*Distribución y hábitat.* Los patrones de distribución de los mamíferos son, generalmente, resultado de un proceso macroevolutivo en el que el tamaño corporal juega un papel importante, dando una relación especie-específica, en la que los procesos energéticos son determinantes (Clauset y Erwin, 2008). En México, los mamíferos se distribuyen en prácticamente todos los ecosistemas, incluyendo ambientes marinos, terrestres y lacustres. La ecorregión con mayor número de especies es la denominada “Sierras Templadas”, en tanto las ecorregiones “California Mediterránea” y “Grandes Planicies”, son las que menos especies de mamíferos presentan (Cuadro 1).

## Diversidad

México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos y Oliva,

**Cuadro 1.** Numero de órdenes y especies por ecorregiones de México

<i>Región biogeográfica</i>	<i>Órdenes</i>	<i>Especies</i>
California Mediterránea	7	79
Desiertos de América del Norte	9	143
Elevaciones Semiáridas Meridionales	11	171
Grandes Planicies	10	80
Selvas Cálido-Húmedas	11	177
Selvas Cálido-Secas	10	214
Sierras Templadas	11	236

2005). Ramírez-Pulido et al. (2005) reportaron 475 especies de mamíferos terrestres, en tanto Wilson y Reeder (2005) documentaron la presencia de 489 terrestres; con las 41 especies marinas reportadas, México suma un total de 530 especies de mamíferos, aunque Ceballos y Oliva (2005) reportaron un total de 525 especies. El número de especies reportadas de mamíferos varía según el autor y año de publicación, ésto se debe en gran medida a la desaparición de sinonimias y a la descripción de nuevas especies, *v.gr.* *Natalus lanatus* (Tejedor, 2005; Reeder et al., 2007). Aquí, consideramos y cotejamos la información de diversos autores (Torres et al., 1999; Ramírez-Pulido et al., 2005; Ceballos y Oliva, 2005; Wilson y Reeder, 2005), documentando un total de 564 especies de mamíferos silvestres en México (Cuadro 2), lo que representa aproximadamente el 13% de la diversidad mundial. Sólo Brasil con 648 especies e Indonesia con 670 especies superan en número de especies a México que ocupa el segundo lugar en especies endémicas con 157, sólo superado por Indonesia (Arita, 1997; Arita y Ceballos, 1997; Ceballos y Simonetti, 2002; Ceballos y Oliva, 2005). El estado con el mayor número de especies es Oaxaca (199 spp.) y el que menos tiene es Tlaxcala con 28 especies. Los órdenes más representados son Rodentia y Chiroptera (Arita, 1998; Arita, 1999; Jiménez-Guzmán et al., 1999; Ramírez-Pulido, 1999; Arita, 2001; Ceballos, 2002; Ceballos y Oliva, 2005; Ramírez-Pulido et al., 2005).

Recientemente, se ha incrementado de manera importante el conocimiento sobre la distribución de las especies en regiones que históricamente no habían sido inventariadas. Por ejemplo, el estado de Guanajuato, que a mediados de la década pasada tenía una riqueza documentada de sólo 65 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005), ha incrementado a 118 especies, con inventarios de fauna reciente y revisión detallada de ejemplares de colecciones científicas (Charre-Medellín et al., 2011; Magaña-Cota et al., 2010; Sánchez et al., en

**Cuadro 2.** Número de especies, géneros y familias incluidas en los 14 órdenes reconocidos actualmente para México, de acuerdo con Ceballos y Oliva (2005), Torres et al. (1995), actualizado con Wilson y Reader (2005)

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>	<i>Especies</i>	<i>Especies endémicas</i>
Artiodactyla	4	8	11	0
Carnivora	8	27	41	3
Cetacea	7	25	41	1
Chiroptera	7	65	144	15
Cingulata	1	2	2	0
Didelphimorphia	1	7	8	1
Erinaceomorpha	1	2	3	3
Lagomorpha	1	4	20	7
Perissodactyla	1	1	1	0
Pilosa	2	2	2	0
Primates	1	2	3	0
Rodentia	9	50	254	112
Sirenia	1	1	1	0
Soricomorpha	1	4	33	20
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>200</b>	<b>564</b>	<b>162</b>

prensa). Otro caso interesante es el del D. F., en donde se registraron 63 especies (Ceballos y Oliva, 2005) y actualmente, no obstante la reducida área que ocupa (1 479 km<sup>2</sup>), cuenta con una riqueza de 87 especies de mamíferos (Guevara et al., en prensa; Hortelano-Moncada y Cervantes, 2011; Cuadro 3).

*Endemismos.* El endemismo de los mamíferos en México es elevado; de las 564 especies documentadas en este trabajo, 157 (28%) son endémicas, siendo el grupo de los roedores el que mayor número presenta (112 especies), seguido por los soricomorfos (20 especies) y los quirópteros (15 especies) (Ceballos y Oliva, 2005; Cuadro 2). Del total de endemismos, casi el 75% de especies se encuentra en los bosques templados de la Faja Transvolcánica Mexicana, el noroeste de Oaxaca y en las selvas del occidente central; en tanto, el resto de endemismos se distribuye principalmente en las islas del golfo de California y en menor medida en otras regiones del país (Ceballos y Oliva, 2005).

*Predicciones de nuevas especies.* Se ha demostrado recientemente que la idea de que se conocen cerca del total de las especies de mamíferos en el mundo es incorrecta (Ceballos y Ehrlich, 2009). Algunos estudios estiman que podrían existir entre 1 000 y 2 000 especies de mamíferos aún por descubrir durante el presente siglo (Reeder et al., 2007; Ceballos y Ehrlich, 2009). De esta manera, en México no sería improbable que se documenten aún

**Cuadro 3.** Riqueza de los mamíferos de México por estado (modificado de Llorente y Ocegueda, 2008), con información de Guevara et al. (en prensa), Charre-Medellín et al. (2011), Magaña-Cota et al. (2010), Núñez-Garduño (2005), Sánchez et al. (en prensa), Castillo et al. (2010), Retana et al. (2010), Contreras-MacBeath et al. (2006), Martínez et al. (2011), Morales-Vela et al. (2011), Escobedo (2011), Hernández-Betancourt et al. (2010) y Antochiw-Alonso (2010)

Estado	Terrestres	Voladores	Marinos	Total
Aguascalientes	57	22	0	79
Baja California	67	18	28	113
Baja California Sur	45	19	32	96
Campeche	55	50	14	119
Chiapas	85	81	5	171
Chihuahua	95	34	0	129
Coahuila	80	27	0	107
Colima	40	46	11	97
Distrito Federal	57	30	0	87
Durango	81	39	0	120
Guanajuato	88	30	0	118
Guerrero	63	52	9	124
Hidalgo	59	38	0	97
Jalisco	93	70	14	177
México	55	27	0	82
Michoacán	85	75	6	166
Morelos	54	47	0	101
Nayarit	54	43	18	115
Nuevo León	63	28	0	91
Oaxaca	108	83	8	199
Puebla	95	66	0	161
Querétaro	36	31	0	67
Quintana Roo	64	50	15	129
San Luis Potosí	93	47	0	140
Sinaloa	58	47	11	116
Sonora	88	40	12	140
Tabasco	38	41	9	88
Tamaulipas	85	54	5	144
Tlaxcala	21	7	0	28
Veracruz	93	77	8	178
Yucatán	53	37	29	119
Zacatecas	75	40	0	115

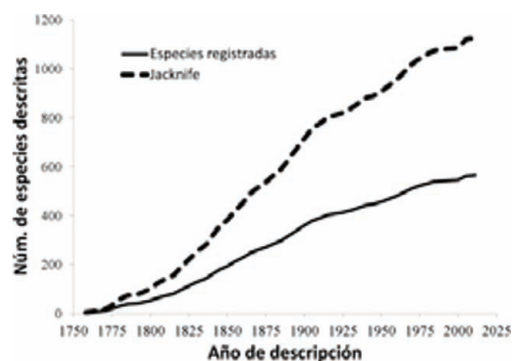
descripciones de especies nuevas; esto dependerá, en gran medida, del grado de conocimiento que se acumule en torno a la variación intraespecífica e interespecífica, como

resultado de más colectas y el análisis escrupuloso de ejemplares depositados en colecciones biológicas.

La curva de acumulación de descripción de las especies de mamíferos que habitan en México (Fig. 1), tomando en cuenta las 564 hasta ahora descritas, no muestra el comportamiento logarítmico típico que es común en aquellas comunidades o taxones que han sido exhaustivamente muestreados (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Shen et al., 2003; Uglund, 2003). Se observa que entre 1750 y 1930 la pendiente es elevada, es decir, en estos años fueron descritas la mayoría de las especies presentes en México (ca. 500). A partir de 1930, la pendiente disminuye, al igual que el intervalo de tiempo entre descripciones. Sin embargo, aún no se distingue una asíntota bien definida. Aunado a esto, el empleo de un estimador no paramétrico de la diversidad (Jackknife 1) muestra que, basados en la tasa de descripción de especies, al menos se puede duplicar el número de especies descritas para México (Fig. 1).

*Tendencias poblacionales en los mamíferos mexicanos.* De acuerdo con la Nom-059-Semarnat-2010, existen 10 especies de roedores y 4 de murciélagos que están en peligro de extinción. De éstas, 9 son endémicas del país y a 4 sólo se les encuentra en islas, como los roedores *Dipodomys gravipes*, *Neotoma martinensis*, *Peromyscus guardia* y el murciélago *Myotis vivesi* (Ceballos y Oliva, 2005). Todas estas especies están en peligro de extinción por causas antropogénicas, en especial, por la introducción de fauna exótica como ratas y gatos (Mellink et al., 2002; Vazquez-Domínguez et al., 2004; Floy et al., 2005).

La escasez de ejemplares de topos y musarañas (Erinaceomorpha y Soricomorpha) en colecciones biológicas podría reflejar erróneamente una baja abundancia de sus poblaciones, pero es probable que esto se deba a la dificultad que implica su captura y como consecuencia, el bajo rendimiento durante el muestreo (Ramírez-Pulido



**Figura 1.** Curva de acumulación de especies que describe la tendencia temporal en la descripción de especies de mamíferos silvestres de México.

et al., 2005). Los topos registrados en México tienen una distribución marginal y sus poblaciones son más comunes en los EUA. De *Scalopus aquaticus*, se conoce que sus poblaciones son extremadamente raras o incluso extintas en Texas y México (Matson et al., 2011). Por otro lado, dentro de la familia de las musarañas (Soricidae), las especies *Cryptotis parva*, *C. mexicana*, *Sorex saussurei* y *S. oreopolus* (Carraway, 2007), son comúnmente recolectadas en trampas para roedores. Sin embargo, también existen especies que sólo se conocen de unos cuantos individuos recolectados en México, como *Cryptotis goodwini* y *C. griseoventris* o en casos extremos, está *C. nelsoni* y *S. stizodon*, que sólo se conocen de la localidad tipo y la tendencia de sus poblaciones es desconocida.

Las liebres y conejos (Lagomorpha) son abundantes en México; sin embargo, la cacería furtiva y la destrucción del hábitat han disminuido considerablemente muchas poblaciones de especies como *Lepus callotis*, *L. flavigularis* y *Romerolagus diazi* (Amcela et al., 2011) o incluso ubicándolas en riesgo de extinción, como el conejo de Omiltemi *Sylvilagus insonus* (Cervantes et al., 2004). Por otro lado, están especies comunes en recuperación o con uso cinegético como *Lepus californicus*, *Sylvilagus cunicularius*, *S. floridanus* y *S. brasiliensis*. En el caso de los llamados hormigueros (Pilosa), ninguna de las 2 especies *Cyclopes didactylus* y *Tamandua mexicana* están consideradas en riesgo en la Nom-059-Semarnat-2010 y *T. mexicana* es considerada una especie de amplia distribución. Asimismo, los armadillos (Cingulata) no están considerados en riesgo y *Dasyopus novemcinctus*, es una especie común de amplia distribución (Ceballos y Navarro, 1991; Semarnat, 2010).

El orden Didelphimorphia está representado en México por 7 especies, de las cuales 3 se encuentran en alguna categoría de riesgo (*Caluromys derbianus*, *Chironectes minimus*, *Metachirus nudicaudus*), las especies restantes son comunes y de amplia distribución. Los didélfidos, en general son comunes y de amplia distribución; sin embargo, 3 especies, *Chironectes minimus*, *Caluromys derbianus* y *Metachirus nudicaudus*, están consideradas como en peligro de extinción (Semarnat, 2010).

De 39 especies de carnívoros, 17 se encuentran en Nom-059-Semarnat-2010, 7 de ellos en la categoría en peligro de extinción, 2 ya extintas en vida silvestre en México (*Canis lupus* y *Ursus arctos*) y 1 extinta (*Monachus tropicalis*). Con lo que respecta al orden Artiodactyla, 4 de las 9 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (Semarnat, 2010). Uno de los mamíferos terrestres más grandes presentes en México es *Tapirus bairdii* (Perissodactyla) que está considerado como en peligro de extinción (Semarnat, 2010) y sus poblaciones están

restringidas a ciertos estados del sureste del país, siendo su amenaza principal la pérdida de hábitat (Naranjo, 2010).

En México, hay 3 especies de monos (Primates) *Alouatta pigra*, *Alouatta palliata* y *Ateles geoffroyi*, y las 3 están consideradas en peligro de extinción (Semarnat, 2010); sus principales poblaciones se encuentran distribuidas en las selvas del sureste del país y la península de Yucatán (Estrada et al., 2004; Pozo-Montuy et al., 2008). Finalmente, los mamíferos marinos muestran patrones poblacionales variables. Por ejemplo, 37 especies están catalogadas en alguna categoría de riesgo, en tanto que 2 especies *Phocoena sinus* y *Balaenoptera acutorostrata*, están catalogadas como en peligro de extinción (Semarnat, 2010). El caso de esta última es particular, ya que en su distribución más norteña es una especie común y con poblacionales grandes (Waring et al., 2000).

Es probable que la lista de especies bajo algún grado de amenaza se incremente, ya que existe la posibilidad de que algunas especies crípticas aún no se hayan descrito, o bien, el conocimiento de su biología sea muy escaso. En este sentido, la determinación del límite entre especies es una línea de investigación preponderante (Wiens y Servedio, 2000; Rödder et al., 2011; Zapata y Jiménez, 2012). La diagnosis de las especies, sólo con morfología y sin el entendimiento de la geografía o la información del hábitat, es problemática debido a que entre muchos mamíferos existe un patrón de similitud morfológica entre especies filogenéticamente cercanas, en donde la distinción a menudo sólo se da en el tamaño (Baker y Bradley, 2006). Con el desarrollo de esta área, diversos grupos taxonómicos verán modificados el número de especies, principalmente aquellos que han recibido poca atención de taxónomos, como algunos grupos morfológicamente homogéneos de roedores, murciélagos y musarañas (Baker y Bradley, 2006).

De esta manera, el descubrimiento de especies nuevas dependerá de al menos 2 componentes. En primer lugar, el descubrimiento de especies morfológicamente conspicuas encontradas en áreas pobremente muestreadas (Patterson, 2002; Ceballos y Ehrlich, 2009), en donde la recolecta científica, ordenada y responsable (Sikes et al., 2011) será el principal promotor de esta información. Aún existen regiones y hábitats que han sido poco explorados en nuestro país y que no han sido muestreados en la búsqueda específica de algunos grupos taxonómicos, como son los roedores arborícolas, los topos y las musarañas, por citar algunos ejemplos. Además, las técnicas de muestro modernas, como el uso de fototampas enriquecen la exploración a largo plazo y bajo costo. Esta técnica ha sido capaz de detectar individuos que posteriormente fueron identificados como especies nuevas para la ciencia (Rovero et al., 2008).

Para el diseño de futuras expediciones en busca de mamíferos, las técnicas basadas en la interpretación del nicho ecológico de las especies, proyectados como su distribución potencial, proveen una herramienta esencial que permite optimizar recursos, esfuerzo y tiempo (Raxworthy et al., 2003; Menon et al., 2010). La importancia de continuar la recolecta científica en México resalta ante el reciente redescubrimiento de especies que se creía estaban extintas (Arroyo-Cabrales et al., 2005; Cervantes y Guevara, 2010; Álvarez-Castañeda et al., 2010), evitando el riesgo de restar especies.

En segundo lugar, está el descubrimiento de especies como resultado del análisis con nuevas técnicas como las moleculares (Hey y Pihno, 2011), que deben complementarse con criterios basados en características morfológicas (Wiens y Servedio, 2000), morfométricas (Zapata y Jiménez, 2012) y ecológicas (Rödder et al., 2011).

Otro reto teórico importante en el análisis del grupo de los mamíferos, se refiere al estudio de aquellas especies de amplia distribución y los complejos de especies que son un buen modelo para poner a prueba el límite entre las mismas, como los roedores *Peromyscus maniculatus*, *P. leucopus* y *Reithrodontomys fulvescens*, las musarañas *Sorex saussurei* y *Notiosorex crawfordi* o el conejo del desierto *Sylvilagus audobonii*. Incluso las especies de talla mayor, también ofrecen retos al respecto, como ha sido demostrado recientemente con la debatida descripción de un nuevo pecarí en Brasil (van Roosmalen et al., 2007; Gongora et al., 2011). Estos estudios son cada vez más comunes en México, facilitando la actualización taxonómica (Cervantes et al., 2010; Kerhoulas y Arbogast, 2010; Ávila-Valle et al., 2011), la descripción de nuevas especies (Baker et al., 2003; González-Ruiz et al., 2011) y dictando la decisión de elevar a la categoría de especie aquellas consideradas previamente subespecies (Ceballos y Ehrlich, 2009).

Es necesario dirigir esfuerzos de conservación del grupo en general, aunque algunas especies están en estado crítico, como *Tylomys bullaris* o *Sorex sclateri*, propuestas por la iniciativa EDGE (Evolutionarily Distinct and Globally Endangered), la cual establece prioridades de conservación basado en la diversidad filogenética (Issac et al., 2011). Independientemente de los criterios que se propongan en la clasificación de especies amenazadas, es indispensable realizar actividades de manejo, uso y conservación de este grupo de vertebrados, reto cada vez más creciente para los mastozoólogos de este país.

#### Literatura citada

Álvarez-Castañeda, S., A. Gutiérrez y M. de la Paz. 2010. Rediscovery of the *Neotoma* population on Datil (Turner

- Island, Sonora, México. *Western North American Naturalist* 70:437-440.
- Amcela (Asociación mexicana para la conservación y estudio de los lagomorfos, A. C.), M. F. J. Romero y C. H. Rangel. 2008. *Sylvilagus insonus*. In IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. www.iucnredlist.org; última consulta: 14.V.2012.
- Antochiw-Alonso, D. 2010. Mamíferos acuáticos. In Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, R. Durán y M. Méndez (eds.). CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. p. 279-285.
- Arita, H. T. 1998. Escalas y la diversidad de mamíferos de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-Conabio proyecto No. P075. México D. F.
- Arita, H. T. 2001. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Bases de datos SNIB2010-Conabio proyecto No. Q068. México, D. F.
- Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.
- Baker, R. y R. Bradley. 2006. Speciation in mammals and the genetic species concept. *Journal of Mammalogy* 87:643-662.
- Baker, R., M. O'Neill y R. McAilley. 2003. A new species of desert shrew, *Notiosorex*, based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 222:1-12.
- Bakker, R. T. 1971. Dinosaur physiology and the origin of mammals. *Evolution* 25:636-658.
- Blanckenhorn, W. U. 2000. The evolution of body size: what keeps organisms small? *The Quarterly Review of Biology* 75:385-407.
- Brown, J. H., P. A. Marquet y M. L. Taper. 1993. Evolution of body size: consequences of an energetic definition of fitness. *The American Naturalist* 142:573-584.
- Carraway, L. 2007. Shrews (Eulypotyphla: Soricidae) of Mexico. *Monographs of the Western North American Naturalist* 3:1-91.
- Castillo, G. E., J. A. Vargas, G. Rivas y D. Antochiw. 2010. Mamíferos acuáticos. In La biodiversidad en Campeche: estudio de estado, G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza-Vega (coords.). Conabio, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. p. 372-277.
- Ceballos, G. 2002. Actualización de la base de datos del Atlas Mastozoológico de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Bases de datos SNIB 2010-Conabio proyectos No. T009 y A003. México, D. F.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. In *Topics in Latin American mammalogy: history, biodiversity and education*, M. A. Mares y D. J. Schmidly (eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma. p. 167-198.
- Ceballos, G. y G. Oliva (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres

- de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.
- Ceballos, G. y P. R. Ehrlich. 2009. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:3841-3846.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín e Y. Domínguez-Castellanos 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:21-71.
- Ceballos, G. y J. A. Simonetti. 2002. Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. Conabio/Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 582 p.
- Cervantes, F. y L. Guevara. 2010. Rediscovery of the critically endangered Nelson's small-eared shrew (*Cryptotis nelsoni*), endemic to Volcán San Martín, eastern Mexico. *Mammalian Biology* 75:451-454.
- Cervantes, F., C. Lorenzo y F. X. González-Cózatl. 2004. The Omiltemi rabbit (*Sylvilagus insonus*) is not extinct. *Mammalian Biology* 69:61-64.
- Cervantes, F., J. Arcangeli, Y. Hortelano y A. Borisenko. 2010. DNA barcodes effectively identify the morphologically similar Common Opossum (*Didelphis marsupialis*) and Virginia Opossum (*Didelphis virginiana*) from areas of sympatry in Mexico. *Mitochondrial DNA* 21:44-5.
- Charre-Medellín, J. F., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, M. Álvarez-Jara y F. Botello. 2012. Noteworthy record of Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in the State of Guanajuato, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 57:117-118.
- Clauset, A. y D. H. Erwin. 2008. The evolution and distribution of species body size. *Science* 321:399-401.
- Contreras-MacBeath, T., J. R. Bonilla-Barbosa, J. C. Boyás, G. Bustos-Zagal, J. M. Caspeta, R. Castro, M. A. Lozano, J. I. Martínez-Thomas, H. Mejía-Mojica, A. L. Ortiz-Villaseñor, D. Portugal-Portugal, R. Trejo-Albarrán, A. Trejo-Loyo y F. Urbina-Torres. 2006. Biodiversidad. *In* La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado, T. J. Contreras-MacBeath, J. C. Boyás y F. Jaramillo-Monroy (eds.). Conabio/Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, D. F. p. 31-58.
- De la Riva-Hernández, G. 2008. Biodiversidad *In* La biodiversidad en Aguascalientes: estudio de estado, V. H. Ávila, E. D. Melgarejo y A. Cruz (eds.). Conabio, Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes. México, D. F. p. 161-171.
- Escobedo, E. 2011. Mamíferos terrestres. *In* Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2, C. Cabrera-Pozo (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Conabio, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D. F. p. 362-370.
- Estrada, A., L. Luecke, S. Van Belle, E. Barrueta y M. Rosales-Meda. 2004. Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilan, Mexico and Tikal, Guatemala. *Primates* 45:33-39.
- Feldhamer, G. 2003. *Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology*. McGraw-Hill, San Francisco. 643 p.
- Floyd, H. C., J. J. Flores-Martínez, L. G. Herrera, O. Mejía y B. May. 2010. Conserving the endangered Mexican fishing bat (*Myotis vivesi*): genetic variation indicates extensive gene flow among islands in the Gulf of California. *Conservation Genetics* 11:813-822.
- Gongora, J, C. Biondo, J. D. Cooper, A. Taber, A. Keuroghlian, M. Altrichter, F. Ferreira do Nascimento, A. Y. Chong, C. Y. Miyaki, R. Bodmer, P. Mayor y S. González. 2011. Revisiting the species status of *Pecari maximus* van Roosmalen et al. (2007) (Mammalia) from the Brazilian Amazon. *Bonn Zoological Bulletin* 60:95-101.
- González-Ruiz, N., J. Ramírez-Pulido y J. Arroyo-Cabrales. 2011. A new species of mastiff bat (Chiroptera: Molossidae: Molossus) from Mexico. *Mammalian Biology*. Doi:10.1016/j.mambio.2010.06.004.
- Grzimek, B., N. Schlager y D. Olenndorf. 2003. Grzimek's animal life encyclopedia. Thomson Gale. Detroit. 524 p.
- Guevara, L., F. Botello y M. Aranda (en prensa). Mamíferos. *In* La biodiversidad en el Distrito Federal: estudio de estado. Conabio.
- Hernández-Betancourt, S. F., J. Cimé-Pool, J. Sosa-Escalante, J. Pech-Canché, J. Chablé-Santos. 2010. Mamíferos terrestres. *In* Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, R. Durán y M. Méndez (eds.). CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. p. 286-271.
- Hey, J. y C. Pihno. 2011. Population genetics and objectivity in species diagnosis. *Evolution*. doi:10.1111/j.1558-5646.2011.01542.
- Hortelano-Moncada, Y. y F. A. Cervantes. 2011. Diversity of wild mammals in a megalopolis: Mexico City, Mexico, changing diversity. *In* Changing environment, O. Grillo y G. Venora (eds.). InTech, disponible en: <http://www.intechopen.com/books/changing-diversity-in-changing-environment/diversity-of-wild-mammals-in-a-megalopolis-mexico-city-mexico>; última consulta: 5.I.2013.
- Isaac, N. J. B., S. T. Turvey, B. Collen, C. Waterman y J. E. M. Baillie. 2007. Mammals on the EDGE: conservation priorities based on threat and phylogeny. *PLoS ONE* 2: e296. doi:10.1371/journal.pone.0000296.
- Jenkins, F. A. 1970. Cynodont post-cranial anatomy and the "prototherian" level of mammalian organization. *Evolution* 24:230-252.
- Jiménez-Guzmán, A., M. A. Zúñiga-Ramos y J. A. Niño-Ramírez. 1999. Mamíferos de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León. 178 p.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Kerhoulas, N. J. y B. S. Arbogast. 2010. Molecular systematics and Pleistocene biogeography of Mesoamerican flying squirrels. *Journal of Mammalogy* 91:654-667.
- LaBarbera, M. 1989. Body size as a factor in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:97-117.
- Lindstedt, S. L. y M. S. Boyce. 1985. Seasonality, fasting

- endurance and body size in mammals. *The American Naturalist* 125:873-878.
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. *In* Capital natural de México, vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. p. 283-322.
- Lomolino, M. V. 1985. Body size of mammals on islands: the island rule reexamined. *The American Naturalist* 125:310-316.
- Luo, Z. X. 2007. Transformation and diversification in early mammal evolution. *Nature* 450:1011-1019.
- Macdonald, D. y S. Norris 2001. *The new encyclopedia of mammals*. Oxford University Press, New York. 961 p.
- Magaña-Cota, G. E., J. F. Charre-Medellín, R. Hernández, J. Iglesias, B. Chávez-Galván, R. Bolaños, R. Ceccaira-Rico, V. Sánchez-Cordero y F. Botello. 2010. Primeros registros del murciélago vampiro de pata peluda (*Diphylla ecaudata*) para el estado de Guanajuato, México. *Therya* 1:213-220.
- Martin, E. R., R. H. Pine y A. F. DeBlase. 2001. *A manual of mammalogy: with keys to families of the world*. Mc Graw Hill, Nueva York. 352 p.
- Martínez-Vázquez, J., R. M. González-Monroy, M. C. López-Téllez y A. G. Colodner-Chamudis. 2011. Mamíferos. *In* La biodiversidad en Puebla: estudio de estado, A. Handal-Silva, B. Cantú-Montemayor, O. Villarreal-Espino, P. Antonio-López, L. López-Reyes, A. Cruz-Angón y F. Camacho-Rico (eds.). Conabio, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México D. F. p. 163-169.
- Matson, J., N. Woodman, I. Castro-Arellano y P. C. de Grammont. 2011. *Scalopus aquaticus*. *In* IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. www.iucnredlist.org; última consulta: 14.V.2012.
- Menon, S, B. I. Choudhury, M. L. Khan y A. T. Peterson. 2010. Ecological niche modelling and local knowledge predict new populations of *Gymnocladus assamicus* a critically endangered tree species. *Endangered Species Research* 11:175-181.
- Merritt, J. F. 2010. *The biology of small mammals*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 313 p.
- Morales-Vela, B., J. A. Padilla-Saldívar, D. Madeleine y A. Antochiw. 2011. Mamíferos Marinos. *In* Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, tomo 2. C. Cabrera-Pozo (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Conabio, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D. F. p. 233-241.
- Naranjo, E. 2009. Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:140-158.
- Núñez-Garduño A. 2005. Mamíferos. *In* La biodiversidad de Michoacán: estudio de estado, G. Villaseñor (ed.). Conabio, Secretaría de urbanismo y medio ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México D.F. p. 104-105.
- Patterson, B. 2002. On the continuing need for scientific collecting of mammals. *Mastozoología Neotropical* 9:253-262.
- Pozo-Montuy, G., J. C. Serio-Silva, Y. M. Bonilla-Sánchez, N. Bynum y R. Landgrave. 2008. Current status of the habitat and population of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Balancán, Tabasco, Mexico. *American Journal of Primatology* 70:1169-1176.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castillo-Morales, A. Salame-Méndez, A. Castro-Campillo y N. González-Ruiz. 2005. Variación y distribución de *Sorex* (Mammalia: Soricomorpha) del centro de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 3º Época 2:189-189.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21:21-82.
- Raxworthy, C., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R. A. Nussbaum, G. E. Schneider, M. A. Ortega-Huerta y A. T. Peterson. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426:837-841.
- Reeder, D. M., K. M. Helgen y D. E. Wilson. 2007. Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 269:1-36.
- Reeder, D. M., K. M. Helgen y D. E. Wilson. 2007. Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 269:1-36.
- Retana, O., M. Weber y D. Guzmán. 2010. Mamíferos terrestres. *In* La biodiversidad en Campeche: estudio de estado, G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza-Vega (coords.). Conabio, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México D. F. p. 372-277.
- Rödger, D., S. Schmidlein, S. Schick y S. Lötters. 2011. Climate envelope models in systematics and evolutionary research: theory and practice. *In* Climate change, ecology and systematics, T. R. Hodkinson, M. B. Jones, R. S. Warlen y J. A. N. Parnell (eds.). Cambridge University Press, New York. 544 p.
- Rovero, F., G. B. Rathbun, A. Perkin, T. Jones, D. O. Ribble, C. Leonard, R. R. Mwakisoma y N. Doggart. 2008. A new species of giant sengi or elephant-shrew (genus *Rhynchocyon*) highlights the exceptional biodiversity of the Udzungwa Mountains of Tanzania. *Journal of Zoology* 274:126-133.
- Sánchez, O., C. Elizalde-Arellano, J. C. López-Vidal, G. Magaña-Cota, G. Téllez-Girón, F. Botello y V. Sánchez-Cordero. En prensa. Mamíferos silvestres de Guanajuato: estado de su conocimiento. *In* La biodiversidad en Guanajuato: estudio de estado. Instituto de Ecología del Estado, Universidad de Guanajuato, Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN-Irapuato, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Instituto de Ecología A.C., Conabio. México D. F. p 14-87.
- Semarnat, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Shen, T. J., A. Chao y C. F. Lin. 2003. Predicting the number



- of new species in further taxonomic sampling. *Ecology* 84:798-804.
- Sikes, R. S. y W. L. Gannon. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92:235-253.
- Tejedor, A. 2005. A new species of funnel-eared bat (Natalidae: *Natalus*) from Mexico. *Journal of Mammalogy* 86:1109-1120.
- Terribile, L. C., M. A. Olalla-Tárraga, J. A. F. Diniz-Filho y M. A. Rodríguez. 2009. Ecological and evolutionary components of body size: geographic variation of venomous snakes at the global scale. *Biological Journal of the Linnean Society* 98:94-109.
- Torres, A., C. Esquivel y G. Ceballos. 1999. Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1:22-43.
- Ugland, K. I., S. J. Gray y K. E. Ellingsen. 2003. The species accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology* 72:888-897.
- Van Roosmalen, M. G. M., L. Frenz, P. Van Hooft, H. H. De Iongh y H. Leirs. 2007. A new species of living peccary (Mammalia: Tayassuidae) from the Brazilian Amazon. *Bonner Zoologische Beiträge* 55:105-112.
- Vaughan, T., J. Ryan y N. Czaplewski, 1999. *Mammalogy*. Saunders College Publishing, Philadelphia. 724 p.
- Villa, R. y F. Cervantes. 2003. *Los Mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamérica. México D. F. 140 p.
- Waring, G. T., J. M. Quintal y S. L. Swartz. 2000. U.S. Atlantic and Gulf of Mexico marine mammal stock assessments-2000. NOAA, Technical Memorandum NMFS-NE-162. 301 p.
- Wiens, J. y M. R. Servedio. 2000. Species delimitation in systematics: inferring diagnostic differences between species. *Proceedings of the Royal Society of London B* 267:631-636.
- Wilson, D. y M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference, tercera edición*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2000 p.
- Zapata, F. e I. Jiménez. 2012. Species delimitation: inferring gaps in morphology across geography. *Systematic Biology* 61:179-194.