

Los mamíferos de México en las colecciones científicas de Norteamérica

Consuelo Lorenzo^{1*}, **Sergio Ticul Álvarez-Castañeda², Elizabeth Arellano³, Joaquín Arroyo-Cabrales⁴, Jorge Bolaños¹, Miguel Briones-Salas⁵, Fernando A. Cervantes⁶, Juan Chablé-Santos⁷, Leonardo Corral⁸, Malinalli Cortés⁵, Patricia Cortés-Calva², Mayra de la Paz-Cuevas², Cynthia Elizalde-Arellano⁹, Enrique Escobedo-Cabrera¹⁰, Eduardo Espinoza¹¹, Erendira Estrella⁷, Juan Pablo Gallo-Reynoso¹², Diego F. García-Mendoza¹³, Héctor A. Garza-Torres⁸, Alvar González Christen¹⁴, Francisco X. González-Cózatl³, Rosa M. González-Monroy¹⁵, Noé González-Ruiz¹⁶, Daniela Guzmán¹⁷, Ana Fabiola Guzmán⁴, Silvia F. Hernández-Betancourt⁷, Yolanda Hortelano-Moncada⁶, Luis Ignacio Iñiguez¹⁸, Arturo Jiménez-Guzmán¹⁹, Yamil N. Kantum¹⁷, Livia León-Paniagua²⁰, Celia López-González¹³, Juan Homero López-Soto¹⁹, Juan Carlos López-Vidal⁹, Natalia Martín⁵, Jesús Martínez-Vázquez¹⁵, Sol Mayo A. Mejenes-López²¹, Benjamín Morales-Vela¹⁰, Raúl Muñiz-Martínez¹³, José Antonio Niño-Ramírez¹⁹, Arturo Núñez-Garduño²², Carmen Pozo¹⁰, José Ramírez-Pulido¹⁶, Oscar G. Retana¹⁷, Irma Ruan¹⁸, Celia I. Selem⁷, Julieta Vargas⁶ y Miguel Ángel Zúñiga-Ramos¹⁹

Abstract

Updated information on the geographic and taxonomic representativeness of mammal specimens deposited in 28 Mexican mammal collections, the *Mammal Networked Information System* (MaNIS), and the Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) data bases were compiled in order to analyze and compare the overall current status of the specimens of Mexican mammals deposited in collections in North America. A total of 421,466 specimens deposited in 120 collections were documented, of which 233,116 were deposited in collections in the United States of America and Canada, and 188,350 in collections in Mexico. The collections with the greatest number of specimens from Mexico are the Colección Nacional de Mamíferos (CNMA 46,000), the University of Kansas (KU 44,301), and the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB 43,985). In Mexican collections, the states of northern Mexico are improperly represented in number of specimens (< 3,000), whereas in foreign collections, the states of central Mexico are poorly represented. The Mexican states better represented by number of specimens (> 10,000) are Baja California Sur, Chiapas, Oaxaca, Puebla and Veracruz. The orders better represented in terms of number of specimens are Rodentia and Chiroptera (234,978 and 120,956, respectively). The Mexican states with the smallest area have the greatest density of specimens collected (specimens/km²), such as Distrito Federal (3.2), Tlaxcala (1.4), Colima (1.06), and Morelos (0.9). The aim of this analysis is to provide a baseline to establish appropriate strategies to complete the

national inventory of Mexican mammals and to ensure that this natural heritage is fully represented within Mexican collections.

Key words: biodiversity, collections, conservation, geographic representation, Mammal data base, taxonomic representation.

Resumen

La información actualizada sobre la representatividad geográfica y taxonómica de los ejemplares depositados en 28 colecciones mastozoológicas mexicanas y la disponible en las bases de datos *Mammal Networked Information System* (MaNIS), y de la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) se recopiló con el fin de analizar y comparar el estado actual de los ejemplares de mamíferos mexicanos depositados en colecciones de Norteamérica. Se documentaron un total de 421,466 ejemplares de mamíferos depositados en 120 colecciones mastozoológicas, de los cuales 233,116 ejemplares se encuentran en colecciones de Estados Unidos de América y Canadá, y 188,350 ejemplares en colecciones de México. Las colecciones con el mayor número de ejemplares de mamíferos de México son la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA 46,000), la Universidad de Kansas (KU 44,301), y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB 43,985). En colecciones mexicanas, los estados del norte de México están escasamente representados en número de ejemplares (< 3,000), y en las colecciones extranjeras, los estados del centro de México están pobremente representados. Los estados mexicanos mejor representados por número de ejemplares (> 10,000) son Baja California Sur, Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Los órdenes mejor representados por el número de ejemplares son Rodentia y Chiroptera (234,978 y 120,956, respectivamente). Los estados mexicanos con menor extensión territorial tienen la mayor densidad de ejemplares colectados (ejemplares/km²): Distrito Federal (3.2), Tlaxcala (1.4), Colima (1.06) y Morelos (0.9). Se espera contar con una línea base que permita establecer estrategias adecuadas para completar el inventario nacional de los mamíferos mexicanos, y lograr que este patrimonio natural este adecuadamente representado en colecciones de México.

Palabras clave: bases de datos de mamíferos, biodiversidad, colecciones, conservación, representación geográfica, representación taxonómica.

Introducción

Las colecciones científicas juegan un papel de gran relevancia en la documentación de la biodiversidad, favoreciendo así el desarrollo del estudio de la biogeografía, la ecología, la evolución y, proveyendo el marco documental para la biología de la conservación (Graham *et al.* 2004; Drew 2011). Las colecciones científicas han sido consideradas como componentes esenciales de las investigaciones taxonómica y sistemática (Brooke 2000a; Suarez y Tsutsui 2004) y, recientemente se han enfocado en investigaciones novedosas; por ejemplo, en reconocer el estado taxonómico de especies extintas (Fleischer *et al.* 2006; Kirchman *et al.* 2010), redescubrir especies consideradas extintas (Steeves *et al.* 2010), o resolver la taxonomía de especies poco estudiadas o conocidas solamente por sus ejemplares tipo (Kirchman *et al.* 2010). Por otra parte, han desempeñado un papel

crucial en campos de vanguardia de las ciencias biológicas, incluyendo los estudios de la pérdida de la biodiversidad, de la detección, supervisión y cambio histórico de la acumulación de contaminantes en el ambiente (e.g. hidrocarburos tratados con cloro en DDT, metales pesados; Méndez y Álvarez-Castañeda 2000), de la reconstrucción de historias evolutivas de vectores o reservorios de patógenos de enfermedades (e.g. mosquitos para el virus del oeste del Nilo, influenza, hantavirus, *Trypanosoma cruzi*; Pinto et al. 2010), de invasiones biológicas en la agricultura (e.g. mosca de la fruta mediterránea, *Ceratitis capitata*), de la ontogenia trófica de cetáceos (e.g. isótopos estables de carbono y nitrógeno en delfín común de rostro largo, *Delphinus capensis*; Niño-Torres et al. 2006) y del cambio climático global (Brooke 2000a; Suarez y Tsutsui 2004; Mejia et al. 2011).

El uso de los datos que aportan las colecciones científicas ha influido en la aplicación y el desarrollo de recursos bioinformáticos, tales como las bases de datos digitales integradas a dichas colecciones (Drew 2011). La digitalización de las colecciones tiene implicaciones de gran trascendencia para dar a conocer la información que contienen a diferentes sectores de la sociedad, además de usar, compartir e interactuar con los datos disponibles y permitir estudios de la biodiversidad con objetivos eficientemente planeados (Brooke 2000b).

El contar con ejemplares resguardados que puedan ser consultados y estudiados dentro de México es de gran importancia y valor para la nación, entre otras cosas, por el papel que juegan en el proceso descriptivo de la biodiversidad. De hecho, es en gran medida que por medio de las colecciones científicas mexicanas reconocemos que México cuenta con 477 especies y 913 subespecies de mamíferos terrestres (Ramírez-Pulido et al. 2005; Wilson y Reeder 2005), y se ha considerado que en el país existen 525 especies de mamíferos nativos terrestres y marinos (Ceballos y Oliva 2005). Desafortunadamente muchos de estos taxa están poco o nulamente representados con ejemplares en las colecciones científicas en México.

El uso de datos de ejemplares de colección implica ciertas limitaciones, por ejemplo, errores en la determinación taxonómica, ya sea por identificación incorrecta, o basada en conocimientos incompletos (e.g. especies crípticas), o antiguos (e.g. sinónimos); y, limitaciones espaciales, como en las georeferencias, en la imprecisión de la localización de un registro y en la localización original de un registro (Scoble 2000; Graham et al. 2004). De igual manera, existen sesgos geográficos y ambientales asociados con los datos *ad hoc* de las colecciones y de presencia-ausencia. Los que más se han detectado son: especies que no están presentes en un sitio histórico de colecta; localidades que pueden representar una declinación demográfica para las especies; ausencia de una especie, porque estuvo realmente ausente en un sitio o por carencia en el esfuerzo de colecta, o que la metodología utilizada falló en detectar (Graham et al. 2004). Para solventar dichos errores y sesgos se requiere de un examen físico de los ejemplares, revisar notas de campo, eliminar o dar menor peso a los registros sospechosos, incluir estimadores de precisión en las georeferencias, o mapear espacios geográficos y ambientales para determinar qué regiones o qué contexto ambiental ha sido pobremente muestreado (Graham et al. 2004). De hecho, se recomienda que las colecciones mastozoológicas realicen evaluaciones del estado de conservación de las mismas de manera regular (Rivera 2012).

Con el fin de definir las tendencias actuales en el crecimiento del acervo de mamíferos en las colecciones científicas de Norteamérica y determinar las deficiencias en la representatividad geográfica (a nivel de entidades federativas) o taxonómica (a nivel de órdenes) de los mamíferos en México, se analizó la representatividad de ejemplares depositados en colecciones mexicanas y extranjeras. Este estudio no se enfocó en generar conocimiento de las historias taxonómica y sistemática del grupo bajo estudio, ni en detectar errores y sesgos en las bases de datos. Asumimos que los datos obtenidos no están libres de errores y sesgos, pero representan una visión general de la diversidad de mamíferos mexicanos que existen en las colecciones de Norteamérica. Esperamos que los resultados de este análisis sirvan como punto de referencia en futuros estudios de la biodiversidad y la conservación de la mastofauna mexicana, así como para puntualizar donde están los vacíos de información.

Material y Métodos

La recopilación de la información se realizó a partir de las publicaciones de Hafner *et al.* (1997), Álvarez-Castañeda y Castro-Campillo (1996), López-Wilchis y López-Jardines (1998, 1999, 2000), además de los datos publicados en diferentes capítulos del libro "Colecciones Mastozoológicas de México" (Lorenzo *et al.* 2006a). Asimismo, a principios de 2012, se solicitó a los responsables de 28 colecciones de México de las que se tiene registro, la actualización de los datos del número de ejemplares depositados en sus acervos en relación con los órdenes taxonómicos y entidades federativas a los que pertenecen. No existe problema en agrupar ejemplares de mamíferos a nivel taxonómico de orden, por lo que no hubo la necesidad de estandarizar criterios taxonómicos.

Paralelamente, fueron revisadas las bases de datos disponibles en Internet, únicamente de las colecciones presentes en *Mammal Networked Information System* (MaNIS, <http://manisnet.org/portals.html>; Wieczorek 2003), y en la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (<http://unibio.unam.mx/>). La información recabada de las diferentes colecciones mexicanas como en Estados Unidos de América y Canadá (estas últimas denominadas como extranjeras) se organizó en una base de datos y se procedió a su análisis taxonómico y geográfico. Los nombres de las colecciones se manejaron de acuerdo a sus acrónimos, indicados en la Tabla 1. Para contar con una aproximación del nivel de representatividad del esfuerzo de colecta por entidad federativa de la República Mexicana, se calculó la densidad de ejemplares colectados a través del número total de ejemplares de mamíferos depositados en colecciones por unidad de área de la entidad en km² (INEGI 1991).

Resultados

Se comprobó que existen ejemplares de mamíferos mexicanos depositados en 120 colecciones mastozoológicas de Norteamérica. De este total, 28 colecciones son de México, 87 de Estados Unidos de América y 5 de Canadá (Tabla 1) y, su distribución espacial se puede observar en la Figura 1. La información de 31 colecciones de los dos últimos países y una colección mexicana (CNMA) se encuentran disponibles en el portal de MaNIS (Tabla 1). En total se documentaron 421,466 ejemplares, de los cuales 233,116 se encuentran depositados en colecciones de Estados Unidos de América y Canadá, y

188,350 en colecciones de México. Esto implica que el 55.3% del material colectado de mamíferos de México (sin incluir los museos europeos) está fuera del país. La diferencia en el número de ejemplares depositados en colecciones extranjeras y mexicanas (44,766 ejemplares) equivale aproximadamente al acervo de la colección más grande de México (CNMA, 46,000 ejemplares). Del total de ejemplares documentados en las colecciones extranjeras y mexicanas, 141,468 (33.6%) se encuentran en seis grandes colecciones mexicanas (CIB, CNMA, DP, ENCB, MZFC-M y UAM-I). Las colecciones con el mayor número de ejemplares de mamíferos de México (más de 40,000 ejemplares en cada una) son CNMA (46,000), KU (44,301) y ENCB (43,985; Tabla 1).

Tabla 1. Colecciones biológicas y sus acrónimos ordenadas en función del número de ejemplares de mamíferos mexicanos depositados en México, Estados Unidos de América y Canadá. Fuente: 1 = Encuesta directa. 2 = obtenido de MaNIS. 3 = obtenido de López-Wilchis y López-Jardines (1999).

	Colecciones	Acrónimo	Número ejemplares	Fuente
1	Universidad Nacional Autónoma de México, Colección Nacional de Mamíferos	CNMA*	46,000	1
2	University of Kansas, Biodiversity Institute	KU	44,301	2
3	Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	ENCB	43,985	1
4	National Museum of Natural History, Smithsonian Institution	NMNH	34,109	2
5	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	CIB	21,400	1
6	University of California en Berkeley, Museum of Vertebrate Zoology	MVZ	18,950	2
7	American Museum of Natural History	AMNH	17,393	2
8	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	UAM-I	16,550	1
9	Texas A & M University, Texas Cooperative Wildlife Collection	TCWC	16,297	3
10	University of Michigan, Museum of Zoology	UMMZ	14,365	2
11	Los Angeles County Museum of Natural History	LACM	12,166	2
12	Universidad Nacional Autónoma de México, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"	MZFC-M	10,280	1
13	Michigan State University	MSU	9,631	3
14	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango	CRD	8,869	1
15	Texas Tech University, The Museum	TTU	8,175	2
16	San Diego Natural History Museum	SDNHM	7,003	3
17	University of New Mexico, Museum of Southwestern Biology	MSB	6,120	2
18	Field Museum	FMNH	5,377	2
19	Louisiana State University Museum of Natural Science	LSUMZ	4,320	2
20	Universidad Autónoma de Nuevo León	UANL	4,311	1
21	El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas	ECOSUR	4,178	1
22	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca	OAXMA	4,148	1
23	Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones Biológicas	IIB-UV	4,023	1
24	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	CM-UMSNH	3,609	1
25	Angelo State University	ASVRC	3,603	3
26	California Academy of Sciences	CAS	3,584	2
27	Instituto Nacional de Antropología e Historia	DP	3,253	1

28	Harvard University Provider	MCZ	3,178	2
29	Oklahoma Museum of Natural History	OU	3,178	3
30	Carnegie Museum of Natural History	CM	3,162	3
31	Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación	CMC	3,063	1
32	Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural	CZRMA	2,677	1
33	El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal	ECO-CH-M	2,582	1
34	Royal Ontario Museum	ROM	2,493	2
35	University of California at Los Angeles, Dickey Collection	UCLA-Dickey	2,049	2
36	New Mexico Museum of Natural History and Science	NMMNH	1,824	2
37	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Museo de Zoología	MZ-ICACH	1,611	1
38	California State University	CSULB	1,461	3
39	University of Minnesota, J. F. Bell Museum of Natural History	MMNH	1,428	3
40	Universidad de Guadalajara. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad	CV-IMECBIO	1,131	1
41	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	EB-BUAP	978	1
42	Universidad Autónoma de Yucatán, Museo de Zoología	FMVZ-UADY	961	1
43	Occidental College, More Laboratory of Zoology	OC	936	3
44	Universidad Simón Bolívar	USB	840	1
45	Universidad Autónoma de Aguascalientes	CMUAA	801	1
46	Universidad Autónoma de Campeche	CM-UAC	766	1
47	University of Washington, Burke Museum	UW-WSM	750	3
48	Instituto Tecnológico de Huejutla	HMAM	604	1
49	Nevada State Museum and Historical Society	NSM	589	3
50	Yale University Peabody Museum	YPM	587	2
51	Fort Hays State University, Museum of the High Plains	MHP	585	3
52	Central State University	CSUO	579	3
53	Cornell University Museum of Vertebrates	CUMV	529	2
54	Universidad de Guanajuato, Museo de Historia Natural Alfredo Dugès	MADUG-MA	480	1
55	Florida Museum Natural History	UF	426	2
56	Universidad Autónoma de Baja California	CVUABC	399	1
57	University of Florida, Florida State Museum	FSM	377	
58	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo	CIAD-ITESM-GUAYMAS	332	1
59	Cornell University	CU	301	3
60	Western New Mexico University Mammal Collection	WNMU	298	2
61	Academy of Natural Science of Philadelphia	ANSP	285	3
62	Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas	IEA-UAT-M	263	1
63	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Mamíferos Marinos	FCMM	256	1
64	Alberston College, Museum of Natural History	CIMNH	220	3
65	University of Puget Sound, Slater Museum of Natural History	PSM	192	3
66	James R. Slater Museum	JRSM	190	2

67	University of Texas en El Paso	UTP	186	2
68	Santa Barbara Museum of Natural History en Santa Barbara Museum of Natural History	SBMNH	176	2
69	University of Nebraska State Museum	UNSM	153	2
70	Brigham Young University, Life Science Museum	BYU	130	3
71	Texas A & M University	TAIU	100	3
72	University of Colorado Museum of Natural History	CUMNH	99	2
73	Cleveland Museum of Natural History	CMNH	98	3
74	Oklahoma State University Museum	OSU	92	3
75	University of Connecticut, Ecology and Evolutionary Biology Department	UCONN	86	3
76	California State University en Sacramento, Museum of Natural History	CSUS	84	3
77	University of Colorado Museum en Boulder	UCM	80	3
78	University of North Dakota	UND	71	3
79	New Mexico State University, Vertebrate Museum	NMSU	67	3
80	University of Iowa, Museum of Natural History	IOWA	62	3
81	San Diego State University, College of Sciences	SDSU	60	3
82	Southwestern College Natural History Museum	SCNHM	48	3
83	Washington State University, C. R. Conner Museum	CRCM	46	3
84	California State University	CSUN	40	3
85	Canadian Museum of Nature	CMN	38	3
86	Central University of Iowa	CUI	34	3
87	California State University en Los Angeles	CSULA	29	3
88	University of Wisconsin en Madison, Zoological Museum	UWZ	29	3
89	Baylor University, Strecker Museum	SM	22	3
90	University of Alaska Museum	UAM	20	2
91	Milwaukee Public Museum	MPM	18	3
92	California State University en Fresno	CSUF	17	3
93	Manitoba Museum of Man and Nature	MMMN	17	3
94	University Museum of Zoology Cambridge University	UMZC	17	2
95	Illinois State University	ISU	16	2
96	Ohio State University, Museum of Zoology	OSUMZ	16	3
97	Southern Oregon State University, Museum of Vertebrate Natural History	SOSC/MVNH	16	3
98	University of Texas en Austin, Texas Memorial Museum	TMM	15	3
99	Trailside Nature and Science Center	TNSC	14	3
100	Oregon State University, Fish and Wildlife Department	OSUFW	12	3
101	University of British Columbia, Cowan Vertebrate Museum	UBC	11	3
102	Bemidji State University	BSCVC	10	3
103	California State University en Stanislaus	CSCS	8	3
104	New York State Museum	NYSM	8	2
105	Westfields State College, D. A. Lovejoy Collection	DALC	8	3
106	California Polytechnic State University	CPSU	7	3

107	Fort Collins, Biological Survey Collection	BS/FC	7	3	
108	Vermont State College en Lyndon	VSC-L	6	3	
109	University of Nevada en Reno, Museum of Biology	UNEVR	4	3	
110	Webster State College	WEBSC	4	3	
111	Hasting Museum	HM	3	3	
112	University of Alberta, University of Alberta Museums	UA	3	2	
113	University of Missouri Museum of Zoology	UNMZ	3	3	
114	University of North Carolina-Wilming	UNCW	3	3	
115	University of Utha, Utha Museum of Natural History	UMNH	3	3	
116	University of Wisconsin en Madison, Wildlife Ecology Department	UWMWE	2	3	
117	Central Michigan University, Center for Cultural and Natural History	CCMH	1	3	
118	Miami University	MU	1	3	
119	Museum of Vertebrate Zoology, Milton Hildebrand Collection	MVZMH	1	2	
120	Wagner Free Institute of Science of Philadelphia	WFIS	1	3	
TOTAL			421,466		Nota: *CNMA, conocida antiguamente como Colección Mastozoológica del IBUNAM.

En términos de la cantidad de ejemplares depositados en colecciones mexicanas por entidad federativa en México, siete colecciones ubicadas en el Distrito Federal albergan en conjunto ~121,164 ejemplares (64% del material depositado en México y 51.97% a nivel de Norteamérica), que representa el mayor número de ejemplares al comparar con otras entidades. Dentro del territorio mexicano se encuentran, además, acervos importantes (superiores a 8,000 ejemplares) en las entidades de Baja California Sur (~21,500 ejemplares), Durango (~8,800), Chiapas (tres colecciones con un total de ~8,500 ejemplares). Es importante destacar que la mayoría de las colecciones de Norteamérica y algunas mexicanas cuentan con menos de 5,000 ejemplares mexicanos (Tabla 1).

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) son las instituciones que tienen el mayor número de colecciones, cada una con tres (Tabla 1). En la UNAM, las tres colecciones se encuentran dentro del campus de la Ciudad Universitaria, una en el Instituto de Biología (CNMA) y dos en la Facultad de Ciencias (FCMM y MZFC-M). En el caso del IPN, una se localiza en el Distrito Federal (ENCB), otra en Durango (CRD) y una más en Oaxaca (OAXMA). El Colegio de la Frontera Sur tiene dos colecciones, una en Chiapas (ECO-SC-M) y otra en Quintana Roo (ECO-CH-M). El resto de las instituciones tienen sólo una colección (Fig. 1).

Por otro lado, no se obtuvo información sobre la existencia de alguna colección mastozoológica para las entidades de Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Querétaro, Colima, Estado de México, Tlaxcala, Guerrero y Tabasco. En referencia al material mexicano alojado en el extranjero, las principales colecciones y depositarios de mamíferos están asociadas a los grandes museos en ciudades cosmopolitas, como es el caso del American Museum of Natural History (AMNH) en New York y el National Museum of Natural History (NMNH) en Washington, D.C., o pertenecen a instituciones educativas como el Museum of Vertebrate Zoology de la

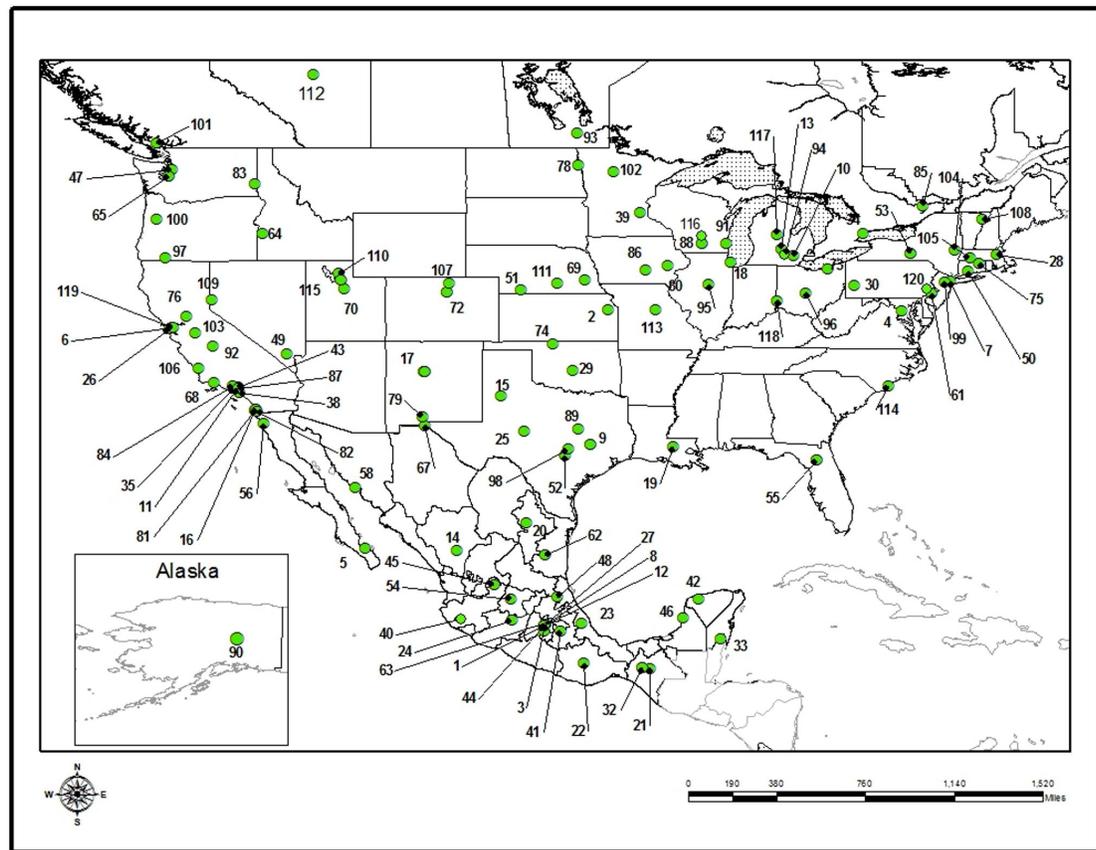


Figura 1. Ubicación geográfica de las colecciones científicas mastozoológicas en México, Estados Unidos de América y Canadá que contienen material procedente de México. Los nombres de las colecciones corresponden a los acrónimos indicados en la Tabla 1. Los números corresponden al orden de las colecciones mencionadas en la Tabla 1. 1= CNMA; 2= KU; 3= ENCB; 4= NMNH; 5= CIB; 6= MVZ; 7= AMNH; 8= UAM-I; 9= TCWC; 10= UMMZ; 11= LACM; 12= MZFC-M; 13= MSU; 14= CIIDIR- Durango; 15= TTU; 16= SDNHM; 17= MSB; 18= FMNH; 19= LSUMZ; 20= UANL; 21= ECOSUR; 22= OAXMA; 23= IIB-UV; 24= CM-UMSNH; 25= ASVRC; 26= CAS; 27= DP; 28= MCZ; 29= OU; 30= CM; 31= CMC; 32= CZRMA; 33= ECOSUR; 34= ROM; 35= UCLA-Dickey; 36= NMMNH; 37= MZ-ICACH; 38= CSULB; 39= MMNH; 40= CV-IMECBIO; 41= EB-BUAP; 42= FMVZ-UADY; 43= OC; 44= USB; 45= CMUAA; 46= CM-UAC; 47= UW-WSM; 48= HMAM; 49= NSM; 50= YPM; 51= MHP; 52= CSUO; 53= CUMV; 54= MADUG-MA; 55= UF; 56= CVUABC; 57= FSM; 58= CIAD-ITESM- GUAYMAS; 59= CU; 60= WNMU; 61= ANSP; 62= IEA-UAT-M; 63= FCMM; 64= CIMNH; 65= PSM; 66= JRSM; 67= UTP; 68= SBMNH; 69= UNSM; 70= BYU; 71= TAIU; 72= CUMNH; 73= CMNH; 74= OSU; 75= UCONN; 76= CSUS; 77= UCM; 78= UND; 79= NMSU; 80= IOWA; 81= SDSU; 82= SCNHM; 83= CRCM; 84= CSUN; 85= CMN; 86= CUI; 87= CSULA; 88= UWZ; 89= SM; 90= UAM; 91= MPM; 92= CSUF; 93= MMMN; 94= UMZC; 95= ISU; 96= OSUMZ; 97= SOSC/MVNH; 98= TMM; 99= TNSC; 100= OSUFW; 101= UBC; 102= BSCVC; 103= CSCS; 104= NYSM; 105= DALC; 106= CPSU; 107= BS/FC; 108= VSC-L; 109= UNEVR; 110= WEBSC; 111= HM; 112= UA; 113= UNMZ; 114= UNCW; 115= UMNH; 116= UWMWE; 117= CCMH; 118= MU; 119= MVZMH; 120= WFIS.

Universidad de California (MVZ) en Berkeley; el Biodiversity Institute de la Universidad de Kansas (KU) en Lawrence, y el Museum of Zoology de la Universidad de Michigan (UMMZ) en Michigan (Tabla 1).

Se documentó la existencia de seis colecciones de México (CIB, CNMA, DP, ENCB, MZFC-M y UAM-I) y 15 de Estados Unidos de América y Canadá con material proveniente de gran parte del territorio nacional (Tabla 1), aunque sólo seis de ellas registran ejemplares de todas las entidades federativas de la República (CIB, CNMA, ENCB, KU, NMNH y UMMZ). Cinco de las colecciones mexicanas de mayor representatividad nacional se encuentran en la Ciudad de México y, una en La Paz, Baja California Sur; en conjunto, estas seis colecciones acumulan el 75.1% del total de los ejemplares depositados en colecciones mastozoológicas del país. Cuatro de ellas están asociadas a

universidades públicas, pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA, MZFC-M), al Instituto Politécnico Nacional (ENCB) y a la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I); dos a instituciones públicas de investigación como el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIB) y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (DP), dependientes del Gobierno Federal.

Las entidades federativas mejor representadas en términos del número de ejemplares albergado en colecciones mexicanas, de Estados Unidos de América y Canadá son: Baja California (en 60 colecciones, en referencia a la península en su totalidad), Sonora (en 52 colecciones), Chiapas (en 51 colecciones) y Oaxaca (en 50 colecciones). El resto de las entidades federativas se hallan representadas en menos de 50 colecciones. Las entidades menos representadas son: Querétaro (en 15 colecciones) y Aguascalientes (en 14 colecciones; Tabla 2). Aunque hay entidades federativas de la República Mexicana que no se tiene registro de existir alguna colección mastozoológica, su mastofauna está representada en colecciones de México como es el caso de: Estado de México, Colima, Guerrero y Tabasco (en 36, 35, 41 y 27 colecciones, respectivamente; Tabla 2).

De acuerdo al número total de ejemplares depositados y catalogados en las colecciones mexicanas por entidad federativa de la República Mexicana, la mayor representación de ejemplares (más de 10,000) corresponde a cinco entidades (Baja California Sur, Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz; Tabla 2). En contraparte, entre las entidades poco representadas en las colecciones mexicanas (menos de 1,000 ejemplares), se encuentran Aguascalientes (979 ejemplares), Guanajuato (764 ejemplares), Tabasco (675 ejemplares) y Querétaro (613 ejemplares). Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato son las entidades federativas menos representadas en colecciones mexicanas y extranjeras (en 14, 15 y 19 colecciones, respectivamente). Los estados de Guanajuato (649 ejemplares) y Aguascalientes (941 ejemplares) también están poco representadas en colecciones extranjeras (Tabla 2).

En las colecciones de Estados Unidos de América y Canadá, la mayoría de las colectas han estado enfocadas a ejemplares de seis entidades de la República Mexicana (más de 10,000 ejemplares): Baja California, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Jalisco y Sonora (Tabla 2). Los cinco primeros estados también son los más representados en las colecciones mexicanas. Las entidades de Oaxaca y Chiapas son las mejor representadas en colecciones de México (10,847 y 10,843, respectivamente) y de Estados Unidos de América y Canadá (16,132 y 13,290, respectivamente; Tabla 2).

Para la región norte del país, el número de ejemplares representados en colecciones mexicanas por entidad es menor a 3,000 ejemplares: Chihuahua (2,619), Nayarit (2,561), San Luis Potosí (2,450), Sinaloa (1,487), Coahuila (1,107) y Zacatecas (1,039). Además, en Chihuahua y Coahuila no hay colecciones mastozoológicas. En contraste, en las colecciones extranjeras, la región centro de la República Mexicana está pobremente representada: Hidalgo (3,076), Puebla (2,719), Distrito Federal (1,993), Morelos (1,929), Tlaxcala (1,787), Querétaro (1,593) y Guanajuato (649; Tabla 2). Cabe destacar que en las colecciones extranjeras hasta antes de la década de 1980, no se hizo distinción entre las dos entidades de la Península de Baja California (el estado de Baja California Sur se erigió como estado hasta 1974), considerada toda ella como territorio de la Baja California Sur o "Lower California", por lo que no fue posible separar los ejemplares por entidad (Tabla 2).

Tabla 2. Número de colecciones científicas en México, Estados Unidos de América y Canadá que albergan ejemplares de mamíferos de las entidades federativas de México, y número de ejemplares de mamíferos por entidad federativa de la República Mexicana depositados en colecciones mexicanas y en colecciones de Estados Unidos de América y Canadá. Los valores en negritas destacan las cifras mayores a 10,000 ejemplares por entidad federativa.

Entidad federativa	Número de colecciones	Ejemplares en colecciones de México	Ejemplares en colecciones extranjeras
Aguascalientes	14	979	941
Baja California	60**	5,545*	20,874**
Baja California Sur		13,538*	
Campeche	28	2,688	4,520
Chiapas	51	10,843	13,290
Chihuahua	47	2,619	9,395
Coahuila	34	1,107	6,767
Colima	35	2,619	2,928
Distrito Federal	43	2,754	1,993
Durango	34	7,882	6,692
Estado de México	36	2,867	2,625
Guanajuato	19	764	649
Guerrero	41	4,477	4,843
Hidalgo	29	1,933	3,076
Jalisco	48	4,076	13,556
Michoacán	40	5,828	4,722
Morelos	32	2,536	1,929
Nayarit	47	2,561	9,946
Nuevo León	34	1,112	3,100
Oaxaca	50	10,847	16,132
Puebla	34	10,644	2,719
Quintana Roo	30	2,838	1,673
Querétaro	15	613	1,593
San Luis Potosí	44	2,450	6,677
Sinaloa	48	1,487	8,882
Sonora	52	3,990	14,945
Tabasco	27	675	1,846
Tamaulipas	41	1,667	8,448
Tlaxcala	20	3,893	1,787
Veracruz	47	11,027	13,353
Yucatán	32	1,624	2,630
Zacatecas	27	1,039	6,416

*La suma de ambas entidades es 19,083.

**Incluye a las dos entidades de la Península de Baja California, México.

En cuanto a las diferencias en el número de ejemplares por entidades federativas de México entre las colecciones mexicanas, Estados Unidos de América y Canadá, los estados de Aguascalientes (38), Distrito Federal (761), Durango (1,190), Estado de México (242), Guanajuato (115), Michoacán (1,106), Morelos (607), Puebla (7,925), Quintana Roo (1,165) y Tlaxcala (2,106), están mejor representadas en colecciones mexicanas, mientras que Baja California (1,791), Campeche (1,832), Chiapas (2,447), Chihuahua (6,776), Coahuila (5,660), Colima (309), Guerrero (366), Hidalgo (1,143); Jalisco (9,480), Nayarit (7,385), Nuevo León (1,988), Oaxaca (5,285), Querétaro (980),

San Luis Potosí (4,227), Sinaloa (7,395), Sonora (10,955), Tabasco (1,171), Tamaulipas (6,781), Veracruz (2,326), Yucatán (1,006) y Zacatecas (5,377), están mejor representadas en las colecciones extranjeras.

Rodentia y Chiroptera son los órdenes taxonómicos mejor representados por el número de ejemplares en las colecciones mexicanas y extranjeras (234,978 y 120,956, respectivamente). Por el contrario, Perissodactyla, Sirenia y Pilosa son los órdenes menos representados cuyos valores de representatividad no llegan ni siquiera a la décima porcentual. Este patrón es similar al presentado en las colecciones de Estados Unidos de América y Canadá registradas en MaNIS, en López-Wilchis y López-Jardines (1999; Tabla 3).

Orden	Total México	Total Extranjeras	Suma Total	Porcentaje
Rodentia	98,998	135,980	234,978	60.95%
Chiroptera	64,667	56,289	120,956	31.37%
Carnivora	4,523	5,443	9,966	2.58%
Lagomorpha	3,151	3,361	6,512	1.69%
Didelphimorphia	2,381	1,749	4,130	1.07%
Artiodactyla	1,146	1,756	2,902	0.75%
Soricomorpha	1,001	1,451	2,452	0.63%
Cingulata	1,480	*	1,480	0.38%
Cetacea	719	285	1,004	0.26%
Primates	135	368	503	0.13%
Perissodactyla	40	50	90	0.02%
Sirenia	93	3	96	0.02%
Pilosa	129	*	129	0.03%
Edentata		316**	316	0.08%
Total	178,463	207,051	385,514	

Tabla 3. Número y porcentaje de ejemplares catalogados de mamíferos colectados en México por orden taxonómico representados en colecciones de México (datos tomados de la información vertida por curadores y Lorenzo *et al.* 2006a) y extranjeras (Estados Unidos de América y Canadá, MaNIS, López-Wilchis y López-Jardines 1999).

* No se tiene el dato para este orden en específico.

** Se sumaron los Cingulata y Pilosa para poder hacer la comparación de los datos obtenidos de las bases de datos con los de las colecciones de México.

En cuanto a las diferencias en la proporción de ejemplares por órdenes taxonómicos en colecciones mexicanas en comparación a las extranjeras, se obtiene que en colecciones mexicanas están mayormente representados Chiroptera (con el 2.17%), Cingulata (con el 0.38%), Didelphimorphia (con el 0.16%), Cetacea (con el 0.11%), Sirenia (con el 0.02%) y Pilosa (con el 0.03), mientras que Rodentia (con el -9.59%), Carnivora (con el -0.24%), Artiodactyla (con el -0.16%), Soricomorpha (con el -0.12%), Edentata (con el -0.08%), Primates (con el -0.06%) y Lagomorpha (con el -0.05%) están mejor representadas en las extranjeras. En el orden Perissodactyla la diferencia es nula.

La mayor densidad de ejemplares colectados se encuentra asociada a las entidades con extensión territorial más pequeña como son: el Distrito Federal (3.2 ejemplares/km²), Tlaxcala (1.4 ejemplares/km²), Colima (1.06 ejemplares/km²) y Morelos (0.9 ejemplares/km²). El menor número de ejemplares por área está en entidades de mayor superficie como Nuevo León (0.064 ejemplares/km²), Coahuila (0.052 ejemplares/km²) y Chihuahua (0.049 ejemplares/km²; Fig. 2). La media actual de ejemplares por cada km² para toda la República Mexicana es de 0.21 ejemplares/km², lo que equivale a decir

que se tiene un ejemplar por cada 4.76 km², y 0.096 ejemplares/km² en colecciones mexicanas, o sea un ejemplar por cada 10.42 km².

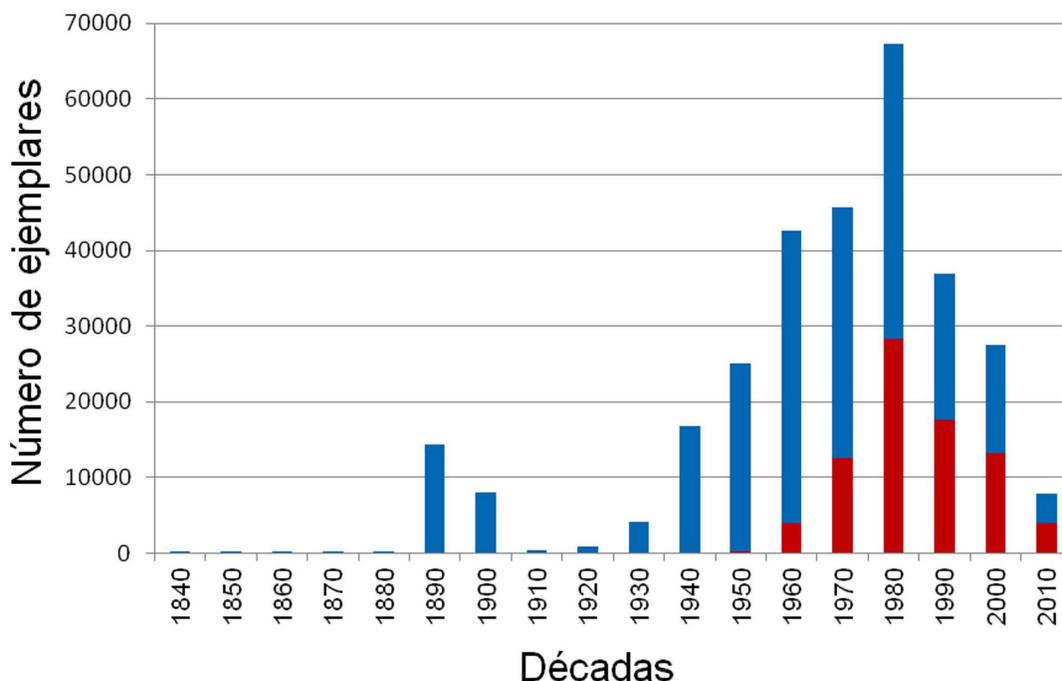


Figura 2. Número de ejemplares de mamíferos mexicanos por unidad de área (km²) por entidad de México y depositados en colecciones en México, Estados Unidos de América y Canadá.

Al retirar los datos de las cuatro entidades con mayor esfuerzo de colecta (Distrito Federal, Tlaxcala, Colima y Morelos), se obtiene una correlación lineal de 0.5 entre el número de ejemplares y la superficie de la entidad, lo que indica que a pesar de existir una serie de entidades mejor representadas, existe una menor colecta en las entidades de mayor superficie. Por otro lado, eliminando estas cuatro entidades sobrerrepresentadas existen 10 entidades más que destacan por tener una representatividad en esfuerzo de colecta mayor a la media: Nayarit (0.46), Puebla (0.39), Aguascalientes (0.35), Veracruz (0.34), Chiapas (0.32), Oaxaca (0.29), Baja California (0.28), Estado de México (0.26), Hidalgo (0.24) y Jalisco (0.22). Con excepción de Aguascalientes, Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala, todas las demás entidades están mejor representadas en colecciones extranjeras que en mexicanas. Cada una de estas entidades ha tenido una fuerte importancia en los grupos de trabajo de diferentes instituciones y por eso han recibido un fuerte esfuerzo de colecta, e incluso en la mayoría de ellas se ha publicado un compendio. El estado de Puebla está mejor representado en México debido a los grandes esfuerzos de la UAM-I, que ha centrado sus estudios en esta entidad y, adicionalmente la de Tlaxcala.

Históricamente, el periodo más importante en términos del número de formación de colecciones mastozoológicas mexicanas va de las décadas de 1960 a 1990 en el cual surgen 23 colecciones. En las décadas de 1960 y 1970 dan inicio seis colecciones (CIAD-ITESM-GUAYMAS, CMUAA, DP, MZFC-M, UAM-I y UANL) que son, en conjunto con el IPN y la UNAM las colecciones que forman a la gran mayoría de los curadores actuales de las diferentes colecciones de México (Castro-Campillo y Álvarez-Castañeda 2006). En la década de 1980 se presenta el mayor incremento en la creación de colecciones mastozoológicas en México, con once colecciones, por los apoyos económicos

proporcionados por el CONACyT (Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). Finalmente, durante las últimas dos décadas (1990 y 2000) se crearon ocho colecciones más.

Los ejemplares más antiguos depositados en colecciones en México datan de 1870 y se encuentran en la Colección de Mamíferos del Museo de Historia Natural Alfredo Dugès de la Universidad de Guanajuato (Magaña-Cota 2006) y de otros gabinetes de historia natural de esa época (Rico-Mansard 2004). En 1947 se funda formalmente la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (Cervantes y Villa-Ramírez 1997), instalada en sus inicios en la Casa del Lago en Chapultepec y trasladada posteriormente a la Ciudad Universitaria (Cervantes y Villa-Ramírez 1997; Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). En 1955 se funda la colección de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, aunque incluye material colectado desde 1937. En 1963 se funda la colección del Instituto Nacional de Antropología e Historia, que cuenta con algunos ejemplares del antiguo Museo del Chopo (finales del siglo XIX, principios del siglo XX). En 1976 se funda la colección de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa e incluye material desde 1963. A partir de la década de 1940 se da un incremento en el ingreso de ejemplares tanto en colecciones mexicanas como de Norteamérica, con un pico de ingreso de ejemplares en la década de 1980 (Fig. 3).

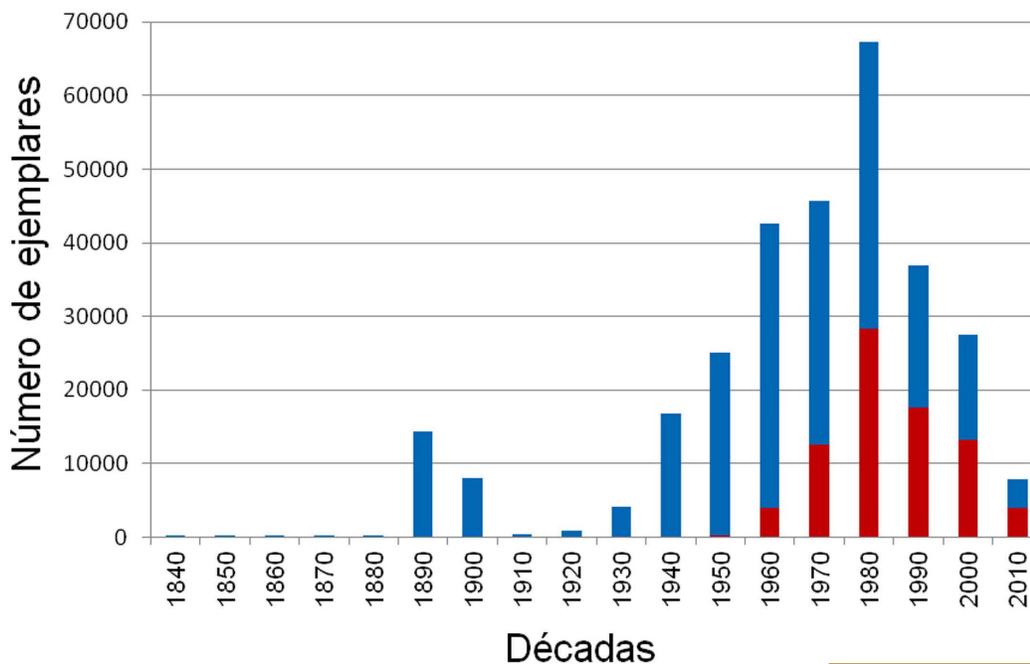


Figura 3. Número de ejemplares de mamíferos mexicanos depositados en colecciones de México, Estados Unidos de América y Canadá por década. Columnas en rojo = colecciones de instituciones mexicanas. Columnas en azul = colecciones de Estados Unidos de América y Canadá.

Discusión

Durante el siglo XIX y principios del XX, se lograron organizar acervos muy importantes de la mastofauna mexicana, entre los cuales destacan por el número de ejemplares, los museos de historia natural de Estados Unidos de América, Canadá, Inglaterra y Francia. Este material fue precursor en la generación del conocimiento de la diversidad de mamíferos de México y constituye un patrimonio científico de gran importancia y valor para la humanidad. Aunque desde finales del siglo XX y principios del siglo XXI comienza el fortalecimiento y representatividad de la mastofauna en colecciones

mexicanas. Se observa una mayor actividad científica en esta disciplina a partir de mediados del siglo XX, con el consecuente depósito de los ejemplares dentro de las mismas (Espinoza *et al.* 2006; Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006).

Un comparativo histórico por décadas en el ingreso de ejemplares mexicanos a las colecciones mexicanas con mayor número de ejemplares (CIBNOR, ENCB, UAMI y UNAM) y las de Estados Unidos de América y Canadá, muestra que a finales del siglo XIX y principios del XX existe la colección intensa y masiva que realizaron en nuestro país investigadores extranjeros principalmente estadounidenses (Ramírez-Pulido y Britton 1981). A ellos se debe en buena medida el conocimiento básico de la diversidad de mamíferos de México (Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006).

Históricamente, la colecta científica de mamíferos mexicanos se puede dividir en dos etapas. La primera realizada por instituciones extranjeras y la segunda por instituciones nacionales que continúan con las actividades de inventario (Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). Sin embargo, existe una sobreposición temporal en las actividades de colecta entre las décadas de 1970 y 1990, cuando declina la colecta de instituciones extranjeras y se incrementa la de las instituciones nacionales.

Este periodo de transición obedece a dos fenómenos principales. El primero es el cambio en la legislación ambiental, incluyendo las actividades de colecta en México, que regula las actividades de colecta de los extranjeros en nuestro país que no estén asociados a investigadores mexicanos. Además, se establecen lineamientos para la exportación de ejemplares de mamíferos silvestres colectados en México. El segundo tiene que ver con el incremento en la creación de instituciones de educación superior e investigación fuera del área metropolitana de México (universidades, centros de investigación y unidades descentralizadas de las universidades nacionales; Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). Esto abre la puerta para el inicio y el desarrollo de diferentes grupos de mastozoólogos que centran sus actividades de colecta fuera del Distrito Federal y como consecuencia, se estimula la descentralización que permite el nacimiento de colecciones mastozoológicas en los estados, primero con un enfoque local, luego regional y posteriormente nacional.

En promedio, las colecciones mexicanas ingresan 866 ejemplares por año. Las colecciones más activas ingresan entre 500 y 800 ejemplares, otras entre 100 y 250 ejemplares y el resto de las colecciones registran menos de 100 ejemplares al año. Esto último puede ser debido a que existen actualmente pocos fondos para colectar y porque han cambiado otros aspectos en la investigación en el estudio de los mamíferos, haciendo uso de los ejemplares ya existentes en las colecciones, así como de sus tejidos conservados.

Además, en el período de 1980 a 1990 el número de ejemplares de varias colecciones aumentó de manera exponencial gracias al apoyo económico que proporcionó el gobierno federal a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), tanto en infraestructura como en trabajo de campo y contratación de investigadores (Hafner *et al.* 1997; Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006).

Aunque en 1992 se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), cuya misión es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación

y uso sustentable para beneficio de la sociedad, aparentemente su ámbito de apoyo no se refleja en la curva de crecimiento de las colecciones, como podría esperarse. Es posible que esto se deba, al menos en el caso de los mamíferos, a que en sus primeras fases la CONABIO ha financiado y fomentado principalmente la generación de bases de datos de los registros existentes en colecciones, más que la realización de nuevos inventarios, los cuales se han apoyado más en los últimos años. Por otro lado, muchas de las colecciones de mamíferos no tienen el número de ejemplares suficientes para ser financiadas por la CONABIO, por lo que han quedado al margen de estos apoyos y, por lo mismo, no pueden ser curadas de una manera adecuada. Debería haber una política de CONABIO para colecciones pequeñas con potencial de incremento y modernización de su equipo, ya que se quedan rezagadas y fuera de los fondos. Sin embargo, los beneficios que ha otorgado la CONABIO son indiscutibles y se han reflejado, por ejemplo, en la adquisición o actualización de equipos que ayudan a mantener en mejores condiciones las colecciones mayores.

En referencia a la posesión de ejemplares tipo, las colecciones de los Estados Unidos de América cuentan con 3,143 holotipos de especies de México, mientras que en las de México únicamente hay 23 (17 en la CNMA, cuatro en la ENCB, uno en el CIB y uno en el MZFC-M; Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). Cabe destacar que del total de tipos actualmente en colecciones extranjeras, once fueron descritos por investigadores mexicanos (Ramírez-Pulido y González-Ruiz 2006). Esto es una muestra clara de cómo se condujo el estudio de los mamíferos en México y de cómo, hasta hace pocos años, prácticamente la totalidad de los trabajos de descripción taxonómica a nivel de especies se desarrollaron fuera del país, cuando este aún no había construido una base científica sólida. La ausencia de material tipo en México hace importante que se tengan ejemplares de representación topotípica de las diferentes especies (Álvarez *et al.* 1997), como lo realizó en la década de los ochentas la ENCB para el Centro de México y desde los noventas el CIB para el noroeste de México.

En general, las especies poco representadas en las colecciones corresponden a grupos endémicos, raros y con una distribución geográfica reducida. Más aún, una buena parte de las especies de estos órdenes poco representados en colecciones, están clasificadas como en peligro de extinción de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010) y, por lo tanto su colecta científica está restringida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que es la autoridad ambiental del gobierno mexicano. Un caso extremo, en términos de la representatividad de especies en colecciones es el orden Erinaceomorpha, incluyendo sus dos especies, *Scapanus latimanus* y *Scalopus aquaticus* que sólo están representados en la CNMA y en el CIB, y con material extranjero en DP. Otras especies raras o microendémicas están mínimamente representadas o ausentes como en el caso de *Peromyscus mekisturus*, *P. madrensis*, *Neotoma nelsoni*, *Oryzomys nelsoni*, *O. peninsularis*, *Dipodomys gravipes*, *Orthogeomys lanis*. Incluso esta subrepresentación se manifiesta en especies descritas recientemente como *Notiosorex cockrumi* y *N. villai*, entre otras, sin contar a muchas de las subespecies. Por otro lado, las colecciones mexicanas resguardan ejemplares de especies muy poco representadas en otras colecciones del mundo, como *Myotis planiceps* (DP y UANL), *Rhogeessa mira* (DP, ENCB y CIB), *Habromys delicatulus* (MZFC-M) y *H. schmidlyi* (CIB y CRD).

Es necesario que México sea depositario de su propia biodiversidad y que exista

representación de toda ella en las instituciones mexicanas encargadas de su resguardo. El contar con los ejemplares dentro del país facilita su estudio por parte de investigadores mexicanos, ya que se evita el tener que viajar a colecciones en el extranjero o solicitar préstamos del material, que en algunos casos es complicado por la imposición de restricciones migratorias, aduanales y económicas. Además es primordial que exista una descentralización que permita a las regiones y entidades contar con una representación de su diversidad regional, lo que fomentará el desarrollo de nuevos recursos humanos encargados del estudio de su diversidad y una mejor manera de salvaguardar el patrimonio en caso de incendio, sismo, huracán o cualquier otro evento catastrófico. Similarmente, es necesario que se dé un mayor impulso a las colecciones de tejidos, debido a que este tipo de material es fundamental para abordar, desde una perspectiva genética, aspectos taxonómicos y filogenéticos de los diferentes grupos de mamíferos. Esto además, no implica una gran inversión de tiempo y dinero, ya que una vez colectados los ejemplares, la obtención de tejidos y la preservación de los mismos es relativamente sencilla (Ríos y Álvarez-Castañeda 2006). Finalmente un aspecto indispensable es conocer el estado de salud de las colecciones nacionales, evaluando sus condiciones y proponiendo medidas para mejorarlas.

El norte de México es la región con menor proporción de ejemplares por km² en las colecciones mexicanas, por lo que después de revisar los registros en el extranjero, habría que revisar la necesidad de incrementar los estudios mastofaunísticos y de inventarios en estas entidades. Si bien, es posible que el factor principal sea la ausencia de una institución local con interés en estos estudios, también puede ser que su representación en las colecciones extranjeras haya llevado a realizar estudios en áreas no trabajadas antes. El análisis en función de la representatividad geográfica por entidad federativa nos demuestra que, en algunas de éstas entidades urge implementar estrategias y políticas que permitan estudiar de forma intensiva y extensiva esos territorios. Es un hecho que existe un fuerte cambio en la gestión ambiental de México y que es necesario tener un conocimiento base para en un futuro próximo poder detectar cuáles han sido los cambios en la presencia de especies y en la abundancia de las mismas.

Es de destacar el bajo número de ejemplares de mamíferos representados en colecciones por kilómetro cuadrado. Si se considera todo el material del cual se pudieron obtener datos, la cifra está próxima a un ejemplar por cada 4.76 km², mientras que en México existe una representatividad muy baja de un ejemplar por cada 10.42 km², por lo que debiera duplicarse en el corto plazo (con la consecuente generación de conocimiento), principalmente en las entidades con baja representatividad y que más alteración han presentado en sus hábitats. Dado que tener un mayor número de ejemplares colectados, no necesariamente implica una mayor representatividad geográfica y específica, es decir, una colección puede tener un número alto de ejemplares de sólo dos especies provenientes de una única localidad, mientras que otra colección puede tener menos ejemplares pero correspondientes a un mayor esfuerzo de colecta en diversas localidades; sería deseable llevar a cabo este análisis de la representatividad del esfuerzo en relación con el número de especies/ número de localidades/ entidad federativa y el número de ejemplares/ número de localidades/ entidad federativa, para tener más información de dicho esfuerzo.

El uso de ejemplares de mamíferos de colecciones ha permitido el desarrollo de

estudios sobre diversos aspectos de su biología, que en conjunto han resultado en la generación de un número importante de publicaciones sobre la mastofauna mexicana. Se pueden destacar, por ejemplo, los estudios sistemáticos y taxonómicos utilizando diversos enfoques como la morfometría tradicional y geométrica y, el análisis de marcadores moleculares (principalmente del ADN mitocondrial). Estas herramientas han permitido proponer nuevos arreglos taxonómicos, límites de especies más robustos, una comprensión más sólida de los patrones filogenéticos y de distribución geográfica de los linajes (López-Ochoterena y Ramírez-Pulido 1999). Muy recientemente, la implementación de un sistema de códigos de barras de ADN se ha planteado como una herramienta para la identificación precisa de las especies y, en consecuencia, poder hacer estimaciones más acertadas de la biodiversidad (Álvarez-Castañeda *et al.* 2012).

Varios grupos de investigación continúan desarrollando estudios de distribución geográfica de las especies y se han reportado nuevos registros y ampliación de la distribución de especies en diferentes entidades de la República Mexicana. El uso de sistemas de información geográfica continúa realizándose con el fin de analizar los patrones biogeográficos de diversidad y endemismo de la mastofauna mexicana a escala regional, así como modelos de distribución potencial de especies (Martínez y Sánchez-Cordero 2006). Los estudios ecológicos poblacionales han generado conocimiento de la abundancia y la riqueza de especies a nivel local y regional, así como una mejor comprensión de la estructuración de las comunidades y las interacciones ecológicas en las que participan los mamíferos (Müdespacher *et al.* 2006).

En contraste, existen áreas geográficas pobremente exploradas, por su difícil acceso, a causa de sus condiciones fisiográficas y ecológicas y, en los últimos tiempos, por las condiciones de inseguridad que imperan en el país. El conocimiento de la biología de muchas especies endémicas y de distribución restringida es escaso o nulo, así como la de muchas especies de importancia ecológica, evolutiva, económica y de conservación.

La representatividad de los ejemplares de mamíferos no es proporcional para todas las regiones del país y se ha visto muy influida por los intereses extranjeros, que han concebido el interés de conocer los recursos bióticos de otros países, como una inversión a futuro. Sin embargo, en México no se ha comprendido la necesidad de invertir en el desarrollo del conocimiento propio, como un beneficio a futuro. El contar con un conocimiento mínimo de las especies de todas las regiones ha sido tarea importante de las actividades de investigación de las instituciones en sus propias áreas geográficas y del interés académico de los propios investigadores. El hecho de que los ejemplares estén en custodia en colecciones biológicas de instituciones de educación superior o investigación en sus propias áreas geográficas, permiten el uso y el manejo de los datos asociados a los investigadores interesados y a las entidades interesadas en el conocimiento y cuidado de la biodiversidad en la región.

En este trabajo se incluyen los datos de 28 colecciones mexicanas registradas por Lorenzo *et al.* (2006a), que contrastan con las 16 previamente documentadas por Hafner *et al.* (1997) para México. En México es necesario impulsar un reconocimiento institucional formal del valor y la importancia de las colecciones biológicas, así como la necesidad de asegurar su funcionamiento en el mediano y el largo plazos. Así mismo, sería importante generar acuerdos de trabajo entre las colecciones que deriven en la creación de una red académica vinculada a éstas, la cual podría facilitar la búsqueda de

financiamiento externo para el desarrollo de las mismas.

A la fecha se tiene registro de tres institutos de investigación que han sido cerrados.

En el caso del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) y el Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) que desaparecen en 1978 (Lorenzo *et al.* 2006c). En los dos primeros casos las colecciones de mamíferos fueron incorporadas a El Colegio de la Frontera Sur, en las sedes Chetumal y San Cristóbal de Las Casas, respectivamente (Escobedo-Cabrera y Pozo, 2006; Lorenzo *et al.* 2006b). En el caso del INIREB no se tienen registros de que hubiera existido una colección de mamíferos.

Evidentemente, la naturaleza de los datos evaluados es limitada para realizar análisis adicionales, como representación de ejemplares por tipo de vegetación, número de especies por áreas geográficas o hábitats o, registros de ejemplares recientemente colectados. No obstante, el análisis efectuado en este trabajo ha dejado ver claramente que aún quedan vacíos de información de nuestra mastofauna. En este sentido, esta carencia de información deberá ser la motivación y la línea de base para continuar con la enorme responsabilidad de completar el inventario de la gran diversidad mastofaunística de México y que, como se ha comentado, es deseable que este patrimonio natural pueda estar representado en su totalidad en las colecciones mastozoológicas mexicanas.

Agradecimientos

Agradecemos los comentarios de tres revisores anónimos que mejoraron en gran medida la calidad de este trabajo. A. Sarabia apoyó en la elaboración de la Figura 1.

Referencias

- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., Y A. CASTRO-CAMPILLO. 1996. II Mesa de colecciones, III Congreso Nacional de Mastozoología. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Boletín de primavera 6:3.
- ÁLVAREZ, T., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, Y M. GONZÁLEZ-ESCAMILLA. 1997. Localidades típicas de mamíferos terrestres en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste /Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. La Paz, México.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., C. LORENZO, M. ELÍAS, P. CORTÉS-CALVA, E. RIOS, J. ORTEGA, Y F. A. CERVANTES. 2012. DNA barcoding of mammals in Mexico: implications for biodiversity. *Open Zoology* 5:18-26.
- BROOKE, M. DE L. 2000a. Why museums matter. *Trends in Ecology and Evolution* 15:136-137.
- BROOKE, M. DE L. 2000b. Reply from M. de L. Brooke. *Trends in Ecology and Evolution* 15:375.
- CASTRO-CAMPILLO, A., Y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA. 2006. La AMMAC y su papel en las colecciones mastozoológicas. Pp. 27- 56 in *Colecciones Mastozoológicas de México* (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G., Y G. OLIVA, COMPS. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, Fondo de cultura Económica. Ciudad de México, México.
- CERVANTES, F. A., Y B. VILLA RAMÍREZ. 1997. 50 años de la Colección Nacional de Mamíferos.

Ciencia y Desarrollo 133/134:64-71.

- DREW, J.** 2011. The role of natural history institutions and bioinformatics in conservation biology. *Conservation Biology* 25:1250-1252.
- ESCOBEDO-CABRERA, E., y C. POZO.** 2006. Colección de Mamíferos del Museo de Zoología-Ecosur, Chetumal. Pp. 477-487 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- ESPINOZA, E., C. LORENZO, y M. BRIONES-SALAS.** 2006. Integración del conocimiento de las Colecciones Mastozoológicas de México. Pp. 537-548 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- FLEISCHER, R. C., J. J. KIRCHMAN, J. P. BUMBACHER, L. BEVIER, C. DOVE, N. C. ROTZEL, y S. V. EDWARDS.** 2006. Mid-Pleistocene divergence of Cuban and North American ivory-billed woodpeckers. *Biology Letters* 2:466-469.
- GRAHAM, C. H., S. FERRIER, F. HUETTMAN, C. MORITZ, y A. T. PETERSON.** 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19:497-503.
- HAFNER, M. S., W. L. GANNON, J. SALAZAR-BRAVO, y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 1997. Mammal Collections in the Western Hemisphere. A Survey and Directory of Existing Collections. American Society of Mammalogists, Allen Press. Lawrence, EE.UU.
- INEGI.** 1991. Datos básicos de la geografía de México. Segunda edición. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Ciudad de México, México.
- KIRCHMAN, J. J., C. C. WITT, J. A. MCGUIRE, y G. R. GRAVES.** 2010. DNA from a 100-year-old holotype confirms the validity of a potentially extinct hummingbird species. *Biology Letters* 6:112-115.
- LÓPEZ-POCHOTERENA, E., y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 1999. La Zoología en México: contribuciones, estado actual y perspectivas. Pp. 212– 254 in Las ciencias naturales en México (Aréchiga, H., y C. Beyer, coords.). Biblioteca mexicana, Fondo de Estudios e Investigación Ricardo J. Zevada y Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Ciudad de México, México.
- LÓPEZ-WILCHIS, R., y J. LÓPEZ-JARDINES.** 1998. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá, volumen I. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.
- LÓPEZ-WILCHIS, R., y J. LÓPEZ-JARDINES.** 1999. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá, volumen II. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.
- LÓPEZ-WILCHIS, R., y J. LÓPEZ-JARDINES.** 2000. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá, volumen III. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.
- LORENZO, C., E. ESPINOZA, M. BRIONES-SALAS, y F. A. CERVANTES, EDS.** 2006a. Colecciones Mastozoológicas de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de

México, México.

- LORENZO, C., J. BOLAÑOS-CITALÁN, Y E. ESPINOZA-MEDINILLA.** 2006b. Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Pp. 279-289 in Colecciones Mastozoológicas de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- LORENZO, C., E. ESPINOZA, M. BRIONES-SALAS, Y F. A. CERVANTES.** 2006c. Introducción. Pp. 15-23 in Colecciones Mastozoológicas de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- MAGAÑA-COTA, G. E.** 2006. Colección de Mamíferos del Museo de Historia Natural Alfredo Dugès de la Universidad de Guanajuato. Pp. 387-396 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- MARTÍNEZ, M. E., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006. Uso de datos de Colecciones Mastozoológicas. Pp. 177-186 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- MEJÍA, O., L. G. HERRERA M., B. MAY, R. A. MEDELLÍN, Y J. J. FLORES-MARTÍNEZ.** 2011. Effective Population Size Dynamics of *Myotis vivesi* During the Pleistocene and Holocene Climatic Changes. *Acta Chiropterologica* 13:33-40.
- MÉNDEZ, L., Y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 2000. Comparative analysis of heavy metals in two species of ichthyophagous bats *Myotis vivesi* and *Noctilio leporinus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 58:51-54.
- MÜDESPACHER, Z. C., S. GAONA, Y M. MARTÍNEZ-CORONEL.** 2006. Importancia de las Colecciones y su Impacto en la Sociedad. Pp. 151-159 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- NIÑO-TORRES, C. A., J. P. GALLO-REYNOSO, F. GALVÁN-MAGAÑA, E. ESCOBAR-BRIONES, Y S.A. MACKO.** 2006. Isotopic analysis of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{34}\text{S}$ "a feeding tale" in teeth of the long-beaked common dolphin, *Delphinus capensis*. *Marine Mammal Science* 22:831-846.
- PINTO, C. M., B. D. BAXTER, J. D. HANSON, F. M. MÉNDEZ-HARCLERODE, J. R. SUCHECKI, M. J. GRIJALVA, C. F. FULHORST, Y R. D. BRADLEY.** 2010. Using museum collections to detect pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 16:356-357.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., Y M. C. BRITTON.** 1981. An historical synthesis of the Mexican mammalian taxonomy. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 94:1-17.
- 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 (n. s.) 21:21-82.

- RAMÍREZ-PULIDO, J., Y N. GONZÁLEZ-RUIZ.** 2006. Las colecciones de mamíferos de México: origen y destino. Pp. 73-110 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. Ciudad de México, México.
- RICO-MANSARD, L. F.** 2004. Exhibir para educar: objetos, colecciones y museos de la Ciudad de México. Ediciones Pomares. Barcelona, España.
- RÍOS, E., Y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 2006. Las colecciones como banco de biodiversidad genética. Pp. 187-200 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Asociación Mexicana de Mastozología A. C. Ciudad de México, México.
- RIVERA, L. V. E.** 2012. Evaluación del nivel de salud de una colección mastozoológica. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SCOBLE, M. J.** 2000. Costs and benefits of Web access to museum data. *Trends in Ecology and Evolution* 15:374.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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, Segunda Sección, págs. 1 —78, Jueves 30 de Diciembre. Ciudad de México, México.
- STEEVES, T. E., R. N. HOLDAWAY, M. L. HALE, E. McLAY, I. A. W. McALLEN, M. CHRISTIAN, M. E. HAUBER, Y M. BUNCE.** 2010. Merging ancient and modern DNA: extinct seabird taxon rediscovered in the North Tasman Sea. *Biology Letters* 6:94-97.
- SUAREZ, A.V., Y N. D. TSUTSUI.** 2004. The value of museum collections for research and society. *Bioscience* 54:66-74.
- WIECZOREK, J.** 2003. MaNIS Portals. The Mammal Networked Information System <http://www.manis.org> (fecha de consulta, Marzo 2012).
- WILSON, D. E., Y D. M. REEDER, EDS.** 2005. *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference*, tercera edición. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.

Sometido: 30 de marzo de 2012

Revisado: 12 de junio de 2012

Aceptado: 13 de agosto de 2012

Editor asociado: Jesús Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

notas de pie de página:

¹Departamento Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas 29290. E-mail: clorenzo@ecosur.mx (CL), jbolanos@ecosur.mx (JB).

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, La Paz, Baja California Sur 23090. E-mail: sticul@cibnor.mx (STAC), mdelapaz04@cibnor.mx (MDLPC), pcortes04@cibnor.mx (PCC).

³Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Cuernavaca, Morelos 62209. E-mail: elisabet@uaem.mx (EA), xavier@uaem.mx (FXGC).

⁴Laboratorio de Arqueozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda 16, Distrito Federal 06060. E-mail: aromatu@hotmail.com, aromatu5@yahoo.com.mx (JAC), fguzman@ipn.mx (AFG).

⁵Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca 71230. E-mail: mbriones@ipn.mx (MBS), mali_cor@yahoo.com.mx (MC), cmartinr@ipn.mx (NM).

⁶Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Distrito Federal 04510. E-mail: fac@ibunam2.ibiologia.unam.mx (FAC), yolahm@ibunam2.ibiologia.unam.mx (YHM), jvargas@ibunam2.ibiologia.unam.mx (JV).

⁷Departamento de Zoología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Carr. Mérida-Xmatkuil Km 15.5, Itzimná, Mérida, Yucatán 97000. E-mail: jcsantos@uady.mx (JChS), Mirna.estrella@uady.mx (EE), hbetanc@uady.mx (SFHB), ssalas@tunku.uady.mx (CIS).

⁸Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Av. División del Golfo 356, Ciudad Victoria, Tamaulipas 87020. E-mail: lcorral@uat.edu.mx (LC), hagarza@uat.edu.mx (HAGT)

⁹Laboratorio de Cordados Terrestres, Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Carpio y Plan de Ayala s/n, Distrito Federal 11340. E-mail: celizald@encb.ipn.mx, thiadeno@hotmail.com (CEA), jclopez@ipn.mx, jclvidal@hotmail.com (JCLV).

¹⁰Departamento Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur, Av. Centenario Km 5.5, Carretera Chetumal-Calderitas, Chetumal, Quintana Roo 77014. E-mail: escobedo@ecosur.mx (EEC), bmorales@ecosur.mx (BMV), cpozo@ecosur.mx (CP)

¹¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 1ª sur. Poniente 1460, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 29000 E-mail: emedinilla@yahoo.com.mx.

¹²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Guaymas, Carretera a Varadero Nacional km 6.6, Guaymas, Sonora 85480. E-mail: jggallo@ciad.mx.

¹³Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Sigma s/n, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango 34220. E-mail: diegofgarciam@gmail.com (DFGM), celiag@prodigy.net.mx, clgonzal@ipn.mx (CLG), raulmm1@yahoo.com (RMM).

¹⁴Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, Av. Luis Castelazo s/n, Xalapa, Veracruz 91190. E-mail: agonzalez@uv.mx.

¹⁵Laboratorio de Mastozoología, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio. Edificio 112A Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla 72570. E-mail: rosagonzalez@hotmail.com (RMGM), jesusmartinez90@hotmail.com (JMV).

¹⁶Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Distrito Federal, 09340. E-mail: artilituratus@hotmail.com (NGR), jrp@xanum.uam.mx (JRP).

¹⁷Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, Universidad Autónoma de Campeche, Avenida Agustín Melgar s/n, Ciudad Universitaria, Campeche, Campeche, 24030. E-mail: ogetana@uacam.mx, retana1967@yahoo.com.mx (ORG).

¹⁸Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Av. Independencia Nacional 151, Autlán de Navarro, Jalisco 48900. E-mail: liniguez@cucsur.udg.mx (LII), iruan@cucsur.udg.mx (IR)

¹⁹Laboratorio de Mastozoología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Pedro de Alba y Manuel Barragán s/n, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León 66460. E-mail: arturo.jimenezgz@uanl.edu.mx (AJG), canislatrans@yahoo.com.mx (JHLS), jantonionr@yahoo.com.mx (JANR), zunigar.ma54@gmail.com (MAZR)

²⁰Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Distrito Federal, 04510. E-mail: llp@ciencias.unam.mx (LLP).

²¹Instituto Tecnológico de Huejutla, Carretera Huejutla-Chalahuiyapa Km 5.5, Huejutla, Hidalgo 43000. E-mail: solmejenes@hotmail.com (SMAML).

²²Laboratorio de Mastozoología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edif. B-4 planta baja, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán 58000. E-mail: anunez@umich.mx (ANG)

*Corresponding author

** El resto de los autores van en estricto orden alfabético.