



## Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México

### Diversity of wild mammals of Misantla, Veracruz, Mexico

Mónica Rodríguez-Macedo<sup>1✉</sup>, Alvar González-Christen<sup>2</sup> y Livia S. León-Paniagua<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal, 70-399, 04510 México, D. F., México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana. Av. Luis Castelazo s/n, Col. Industrial Las Animas 91190, Xalapa, Veracruz, México.

✉ [biologiamon@gmail.com](mailto:biologiamon@gmail.com)

**Resumen.** Estudiamos la diversidad de mamíferos del municipio de Misantla, Veracruz, de abril de 2010 a abril de 2011. Se detectaron 42 especies nativas de mamíferos, pertenecientes a 7 órdenes, 17 familias y 33 géneros, de las cuales *Oryzomys chapmani* es endémica. *Potos flavus*, *Sphiggurus mexicanus*, *Leopardus wiedii* y *Eira barbara* son especies protegidas. Los órdenes que más especies aportaron fueron Chiroptera con 38.1%, Rodentia con 26.19% y Carnivora con 21.43%. La mayor riqueza y diversidad ( $H'$ ) fue durante la temporada seca ( $H'$  quirópteros= 2.310;  $H'$  mamíferos no voladores= 0.858) y por tipo de vegetación, fue en la selva mediana para quirópteros ( $H'$ = 2.24) y en bosque de *Quercus-Liquidambar* para mamíferos no voladores ( $H'$ = 1.03). Las especies más abundantes fueron: *Sturnira ludovici* y *Peromyscus mexicanus*.

Palabras clave: inventario mastofaunístico, riqueza, abundancia, índice de Shannon-Wiener.

**Abstract.** Mammal diversity was studied in the municipality of Misantla, Veracruz; April 2010 to April 2011. Forty-two native mammalian species, pertaining to 7 orders, 17 families and 33 genera were detected, *Oryzomys chapmani* is endemic. *Potos flavus*, *Sphiggurus mexicanus*, *Leopardus wiedii* and *Eira barbara* are protected species. The orders with the greatest species contribution were Chiroptera with 38.1%, Rodentia with 26.19% and Carnivora with 21.43%. The greatest richness and diversity ( $H'$ ) was found during the dry season (Chiroptera  $H'$ = 2.310;  $H'$  non-flying mammals= 0.858), and per vegetation type, in the rainforest for Chiroptera ( $H'$ = 2.24) and in the *Quercus-Liquidambar* forest for the non-flying mammals ( $H'$ = 1.03). The most abundant species were *Sturnira ludovici* and *Peromyscus mexicanus*.

Key words: mammal wild inventory, richness, abundance, Shannon-Wiener Index.

### Introducción

La biodiversidad veracruzana está considerada entre las más altas del país, junto con Chiapas y Oaxaca, y no sólo de especies, sino también de ecosistemas, ya que se sitúa dentro de la transición entre las regiones Neártica-Neotropical (Benítez-Badillo et al., 2010). Uno de los tipos de vegetación más ricos y complejos que se encuentra en el estado, es el bosque tropical perennifolio, considerado entre los hábitats con mayor variedad biológica (Challenger, 1998). Sin embargo, gran parte del área que cubrían estos bosques han desaparecido, quedando no más del 10% de su superficie original, debido, principalmente, a factores antropogénicos, por lo que se considera a Veracruz uno de los estados con mayor cambio en el uso de suelo, donde la vegetación primaria actual sólo se encuentra en fragmentos (Challenger, 2003).

A pesar de este panorama, existen zonas en la entidad donde todavía se mantienen ambientes con vegetación nativa relativamente conservados, particularmente la sierra de Chiconquiaco; región montañosa que se encuentra en el municipio de Misantla, que presenta variaciones ambientales muy contrastantes en una corta extensión territorial (Gómez-Pompa, 1966).

La región de Misantla contenía una vegetación muy diversa y junto con la región de la Huasteca constituían el límite norteño de las selvas altas del trópico húmedo en el continente Americano (Gómez-Pompa, 1966). Actualmente, la mayor parte del territorio misantleco presenta una gran actividad agropecuaria, más del 60% del territorio corresponde a tierras dedicadas a pastizales y agricultura (Inegi, 2009).

La fragmentación antropogénica del hábitat es una de las mayores amenazas para la biodiversidad (Fahrig, 2003), los efectos de la fragmentación del paisaje sobre la diversidad y abundancia de las especies puede ser evaluada

mediante el estudio de la diversidad alfa, beta y gamma (Halffter, 1998). Estas mediciones tienen importantes implicaciones para la biología de la conservación, en la identificación, manejo y planteamiento estratégico de territorios prioritarios, puesto que permite observar aquellos sitios en los que difieren en constitución de especies y así elegir aquellas zonas que en conjunto incluyan el mayor número de especies posibles (Koleff, 2002). Particularmente en Misantla no se cuenta con la información necesaria para llevar a cabo estrategias de manejo y planes de conservación de mamíferos, el primer paso para realizar estos proyectos es la realización de un inventario, así como la estimación de la abundancia y diversidad de las poblaciones de mamíferos como indicadores de la importancia que presenta el municipio en la conservación de estas especies.

El conocimiento regional de su biodiversidad es pobre, la vegetación se conoce por el trabajo de Gómez-Pompa (1966), y no se han realizado trabajos mastofaunísticos en la zona, aunque de manera general varios autores han contribuido en el conocimiento de la mastofauna de Veracruz, donde tratan aspectos sobre la diversidad, distribución geográfica y conservación de las especies de mamíferos silvestres (Hall y Dalquest, 1963; Gaona y González-Christen, 1994; González-Christen y Vicario, 1997; González-Christen, 2000, 2002, 2003, 2008; Gaona et al., 2003; González-Christen, 2010a, 2010b). Cervantes y Hortelano-Moncada (1991) y González-Romero y Lara-López (2006) contribuyen al conocimiento de la fauna silvestre de La Mancha, región cercana al área de estudio.

El objetivo general del presente estudio es analizar la diversidad de mamíferos silvestres presentes en el municipio de Misantla, estado de Veracruz, México, y los particulares son: 1) realizar el inventario mastofaunístico del municipio de Misantla; 2) obtener una estimación de la diversidad y abundancia relativa estacional de los mamíferos pequeños.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** El municipio de Misantla se encuentra en la zona montañosa al centro del estado de Veracruz, la ciudad de Misantla se encuentra en las coordenadas 19°56' latitud norte y 96°51' longitud oeste, a una altura de 300 m snm; la altitud oscila de los 100 a los 2 300 m. Limita al norte con los municipios de Martínez de la Torre, San Rafael y Nautla; al este con Nautla, Vega de Alatorre, Colipa y Yecuatla; al oeste con Tenochtitlán, Altotonga, Atzalán y Martínez de la Torre; al sur con Chiconquiaco, Landero y Coss, Miahuatlán y Tonayán (Fig. 1). El municipio tiene una superficie de 537.94 km<sup>2</sup>;

lo que representa el 0.74% de la superficie total del estado (Inegi, 2009).

El relieve es heterogéneo, topográficamente se pueden diferenciar 2 zonas, la sierra de Chiconquiaco que pertenece al Cinturón Neovolcánico Transversal (Geissert-Kientz y Enríquez-Fernández, 2011) y que regionalmente alcanza alturas superiores a los 2 000 m, y está formada por un complejo topográfico de cañadas y barrancas, confinada a la parte sur del municipio; y la planicie costera, 0 a 300 m snm, al norte; que se encuentra interrumpida por cadenas de cerros de 400 a 500 m de altitud. El clima existente en la zona es semicálido (A) C y cálido A con lluvias todo el año prevaleciendo en el verano ((A) C (fm) a (e); Köppen, modificado por García, 1964), la temperatura promedio anual es de 23° C y su precipitación media anual es de 2 036 mm; entre los meses de julio a septiembre hay disminución de la precipitación, periodo que se le conoce como sequía intraestival o "canícula" (Gómez-Pompa, 1966; Tejeda-Martínez, 1998; Inafed, 2005).

En el suelo misantleco predominan 3 tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, presenta árboles de 15 a 35 m de alto, se ubica en las regiones con altitud de 900 a 2 000 m y la principal asociación en esta sierra es el bosque de *Quercus-Liquidambar* (BQL). El bosque tropical perennifolio y subperennifolio, denominado selva mediana (SM), contiene árboles de 15 a 25 m de altura, tales como *Brosimum alicastrum* y *Pseudolmedia oxyphyllaria*, se distribuye de 0 a 1 300 m snm. Por último, la vegetación riparia (VR) está asociada a los bosques de *Brosimum*, crece a las orillas de los ríos y arroyos (Gómez-Pompa, 1966; Rzedowski, 2006).

**Trabajo de campo.** Para el inventario mastofaunístico se seleccionaron 8 localidades del municipio de Misantla, Veracruz, que fueron estudiadas tanto en la temporada de secas como en la de lluvias (Cuadro 1). El trabajo de campo se realizó, a partir de abril de 2010 a abril de 2011; intentando que los días de muestreo coincidieran con la luna nueva. En cada salida se visitaron 2 localidades, éstas se hicieron de manera alternada, con el fin de obtener la temporalidad de los registros; y se obtuvo un muestreo total de 87 días de trabajo efectivo.

Los registros de especies de mamíferos se obtuvieron mediante colectas de campo por métodos convencionales. Para la colecta de mamíferos voladores, musarañas, roedores y mamíferos medianos se emplearon redes de niebla (Mist Net), trampas pitfall, trampas Sherman y trampas Tomahawk, respectivamente, bajo el permiso de colector científico FAUT-0170 expedido por Semarnat. Se emplearon métodos indirectos de muestreo para obtener registros de mamíferos medianos y grandes. Las redes de niebla se colocaron antes del anochecer (3 a 4 redes) con longitudes de 9 y 12 m, se colocaron cerca de cuerpos de



impresiones de huellas, además, se tomaron en cuenta los testimonios de la gente del lugar asumiendo la veracidad de la información.

A todos los ejemplares se les tomaron medidas somáticas convencionales (Reid, 1997; Lira et al., 1994), datos reproductivos, testículos escrotados, lactancia, número de embriones, sexo, edad, muda, coordenadas geográficas y altitud (GPS marca GARMIN, modelo eTrex Vista HCX, Datum WGS84).

*Trabajo de gabinete.* Los ejemplares fueron depositados y catalogados en piel, cráneo y esqueleto con las técnicas estándares (Hall, 1981), así como tejidos congelados en la Colección Mastozoológica del Museo de Zoología (MZFC) Alfonso L. Herrera, de la Facultad de Ciencias, UNAM. Para la determinación taxonómica de los ejemplares se utilizó literatura especializada (Hall, 1981; Álvarez et al., 1994; Medellín et al., 2008) y para la determinación de los registros indirectos se usó la guía de rastros de mamíferos de Aranda (2000). El arreglo sistemático de las especies determinadas se basó en Wilson y Reeder (2005).

*Esfuerzo de captura.* El esfuerzo de captura de mamíferos voladores (Chiroptera) se calculó de acuerdo con el método propuesto por Medellín (1993), a partir del número de metros de red por las horas que éstas permanecieron abiertas. Para mamíferos no voladores capturados con trampas Sherman, el esfuerzo se estimó con el número total de trampas colocadas, multiplicado por las noches de muestreo (trampas/noche), para la época seca y lluviosa, así como el total del estudio.

*Análisis de datos.* Los datos se analizaron por época seca, abril a agosto de 2010 y abril de 2011, y época de lluvias, octubre a diciembre de 2010 y febrero de 2011. La diversidad de la mastofauna del municipio de Misantla se estimó utilizando: 1) riqueza de especies. Se calculó la riqueza específica como el número de especies registradas en el área de estudio, mediante el conteo directo de las especies por tipo de vegetación y en cada localidad; asimismo, esta riqueza fue evaluada mediante curvas de acumulación de especies y estimadores de riqueza de especies (Moreno, 2001; Magurran, 2004). Primero, se calculó una curva de acumulación de especies, con el propósito de evaluar la proporción de la fauna registrada, empleando el modelo de Clench (1979); utilizando el programa Statistica versión 8 con los datos observados y ésta a su vez, se ajustó al modelo para encontrar la asíntota y la pendiente de la curva, la cual nos muestra la calidad del muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; StatSoft, 2008). Asimismo, se estimó la riqueza total esperada mediante un modelo no paramétrico basado en abundancia, para ello, se empleó el modelo Chao 1 usando el programa EstimateS versión 8 (Colwell, 2006).

Se mencionan las especies endémicas de México de acuerdo con lo propuesto por Ceballos y Oliva (2005). Se indican las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la Nom-059-Semarnat-2010 (Semarnat, 2010), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites, 2012). 2) Diversidad. Se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) por temporada y por tipo de vegetación, los valores se compararon con una prueba de  $t$  de Student modificada por Hutcheson (1970) para probar diferencias significativas entre temporadas y entre todas las combinaciones de pares de tipos de vegetación (SM-BQL, BQL-VR y SM-VR; Sánchez y López, 1988; Moreno, 2001). 3) Abundancia relativa. Para el análisis de abundancias relativas sólo se consideraron los grupos en los que se obtuvo un mayor número de capturas; una especie de tlacuache, roedores y murciélagos; para los mamíferos medianos se presentan los datos de los registros obtenidos, no como indicador de abundancia, sino para señalar la frecuencia con que fueron encontrados. Se utilizaron índices de abundancia relativa (IAR) empleando el esfuerzo de captura de mamíferos pequeños por cada época del año y el tiempo total del estudio. Para calcular el IAR de quirópteros se dividió el número de individuos registrados entre el esfuerzo total de capturas, metros red/horas trabajadas, multiplicado por 1 000 ( $IAR = n/\text{esfuerzo de captura} * 1\ 000$ ; Medellín, 1993). En el caso de mamíferos pequeños no voladores el IAR se obtuvo al dividir el número total de individuos capturados entre el esfuerzo total de capturas (noches/trampa), multiplicado por 100 ( $IAR = n/\text{esfuerzo de captura} * 100$ ; Nichols y Conroy, 1996).

## Resultados

*Esfuerzo de captura.* El esfuerzo de captura total en redes fue de 18 792 m/red/h, mientras que para roedores fue de 6 960 trampas/noche. El esfuerzo de muestreo fue ligeramente mayor en temporada de lluvias, con un esfuerzo de 9 504 m/red/h y de 3 520 trampas/noche para mamíferos pequeños voladores y no voladores, respectivamente; en esta temporada se capturaron 472 individuos representados en 8 especies de murciélagos y 7 de mamíferos terrestres. Mientras que en la época seca el esfuerzo de captura para mamíferos voladores fue de 9 288 m/red/h y para no voladores de 3 440 trampas/noche, en esta época se registraron menor cantidad de individuos (222), pero mayor número de especies (22).

*Riqueza de especies.* Se obtuvieron en total 740 registros, de los cuales 248 corresponden a ejemplares recolectados y depositados en el Museo de Zoología con números

de catálogo del 11091 al 11339 MZFC-M. La riqueza detectada representa 42 especies nativas sistemáticamente referidas en 17 familias y 33 géneros agrupados en 7 órdenes, conforme al arreglo taxonómico de Wilson y Reeder (2005), y 2 especies introducidas (*Mus musculus* y *Rattus rattus*), 1 familia, 2 géneros. La mastofauna presente en Misantla representa alrededor de 21.9% de las especies de mamíferos terrestres reconocidos para Veracruz y el 8.8% para México (Ramírez-Pulido et al., 2005; González-Christen, 2010a, 2010b). El orden Chiroptera es el mejor representado con 16 murciélagos (38.09%), seguido del orden Rodentia que cuenta con 11 especies (26.19%), Carnivora con 9 especies (21.43%), Didelphimorphia con 3 especies (7.14%) y los órdenes Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla están representados por 1 sola especie (Apéndice).

De acuerdo con el tipo de vegetación, la mayoría de los registros se encontraron en SM con 38 especies (51.4%), seguido por el BQL con 25 especies (33.8%) y VR con 11 mamíferos (14.9%); 18 especies se encontraron en un solo tipo de vegetación (*Glossophaga soricina*, *Carollia perspicillata*, *Carollia sowelli*, *Sturnira lilium*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Eptesicus furinalis*, *Myotis velifer*, *L. wiedii*, *Mustela frenata*, *Mephitis macroura*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor*, *E. barbara*, *Baiomys musculus*, *Sigmodon toltecus*, *Oryzomys rostratus* y *S. mexicanus*; Apéndice).

En cuanto a la riqueza por localidad, en Pueblo Viejo se registró el mayor número de especies con 18 (40.90%), seguido Villa Nueva y San Felipe Cerro Quebrado I con 16 (36.36%) especies en cada localidad, Salvador Díaz Mirón con 15 (34.09%), Los Ídolos con 13 (29.54%) y localidades con una riqueza menor a 10 especies fueron Ignacio Zaragoza, Cerro Gordo y Manuel Gutiérrez Nájera con 8, 7 y 6 especies, respectivamente (Apéndice).

De las especies registradas, una es endémica de México (*O. chapmani*), 4 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, en la Nom-059-Semarnat-2010: *L. wiedii* y *E.*

*barbara* en peligro de extinción (P), *P. flavus* sujeta a protección especial (Pr) y *S. mexicanus* amenazada (A); *L. wiedii* está enlistado de acuerdo con la IUCN (2011) como casi amenazado y en el Apéndice I de Cites (2012). Lo anterior representa el 9.5% de las 42 especies nativas registradas de mamíferos en la zona estudiada.

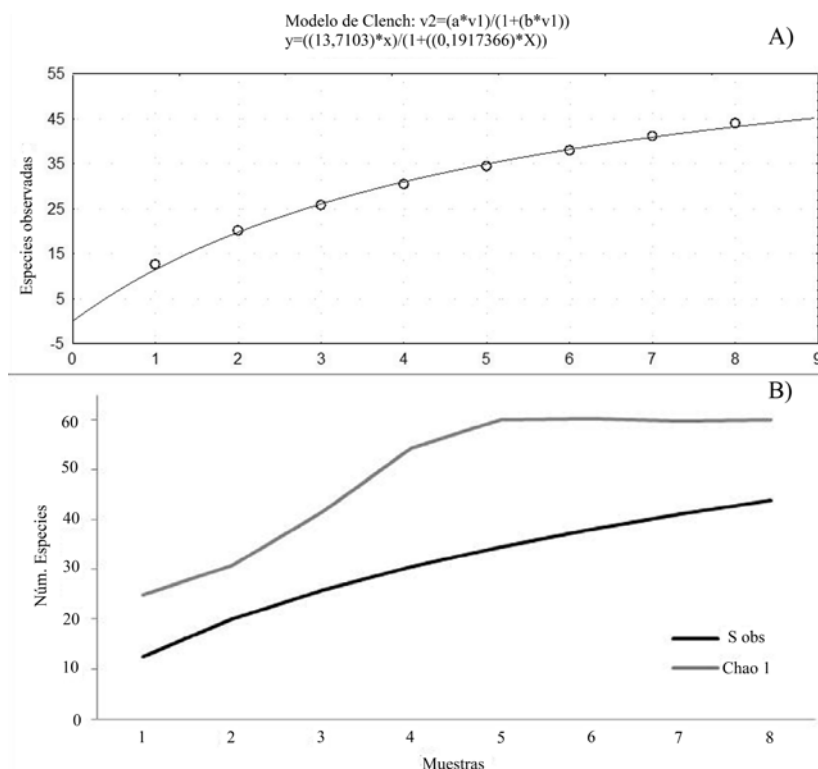
*Curvas de acumulación de especies.* El modelo de curvas de acumulación de especies de Clench predice un total de 71 mamíferos para Misantla, según la predicción, aproximadamente, faltan 27 especies. En cuanto al modelo no paramétrico también se sugiere que aún faltan especies por encontrarse, ya que la curva de acumulación de especies observadas es no asintótica, este estimador considera un total de 60 especies para completar el inventario en la zona estudiada (faltarían 16 especies; Fig. 2).

*Diversidad.* El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) obtenido para la quiropteroфаuna en las temporadas de secas y lluvias, así como para el total del estudio fue de 2.31, 1.46 y 2.15, respectivamente. La prueba estadística de  $t$  de Student muestra que existen diferencias significativas entre las 2 temporadas, siendo la diversidad más alta en la temporada seca ( $t= 5.38$ ;  $g. l.= 95$ ;  $p< 0.05$ ). En el caso de los mamíferos pequeños no voladores el índice ( $H'$ ) obtenido en las temporadas de secas y lluvias, así como para el total del estudio fue de 0.86, 0.64 y 0.73, respectivamente, no se encontraron diferencias significativas entre las 2 temporadas ( $t= 1.48$ ;  $g. l.= 160$ ;  $p< 0.05$ ).

En cuanto a la diversidad por tipos de vegetación, el índice ( $H'$ ) arrojó valores de 2.24, 1.28 y 1.15 en SM, BQL y VR, respectivamente para mamíferos voladores, mientras que para mamíferos pequeños no voladores fueron de 0.55, 1.03 y 0.53 en SM, BQL y VR. En general, se presentan diferencias estadísticas significativas de valores de diversidad entre los tipos de vegetación (Cuadro 2). La mayor diversidad se encuentra en la SM ( $H'$  murciélagos= 2.24,  $H'$  roedores= 0.55), excepto entre este tipo de

**Cuadro 2.** Valores de la prueba estadística  $t$  de Student modificada por Hutcheson (1970) entre los tipos de vegetación (SM= selva mediana, BQL= bosque de *Quercus-Liquidambar*, VR= vegetación riparia) para mamíferos pequeños voladores y no voladores.  $t$ = prueba  $t$  de Student,  $g. l.$ = grados de libertad, \*existen diferencias significativas

	SM		BQL		VR	
	Voladores	No voladores	Voladores	No voladores	Voladores	No voladores
SM	—	—	$t= 5.619$ * $g.l.= 67$ $p< 0.05$	$t= 4.178^*$ $g.l.= 253$ $p< 0.05$	$t= 7.292^*$ $g.l.= 52$ $p< 0.05$	$t= 0.232$ $g.l.= 334$ $p< 0.05$
BQL	—	—	—	—	$t= 1.213$ $g.l.= 72$ $p< 0.05$	$t= 4.314^*$ $g.l.= 225$ $p< 0.05$



**Figura 2.** A, curva de acumulación de especies de mamíferos de Misantla de acuerdo con el modelo de Clench. En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado; el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado. Círculos: curva aleatorizada. Línea continua: función de Clench ajustada a la curva. B, curva de acumulación de especies observadas (Sobs) y estimador no paramétrico (Chao 1) de los mamíferos de Misantla.

vegetación y el BQL, en donde la mayor diversidad fue para mamíferos no voladores ( $H' = 1.03$ ).

**Abundancia relativa.** En el estudio de la quiropterofauna se realizó un mayor esfuerzo en la época de lluvias, sin embargo, se capturó un mayor número de individuos durante la época seca (111 vs 53), así como también más especies (16 vs 8). Los valores que arrojó el cálculo del IAR de cada especie se muestran en el cuadro 3. Durante todo el estudio las 3 especies de murciélagos más abundantes fueron, en orden descendente, *S. ludovici*, *Myotis keaysi* y *C. perspicillata*; *S. ludovici* mostró el mayor IAR total y en las 2 épocas, la colecta de esta especie representa el 34.75% del total de registros de quirópteros, en contraste con 8 especies que presentaron bajas abundancias, por contar con menos de 10 individuos.

En cuanto a los mamíferos pequeños no voladores, se atraparon mayor cantidad de individuos en la época de lluvias (419 vs 111) y la riqueza de especies entre las 2 épocas fue mayor también en esta época (7 vs 6). Las 3 especies más abundantes durante todo el estudio fueron

*P. mexicanus*, *O. chapmani* y *O. couesi*, las 6 especies restantes tuvieron menos de 10 individuos cada una. La colecta de *P. mexicanus* conforma el 82.07% del total de mamíferos pequeños no voladores, que aumento casi 3 veces su IAR en la temporada de lluvias, con respecto a la época seca (Cuadro 3).

**Frecuencia de mamíferos medianos.** Se registraron 17 especies de mamíferos de talla mediana a grande, 14 especies presentaron frecuencias menores a 3 registros; de éstas, 6 tuvieron sólo 1 registro (*Cuniculus paca*, *E. barbara*, *L. wiedii*, *Mazama temama*, *S. mexicanus* y *P. flavus*) y sólo 2 especies presentaron 8, *Didelphis virginiana* y *Sciurus aureogaster* (Cuadro 4).

## Discusión

**Riqueza de especies.** El municipio no contaba con algún informe publicado de la diversidad de sus mamíferos y su conocimiento se obtenía de manera parcial con obras generales como las de Hall y Dalquest (1963) y

**Cuadro 3.** Abundancias relativas de mamíferos pequeños en temporada de seca y lluvia, así como el total del estudio. Se indica el número de individuos capturados y el índice de abundancia relativa (IAR). El cálculo del IAR para murciélagos es independiente del cálculo para mamíferos no voladores

Especie	Índice de Abundancia Relativa					
	Seca		Lluvia		Total	
	N° ind.	IAR	N° ind.	IAR	N° ind.	IAR
<i>Desmodus rotundus</i>	5	0.54	1	0.11	6	0.32
<i>Diphylla ecaudata</i>	3	0.32	0	0	3	0.16
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	0.11	1	0.11	2	0.11
<i>Glossophaga soricina</i>	6	0.65	0	0	6	0.32
<i>Carollia perspicillata</i>	9	0.97	3	0.32	12	0.64
<i>Carollia sowelli</i>	8	0.86	2	0.21	10	0.53
<i>Sturnira lilium</i>	8	0.86	0	0	8	0.43
<i>Sturnira ludovici</i>	31	3.34	26	2.74	57	3.03
<i>Artibeus aztecus</i>	4	0.43	0	0	4	0.21
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	0.32	2	0.21	5	0.27
<i>Artibeus lituratus</i>	1	0.11	0	0	1	0.05
<i>Pteronotus parnellii</i>	2	0.22	4	0.42	6	0.32
<i>Eptesicus furinalis</i>	1	0.11	0	0	1	0.05
<i>Eptesicus fuscus</i>	11	1.18	0	0	11	0.59
<i>Myotis keaysi</i>	17	1.83	14	1.47	31	1.65
<i>Myotis velifer</i>	1	0.11	0	0	1	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>		<b>53</b>		<b>164</b>	
<i>Marmosa mexicana</i>	0	0	2	0.06	2	0.03
<i>Heteromys irroratus</i>	6	0.17	3	0.09	9	0.13
<i>Baiomys musculus</i>	2	0.06	0	0	2	0.04
<i>Peromyscus mexicanus</i>	90	2.62	345	9.80	435	6.25
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	0	0	1	0.03	1	0.01
<i>Oryzomys chapmani</i>	3	0.09	53	1.51	56	0.80
<i>Oryzomys couesi</i>	9	0.26	14	0.40	23	0.33
<i>Oryzomys rostratus</i>	0	0	1	0.03	1	0.01
<i>Sigmodon toltecus</i>	1	0.03	0	0	1	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>		<b>419</b>		<b>530</b>	

González-Christen (2010a, 2010b), en el presente trabajo se documenta por primera vez información sobre la mastofauna del municipio de Misantla, a partir de trabajo de campo en su territorio.

El inventario cubrió más del 70% de las especies estimadas tanto para el modelo asintótico (modelo de Clench) como para el estimador no paramétrico (Chao 1); si bien, no se alcanzó la asintota, existió una tendencia para llegar a ella, además de una aproximación considerable entre la riqueza observada y la esperada. Tanto la riqueza de especies como la cantidad de individuos detectados

se pudo haber incrementado mediante la utilización de otros dispositivos de registro; trampas de arpa, análisis de detección bioacústica, colocación de redes a nivel superior del dosel para la miembros de la familia Molossidae y Vespertilionidae, fototrampeo; Brosset et al., 1996; Kalko et al., 1996; así como buscar lugares nuevos de muestreo.

Al comparar el número de especies registradas en Misantla (44) con otras obtenidas por trabajos similares realizados en zonas tropicales del estado de Veracruz, como Los Tuxtlas (128), Reserva de la Biosfera Santa Marta (102), Centro de Investigaciones Costeras La

**Cuadro 4.** Frecuencia de registros de mamíferos medianos y grandes de Misantla, Veracruz

<i>Especie</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Didelphis marsupialis</i>	2
<i>Didelphis virginiana</i>	8
<i>Dasypus novemcinctus</i>	4
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2
<i>Leopardus wiedii</i>	1
<i>Canis latrans</i>	2
<i>Eira barbara</i>	1
<i>Mustela frenata</i>	2
<i>Mephitis macroura</i>	2
<i>Bassariscus astutus</i>	2
<i>Nasua narica</i>	2
<i>Potos flavus</i>	1
<i>Procyon lotor</i>	2
<i>Mazama temama</i>	1
<i>Sciurus aureogaster</i>	8
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	1
<i>Cuniculus paca</i>	1

Mancha (52) y en la Zona de Protección Forestal y Fáunica de Santa Gertrudis en el municipio Vega de Alatorre (22 murciélagos; González-Christen, 2002, 2003, 2008), se observó en Misantla una riqueza de mamíferos menor, la diferencia puede deberse a la complejidad territorial, así como la intensidad, estrategias y tiempo de muestreos.

La riqueza de mamíferos en Misantla está concentrada en los órdenes Chiroptera y Rodentia, que contienen las familias Phyllostomidae y Cricetidae mejor representadas, órdenes y familias de mamíferos que poseen a la gran mayoría de las especies de México (Ceballos y Oliva, 2005). De particular importancia es el registro de *Artibeus aztecus* al aumentar su intervalo altitudinal, ya que se capturó a menor altitud (363 a 400 m snm) de la que se tenía registrada para México (1 550 a 2 500 m snm; Ortega y Ayala, 2005).

El análisis de la presencia de mamíferos en los distintos tipos de vegetación de Misantla, muestra que la selva mediana (38 especies) fue la mejor representada. Sin embargo, este resultado puede estar sesgado, debido a que prácticamente todas las localidades presentan este tipo de vegetación. Cabe destacar que en este tipo de vegetación se detectaron 6 especies que no se encontraron en los otros tipos de vegetación estudiados.

En las localidades que se sitúan en la parte sur del municipio: Pueblo Viejo, Salvador Díaz Mirón y Villa

Nueva, se registraron mayor número de especies (11 a 16). Estas localidades se visitaron en 2 ocasiones, en cambio las localidades Ignacio Zaragoza, Cerro Gordo y Manuel Gutiérrez Nájera se muestrearon sólo 1 vez, donde se encontraron menos de 10 especies en cada una. Las diferencias en la riqueza detectada en parte es producto del tamaño de la muestra como señalan Colwell et al. (2005), pero también influye que al sur del municipio está la zona relativamente más conservada, en esta zona existe mayor riqueza vegetal y altura del dosel, lo que de acuerdo con Gallina et al. (2008) proporciona más recursos alimenticios, refugios y protección a los mamíferos. La presencia de la única especie endémica (*O. chapmani*) y las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (i. e. *L. wiedii*, *E. barbara*) se registraron en las localidades del sur del municipio, lo cual subraya la importancia de esta zona de estudio.

Los tipos de vegetación con mayor número de especies en Veracruz son los bosques mesófilos de montaña y tropical perennifolio (Flores y Gerez, 1994); en el presente estudio no son la excepción, el método utilizado para evaluar la diversidad muestra que existe mayor diversidad de mamíferos pequeños en SM. Este resultado es el reflejo de las diferencias en la abundancia entre las especies presentes en cada tipo de vegetación. Este patrón se ha registrado en otros ambientes tropicales, donde la diversidad y abundancia de algunas especies es elevada, como en la SM (García-Morales y Gordillo-Chávez, 2011; González-Christen, 2008; Vargas-Miranda et al., 2008).

La SM es un hábitat complejo desde el suelo hasta el dosel, proporciona varias superficies de sustrato vegetal que contiene potencialmente una amplia variedad de invertebrados y plantas, que sirven de alimento a una gran diversidad de mamíferos (August, 1983). Otra razón por la que se detectó mayor diversidad en SM, probablemente sea debido al grado de perturbación, ya que este tipo de vegetación se encontraba relativamente más cercano a sitios dedicados a la actividad agrícola como: cultivos de cítricos, plátanos y cafetales, y ganadera, por lo que se incrementa la heterogeneidad espacial o hábitats disponibles, como se ha observado en general para roedores (Mellink, 1985; Horváth et al., 2001).

*Diversidad y abundancia.* La diversidad ( $H'$ ) de quirópteros mostró una diferencia estadística significativa entre las temporadas, alcanzando un mayor valor en época seca, donde el registro de especies es por pocos individuos o uno solo (*Diphylla ecaudata*, *Anoura geoffroyi*, *A. lituratus*, *Pteronotus parnellii*, *E. furinalis* y *M. velifer*) y de acuerdo con Magurran (1988), el índice ( $H'$ ) aumenta conforme se incrementa la riqueza de especies (seca= 16 especies, lluvia= 8) y cuando los individuos se distribuyen más homogéneamente entre las especies. La mayor captura



de murciélagos en la temporada de secas tiene varias explicaciones plausibles: es probable que exista un mayor movimiento por parte de los murciélagos debido a la escasez de recursos -frutos, flores, insectos, agua- que provoca mayor captura de las especies (Hill y Smith, 1984). La diversidad ( $H'$ ) de murciélagos puede compararse con el estudio llevado a cabo en Yaxchilán, Chiapas, ya que se utilizó el mismo estimador; el índice de diversidad ( $H'$ ) registrado en ese trabajo en las 2 temporadas fue mayor en la temporada seca ( $H'$ seca= 2.5,  $H'$ lluvia= 2.0; Escobedo-Morales et al., 2005); ocurre lo mismo en el presente estudio, donde el valor de  $H'$  obtenido fue mayor en esa temporada. En otras regiones tropicales también el valor de diversidad ( $H'$ ) es mayor (La Val y Fitch, 1977; Cruz-Lara et al., 2004).

En cuanto a la abundancia, el mayor número de individuos también se presentó en la época seca, posiblemente en este periodo se ven forzados a aumentar el área de búsqueda de alimentos, debido a la escasez de éstos en esta época, así como también la búsqueda de refugios, de tal forma que se incrementa la probabilidad de que cayeran en las redes; por otro lado, los murciélagos son menos activos en las noches lluviosas, puesto que la lluvia interfiere con su sistema de ecolocación (Kozakiewicz y Szacki, 1995). La especie con mayor número de individuos fue *S. ludovici*, se registró en las localidades de la zona sur del municipio; esta especie se ve beneficiada por los hábitats fragmentados, forrajea áreas perturbadas, ya que aprovecha los frutos de especies de vegetación secundaria, es una especie generalista igual que *S. liliun* y especies del genero *Carollia* (Galindo-González et al., 2000).

En los mamíferos pequeños no voladores no se detectaron diferencias significativas del índice de diversidad ( $H'$ ) entre las 2 temporadas, donde sólo difieren en cantidad por una sola especie (seca= 7, lluvia= 6). El índice de diversidad ( $H'$ ) puede compararse con lo registrado en Yaxchilán, Chiapas, donde el valor de  $H'$  resultó mayor, tanto en las 2 temporadas como en el total del estudio ( $H'$ seca= 1.6,  $H'$ lluvia= 0.8,  $H'$ total= 1.3; Escobedo-Morales et al., 2005) comparado con el que aquí se obtuvo; aunque en este caso, sí se encontraron diferencias significativas entre las temporadas.

Si bien no hay diferencias estadísticas en la diversidad, en la abundancia intraespecífica es posible que existan, por ejemplo, *P. mexicanus* incrementó casi 3 veces su IAR en época lluviosa con respecto a la seca. La mayoría de los roedores aumentan el número de individuos en época de lluvias, debido a la disponibilidad de recursos en el ambiente, ya que se ve favorecido el crecimiento de vegetación, el suelo queda húmedo y hay mayor disponibilidad de recursos hídricos, lo que determina una estacionalidad en la abundancia (Da Fonseca y

Kierulff, 1989; Ceballos, 1995); *P. mexicanus* es una especie oportunista tanto en su alimentación como en su reproducción, ya que consume una extensa variedad de alimentos vegetales y animales y se reproduce todo el año (Reid, 1997; Mora, 2000). Los resultados sobre los datos de abundancia son muy parecidos a lo encontrado en ambientes similares, donde han registrado a este roedor como la especie más abundante (Cruz-Lara et al., 2004; Rojas-Rojas y Barboza-Rodríguez, 2007).

*Frecuencia de mamíferos medianos y grandes.* Con respecto a mamíferos medianos y grandes consideramos que es necesario se lleven a cabo estudios que estimen densidades poblacionales, lo cual permitirá realizar comparaciones con otros sitios. No obstante, se puede deducir que la baja abundancia de mamíferos medianos presentes en el municipio, es debido a que las especies de este orden generalmente requieren de gran extensión territorial para cubrir sus requerimientos ecológicos (Simonetti y Acosta, 2002) y la zona estudiada se encuentra bastante fragmentada, tal es el caso de *L. wiedii* y *E. barbara* que sólo se registraron en una ocasión mediante avistamiento directo, por lo que, la posibilidad de que sean naturalmente escasas en la zona de estudio es alta; además de que son consideradas especies raras en distintos estudios (Botello-López, 2006; Monroy-Vilchis et al., 2008). Estas 2 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo a pesar de la amplia distribución en América; se sabe que tienen alto riesgo de extinción local debido a la intensa cacería a la que están sujetas dentro de la zona de estudio, así como también debido a los procesos ambientales o antropogénicos. Cinco de los mamíferos medianos (*Canis latrans*, *P. flavus*, *M. temama*, *S. mexicanus* y *C. paca*) sólo fueron registrados gracias a los comentarios de los lugareños y aunque son especies relativamente comunes y de amplia distribución, es necesario confirmar su presencia en el municipio.

Se concluye que la riqueza específica de la mastofauna silvestre en Misantla comprende 42 especies nativas, donde las localidades del sur del municipio, sobre todo las zonas que presentan SM, sustentan la mayor riqueza de especies de mamíferos silvestres. Algunos factores de riesgo para la mastofauna son: la evidente fragmentación, la deforestación y la expansión de las zonas agrícolas, por lo que urge generar alternativas de manejo y restauración ambiental, y así lograr la conservación de estos mamíferos y un beneficio de las comunidades humanas que dependen de cierta forma de estos ecosistemas.

Finalmente, este inventario aporta información para el conocimiento de la riqueza y distribución de la mastofauna local y estatal, presenta una primera aproximación para el inicio de futuros estudios de índole conductual y ecológico, y representa una oportunidad para plantear acciones de

manejo, conservación y recuperación de los mamíferos silvestres del municipio de Misantla.

### Agradecimientos

Se agradece a los habitantes del municipio de Misantla por todo el apoyo brindado. Al Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo. A Asodiremi, A. C. (Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla), por el apoyo financiero. A los biólogos Marisol Ocampo y Arturo Olvera, por el invaluable apoyo en el trabajo de campo. Al Dr. Christian Delfín Alfonso, por su ayuda en la elaboración del mapa. Y a los dos revisores anónimos por los comentarios que permitieron mejorar el manuscrito.

### Literatura citada

- Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López-Vidal. 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz. 65 p.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz. 212 p.
- August, P. V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammals communities. *Ecology* 64:1495-1507.
- Benítez-Badillo, G., A. Hernández-Huerta, M. Equihua-Zamora, M. T. P. Pulido-Salas, S. Ibáñez-Bernal y L. Miranda-Martín. 2010. Biodiversidad. In Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Vol. 1. Patrimonio Natural, G. Benítez-Badillo y C. Welsh-Rodríguez (coords.). Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Universidad Veracruzana México, D. F. p. 171-202.
- Botello-López, F. J. 2006. Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 69 p.
- Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockle, J. Cosson y D. Masson. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74:1974-1982.
- Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical deciduous forests. In Seasonally dry tropical forests, S. Bullock, E. Medina y H. Mooney (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. p. 195-220.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 p.
- Cervantes, F. A. y Y. Hortelano-Moncada. 1991. Mamíferos pequeños de la Estación biológica El Morro de la Mancha, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 2:129-136.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 847 p.
- Challenger, A. 2003. La situación actual del medio ambiente en Veracruz: los servicios ambientales y la conservación ecológica. Conferencia magistral, seminario-taller internacional sobre servicios ambientales, Huatusco, Veracruz. [www.imacmexico.org](http://www.imacmexico.org); última consulta: 15.VIII.2012.
- Cites (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2012. Convection on international trade in endangered species of wild fauna and flora. Appendices I, II and III. <http://www.cites.org/eng/app/appendices.php>; última consulta: 25.VII.2012.
- Clench, H. K. 1979. How to make regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists' Society* 33:216-231.
- Colwell, R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2005. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies en su incidencia. In Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma, G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melik (eds.). Monografías tercer milenio. SEA, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Grupo Diversitas, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza. p. 73-84.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.0. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>; última consulta: 20.V.2012
- Cruz-Lara, L., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:63-81.
- Da Fonseca, G. A. B. y M. C. Kierulff. 1989. Biology and natural history of brazilian atlantic forest small mammals. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences* 34:99-152.
- Escobedo-Morales, L. A., L. S. León-Paniagua, J. Arroyo-Cabrales y O. J. Polaco. 2005. Diversidad y abundancia de los mamíferos de Yaxchilán, municipio de Ocosingo, Chiapas. In Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (eds.). Instituto de Biología, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 283-298.
- Fahrig, L. 2003. Effects habitat fragmentation of biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics*

- 34:487-515.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y usos de suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 439 p.
- Galindo-González, J., S. Guevara y V. J. Sosa. 2000. Bat- and bird- generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1693-1703.
- Gallina, S., A. González-Romero y R. Manson. 2008. Mamíferos pequeños y medianos. *In* Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación, R. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). Inecol, INE, Semarnat, México, D. F. p. 161-180.
- Gaona, S. y A. González-Christen. 1994. Síntesis de los mamíferos silvestres de Veracruz. *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología*. Xalapa, Veracruz 3:1-16.
- Gaona, S., A. González-Christen y R. López-Wilchis. 2003. Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del estado de Veracruz, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Tercera época 1:91-123.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Cuarta edición. Offset Larios. México, D. F. 71 p.
- García-Morales, R. E. y Gordillo-Chávez. 2011. Murciélagos del estado de San Luis Potosí: revisión de su conocimiento actual. *Therya* 2:1283-192.
- Geissert-Kientz, D. y E. Enríquez-Fernández. 2011. Geomorfología. *In* La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado. Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. p. 53-68.
- Gómez-Pompa, A. 1966. Estudios botánicos de la región de Misantla, Veracruz. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D. F. 173 p.
- González-Romero, A. y M. S. Lara-López. 2006. Los anfibios, reptiles y mamíferos. *In* Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha, P. Moreno-Casasola (ed.). Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz. p. 407-422.
- González-Christen, A. y H. D. Vicario. 1997. Mamíferos veracruzanos en vías de desaparición. Cuadernos de Cultura Popular e Instituto Veracruzano de Cultura. Xalapa. 38 p.
- González-Christen, A. 2000. Roedores de los bosques de Veracruz. *Foresta Veracruzana* 2:33-38.
- González-Christen, A. 2002. Uso de los mamíferos silvestres en Santa Gertrudis, municipio de Vega Alatorre Veracruz. *Memorias del VI Congreso Nacional de Mastozoología*. Oaxaca. 215 p.
- González-Christen, A. 2003. Los murciélagos de la zona de protección forestal y faúnica de Santa Gertrudis, Veracruz, México. *Memorias del VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación*. San Cristóbal de Las Casas. 260 p.
- González-Christen, A. 2008. La diversidad, alfa, beta y gama de la mastofauna en la sierra de Santa Marta, Veracruz, México. *In* Avances en el estudio de los mamíferos de México. Vol. II, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F. p. 103-123.
- González-Christen, A. 2010a. Los mamíferos de Veracruz. Guía ilustrada. Colección la Ciencia en Veracruz, Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Xalapa. 191 p.
- González-Christen, A. 2010b. Los mamíferos de Veracruz: distribución, endemismo y estado de conservación. *In* Biodiversidad de Veracruz: ecosistemas terrestres, A. Cruz-Angón (coord.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. p. 579-592.
- Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International (Special issue)* 36:3-17.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons. Vol. 1, New York. 616 p.
- Hall, E. R. y W. W. Dalquest. 1963. The mammals of Veracruz. University of Kansas, Publications of the Museum of Natural History 14:165-362.
- Hill, J. E. y J. D. Smith. 1984. Bats. A natural history. British Museum of Natural History. Heffers Printers Ltd., Cambridge. 243 p.
- Horváth, A., I. J. March y H. D. Wolf. 2001. Rodent diversity and land use in Montebello, Chiapas, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36:169-176.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29:151-154.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Misantla, Veracruz de Ignacio de la Llave, México, D. F. 9 p.
- Inafed (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2005. Enciclopedia de los Municipios de México: Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2011. IUCN Red list of threatened species. Versión 2012.2. <http://www.redlist.org>; última consulta: 18.V.2012.
- Jiménez-Valverde, A. y J. P. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Kalko, E. K. V., C. O. Handley y D. Handley. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community. *In* Long-term studies in vertebrate communities, M. Cody y J. Smallwood (eds.). Academic Press, Los Ángeles. p. 503-553.
- Koleff, P. 2002. Spatial species turnover: patterns, determinants, and implications. Tesis doctorado, Universidad de Sheffield, South Yorkshire. 158 p.

- Kozakiewicz, M. y J. Szacki. 1995. Movements of small mammals in a landscape: patch restriction or nomadism? *In* Landscape approaches in mammalian ecology and conservation, W. Z. Lidicker (ed.). University of Minnesota Press. Minnesota. p. 78-94.
- La Val, R. K. y H. S. Fitch. 1977. Structure, movements, and reproduction in three Costa Rican bat communities. *Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas* 69:1-28.
- Lira, I. E., C. Mudesphacher y B. García. 1994. *Theria diccionario de mamíferos*. AGT Editor, S. A. México. D. F. 174 p.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Sydney. 247 p.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts. 256 p.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo. *In* Avances en el estudio de los mamíferos de México, R. A. Medellín y G. Ceballos. Publicación especial. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. p. 333-354.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p 79.
- Mellink, E. 1985. Agricultural disturbance and rodents: three farming systems in the Sonoran Desert. *Journal of Arid Environments* 8:207-222.
- Monroy-Vilchis, O., L. Cabrera, P. Suárez, M. M. Zarco-González, C. Rodríguez-López y V. Urios. 2008. Uso tradicional de vertebrados silvestres en la sierra Nanchititla, México. *Interciencia* 33:308-113.
- Mora, J. M. 2000. Los mamíferos silvestres de Costa Rica. Universidad Nacional Estatal a Distancia, San José. 222 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- Nichols, J. D. y M. J. Conroy. 1996. Techniques for estimating abundance and species richness. *In* Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals, D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. p. 177-234.
- Ortega, L. G y M. Ayala. 2005. *Dermanura azteca* Andersen 1906. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 p.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southern Mexico. Oxford University Press, New York. 334 p.
- Rojas-Rojas, L. y M. Barboza-Rodríguez. 2007. Ecología poblacional del ratón *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 55:1037-1050.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. Primera edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 504 p.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75:119-145.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 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 2010, Segunda Sección. México.
- StatSoft. 2008. *Statistica. Data analysis software system and computer program manual*. Versión 8.0. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma.
- Simonetti, J. y G. Acosta. 2002. Conservando biodiversidad en tierras privadas: el ejemplo de los carnívoros. *Revista Ambiente y Desarrollo* 18:51-59.
- Tejeda-Martínez, A. 1998. Sinopsis climática de Misantla, Veracruz. Colección Textos Universitarios, Universidad Veracruzana. Xalapa. 60 p.
- Vargas-Miranda, B., J. Ramírez-Pulido y G. Ceballos. 2008. Mamíferos del estado de Puebla. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12:59-112.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds.). 2005. *Mammal species of the World, a taxonomic and geographic reference*. Tercera edición. Smithsonian Institution Press. American Society of Mammalogists. Washington D. C. 2142 p.

**Apéndice.** Especies registradas en el municipio de Misantla, Veracruz, México. Se presenta el tipo de registro, tipos de vegetación y localidad. Abreviaturas, registro: c= capturado, v= registro visual, tes= testimonio, r= rastros. Tipos de vegetación: SM= selva mediana, BQL= bosque de *Quercus-Liquidambar*, VR= vegetación riparia. Localidad: 1= San Felipe Cerro Quebrado I, 2= Ignacio Zaragoza, 3= Cerro Gordo, 4= Los Ídolos, 5= Pueblo Viejo, 6= Manuel Gutiérrez Nájera, 7= Salvador Díaz Mirón y 8= Villa Nueva.

<i>Categoría taxonómica</i>	<i>Registro</i>	<i>Tipos de vegetación</i>	<i>Localidad</i>
Orden Didelphimorphia			
Familia Didelphidae			
Subfamilia Didelphinae			
<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	c, tes	SM, BQL, VR	7
<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1972)	c, v, tes, r	SM, BQL, VR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<i>Marmosa mexicana</i> (Merriam, 1897)	c	SM, BQL	8

## Apéndice. Continúa

<i>Categoría taxonómica</i>	<i>Registro</i>	<i>Tipos de vegetación</i>	<i>Localidad</i>
Orden Cingulata			
Familia Dasypodidae			
Subfamilia Dasypodinae			
<i>Dasyopus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	c, tes	SM, BQL	5, 8
Orden Lagomorpha			
Familia Leporidae			
<i>Sylvilagus floridanus</i> (Allen, 1890)	c, tes	SM, BQL	5, 7
Orden Chiroptera			
Familia Phyllostomidae			
Subfamilia Desmodontinae			
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	c	SM, VR	1, 3, 5
<i>Diphylla ecaudata</i> (Spix, 1823)	c	SM, BQL	5
Subfamilia Glossophaginae			
<i>Anoura geoffroyi</i> (Gray, 1838)	c	SM, BQL, VR	5, 8
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	c	SM	1, 2
Subfamilia Carollinae			
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	c	SM	1, 2, 4, 7, 8
<i>Carollia sowelli</i> (Baker et al., 2002)	c	SM	1, 2, 4, 5, 8
Subfamilia Stenodermatinae			
<i>Sturnira lilium</i> (Geoffroy, 1810)	c	SM	2, 4
<i>Sturnira ludovici</i> (Anthony, 1924)	c	SM, BQL, VR	1, 4, 5, 6, 7, 8
<i>Artibeus aztecus</i> (Andersen, 1906)	c	SM, BQL, VR	5, 8
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821)	c	SM	1, 4
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	c	VR	5
Familia Mormoopidae			
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	c	SM, BQL	1, 8
Familia Vespertilionidae			
Subfamilia Vespertilioninae			
<i>Eptesicus furinalis</i> (d'Orbigny, 1847)	c	SM	4
<i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois, 1796)	c	SM, BQL	7
Subfamilia Myotinae			
<i>Myotis keaysi</i> (J. A. Allen, 1914)	c	SM, VR	1, 5
<i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	c	BQL	8
Orden Carnivora			
Familia Felidae			
Subfamilia Felinae			
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	v, tes	SM	7
Familia Canidae			
Subfamilia Caninae			
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	tes	SM, BQL	4
Familia Mustelidae			

**Apéndice.** Continúa

<i>Categoría taxonómica</i>	<i>Registro</i>	<i>Tipos de vegetación</i>	<i>Localidad</i>
Subfamilia Mustelinae			
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	v	BQL	7
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	c	SM	5
Familia Mephitidae			
<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	v	SM	2
Familia Procyonidae			
Subfamilia Bassariscinae			
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	v	SM	3
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	v, tes	SM, BQL	7
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	tes	SM, BQL	8
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	r, tes	SM	1
Orden Artiodactyla			
Familia Cervidae			
Subfamilia Odocoileinae			
<i>Mazama temama</i> (Kerr, 1972)	tes	SM, BQL	8
Orden Rodentia			
Familia Sciuridae			
Subfamilia Sciurinae			
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	c, v, tes	SM, BQL	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Familia Heteromyidae			
Subfamilia Heteromyinae			
<i>Heteromys irroratus</i> (Gray, 1868)	c	SM, BQL	1, 5, 6, 7
Familia Cricetidae			
Subfamilia Neotominae			
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	c	SM	3
<i>Peromyscus mexicanus</i> (De Saussure, 1860)	c	SM, BQL, VR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Subfamilia Sigmodontinae			
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (De Saussure, 1860)	c	SM, BQL	4
<i>Oryzomys chapmani</i> (Thomas, 1898)	c	SM, BQL, VR	4, 5, 6, 7, 8
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	c	SM, BQL, VR	1, 3, 4, 5, 7, 8
<i>Oryzomys rostratus</i> (Merriam, 1901)	c	BQL	7
<i>Sigmodon toltecus</i> (De Saussure, 1860)	c	SM	1
Familia Erenthizontidae			
Subfamilia Erethizontinae			
<i>Sphiggurus mexicanus</i> (Kerr, 1792)	tes	SM	1
Familia Cuniculidae			
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	tes	SM, BQL	5