

Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México

Fernando A. Cervantes^{1*} y Beatriz Riveros Lara

Abstract

This research reports the inventory of mammals of Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México, which is located in the northern part of the Huajuapán District in Sierra Mixteca, near the border on the state of Puebla. Field work was made during August 2006 - September 2007 using Sherman, Museum Special and Tomahawk traps, mist nets and one camera-trap; mammals also were recorded utilizing indirect methods and visual observations. A total of 32 species, 30 genera, 13 families and seven orders were recorded. Although Cosoltepec is not a large area, the number of documented species is relatively high; most taxa are nearctic and display a widespread distribution; this region is also relevant due to the occurrence of endemic species. Unfortunately, several mammal species are facing conservation problems locally and must be protected. Taxa recorded in this study represent the first records of mammals for Municipio de Cosoltepec and represent an important data set for the knowledge of mammals of Oaxaca.

Key words: Conservation status, endemism, Geographic distribution, inventory, Mammalia, Mixteca region.

Resumen

Este estudio presenta el inventario de los mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México, localizado en la parte norte del Distrito de Huajuapán en la Sierra Mixteca cerca de los límites con el estado de Puebla. Se realizaron muestreos durante agosto 2006 - septiembre 2007 utilizando trampas tipo Sherman, Museum Special, Tomahawk, redes niebla de nylon y una cámara trampa; los registros se hicieron también por métodos indirectos y observaciones visuales. Se registró un total de 32 especies, agrupadas en 30 géneros, 13 familias y siete órdenes. Aunque Cosoltepec no es una región grande, su número de especies documentadas es relativamente alto; la mayoría de especies son de afinidad Neártica y de amplia distribución geográfica; además destaca la presencia de diversas especies importantes por su endemidad y ubicación en categoría de riesgo de extinción, por lo que deben ser protegidas. Las especies registradas en este estudio representan los primeros registros de mamíferos para el Municipio de Cosoltepec y representan una parte importante del conocimiento de la mastofauna de Oaxaca.

¹Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Avenida Universidad 3000, Colonia Ciudad Universitaria, Coyoacán. 04510 México, Distrito Federal. fac@ibiologia.unam.mx (FAC), flak_br@hotmail.com (BRL)

* Corresponding author

Palabras clave: Distribución geográfica, endemismo, estado de conservación, inventario, Mammalia, región Mixteca.

Introducción

Los inventarios biológicos de flora y fauna generan conocimiento sobre la diversidad de una región y con ello proporcionan elementos necesarios para planear, desarrollar y promover proyectos de investigación, los cuales, a su vez, aportan información muy valiosa para la conservación de la biodiversidad. Dichos estudios son prioritarios en regiones como el estado de Oaxaca, México, donde una de las alternativas para reducir la pobreza extrema y la desigualdad social de la población se encuentra en el aprovechamiento sustentable de la flora y la fauna.

Oaxaca es la segunda entidad federativa mexicana con mayor diversidad de mamíferos terrestres después de Chiapas, con 194 especies (Alfaro *et al.* 2005; Lira y Sánchez-Cordero 2006; Botello *et al.* 2007; García *et al.* 2007) por lo que ha sido considerado como un estado megadiverso (García-Mendoza 2004, Ceballos y Oliva 2005). Esta riqueza biológica es el producto de los procesos evolutivos que han sucedido como consecuencia de la gran diversidad fisiográfica, climática y biótica de Oaxaca, que coincide con parte de la zona de transición de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical.

Sin embargo, existen regiones en Oaxaca que todavía no han sido exploradas biológicamente y por lo tanto se desconoce el tipo de mamíferos que habitan en estas zonas, lo cual limita el conocimiento necesario para la elaboración del inventario biológico completo del estado. Una de estas áreas se refiere a la porción noroeste de la entidad, de donde existen pocos reportes sobre la presencia de vertebrados del tipo de los mamíferos; inclusive, territorios de algunos municipios como Cosoltepec no han sido estudiados. Hasta el momento, en la literatura y colecciones científicas no se tienen registros de la presencia de mamíferos silvestres en este Municipio. La única localidad de colecta de mamíferos registrada en la literatura para esta parte del estado corresponde a la Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Municipio Huajuapán (Goodwin 1969; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004) con ocho especies en total: un murciélago (*Platyrrhinus helleri*), seis roedores (*Heteromys irroratus torridus*, *Baiomys musculus*, *Peromyscus gratus*, *P. maniculatus fulvus*, *Reithrodontomys fulvescens* y *Sigmodon hispidus*) y un conejo (*Sylvilagus cunicularius*). En virtud de la localidad geográfica del Municipio de Cosoltepec se espera encontrar una mayor riqueza específica que la reportada hasta el momento para sus alrededores. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue documentar las especies de mamíferos que se encuentran en el Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.

Material y Métodos

El área de estudio fue el Municipio de Cosoltepec que se localiza en la parte norte del distrito de Huajuapán, en la región de la Mixteca, en el noroeste del estado de Oaxaca (coordenadas geográficas 18.1333° N, -97.7833° W). Esta demarcación política comprende las agencias San Juan Joluxtla y Tultitlán de Guadalcázar teniendo como Cabecera Municipal a Santa Gertrudis Cosoltepec (Álvarez 2003; Fig. 1). La extensión total del municipio es de 81.7 km² y representa el 0.1% de la superficie total del estado; limita al norte y al oriente con el municipio de Santiago Chazumba, al sur con el Municipio de San Pedro y San Pablo Tequixtepec (perteneciente a la parte oeste de la Reserva de la Biosfera

Tehuacán-Cuicatlán) y al poniente con los Municipios de Petlalcingo y Tonahuixtla, del estado de Puebla (Álvarez 2003).

El clima del área es semi cálido subhúmedo (A(C)Wo(w)), con lluvias en verano, desde junio hasta septiembre, con una precipitación pluvial anual promedio de 800 mm (Soriano *et al.* 2011; Trejo 2004). Las temperaturas promedio mínima y máxima del año son 4 y 40° C, respectivamente, mientras que la media anual es 19° C. El tipo de vegetación típico de la región es selva baja caducifolia, aunque también se pueden encontrar matorral xerófilo, pastizal inducido y un manchón de bosque de galería (Soriano *et al.* 2011).

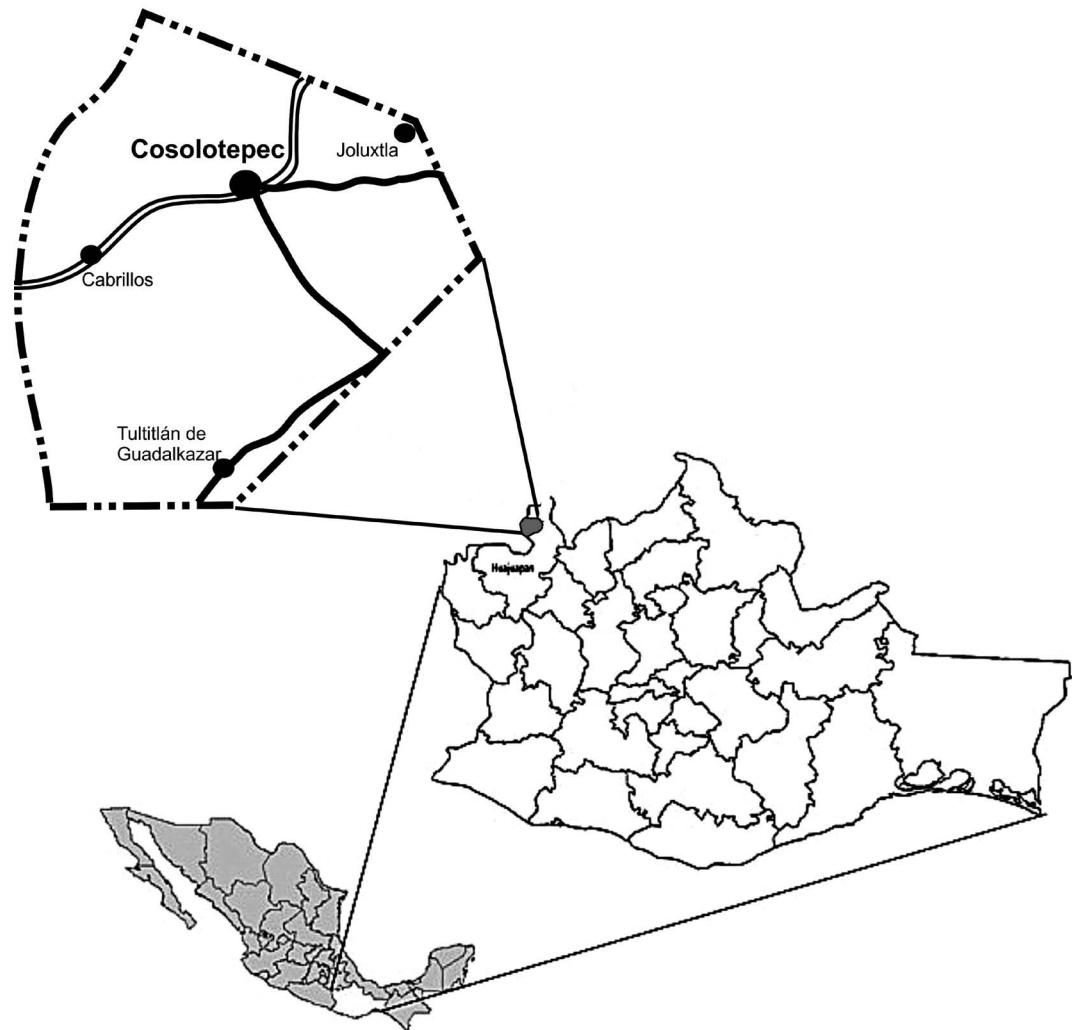


Figura 1. Localización geográfica del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México (modificado de García-Mendoza *et al.* 2004 y Álvarez 2003).

La colecta de ejemplares en el campo comprendió nueve muestreos durante el período agosto 2006 - septiembre 2007, lo que abarca las épocas de lluvia y seca. Cada muestreo duró 6 -15 días en cada una de 12 localidades, las cuales fueron seleccionadas según el tipo de cobertura vegetal (conservada o perturbada), presencia de cuerpos de agua, presencia de refugios, evidencias indirectas de la ocurrencia de mamíferos y en la información que se pudiera conocer por medio de los pobladores con respecto a la presencia de mamíferos en el área.

Para la captura de mamíferos de tamaño pequeño se emplearon 80 - 160 trampas tipo Sherman, las que se colocaron sobre el suelo o como repisas en árboles, dentro de la

vegetación, cultivos de maíz, casas abandonadas y a la orilla de arroyos de temporal. Se colocaron de 40 - 55 trampas en tres transectos, separados por 100 m aproximadamente. También se utilizaron 20 trampas de golpe marca Museum Special (Forestry Suppliers Inc.) que se colocaron durante cuatro noches por muestreo amarradas con un hilo sobre árboles o tejados de viviendas abandonadas. Ambos tipos de trampas fueron cebadas con una mezcla de hojuelas de avena, esencia de vainilla y maíz quebrado, sustituyendo éste último por crema de cacahuete en las de golpe. Algunos roedores fueron atrapados manualmente durante la noche mientras atravesaban el camino de terracería, ya que fueron deslumbrados con lámparas.

Asimismo, durante cuatro noches de septiembre de 2006 se colocaron trampas de caída "Pitfall" para la captura de musarañas, esto es, 100 botes o recipientes con capacidad de un litro enterrados a nivel del suelo con una separación de aproximadamente un metro entre cada uno de ellos. Las trampas se colocaron en lugares con hojarasca y cerca de troncos caídos, se revisaron una vez durante la noche siendo retiradas al amanecer.

Para la captura de murciélagos se utilizaron 2 - 4 redes de nylon "mistnet" (Nixalite of America, Inc.) con longitudes de 6 y 8 m. Las redes se situaron cerca de cuerpos de agua, sobre o a los lados de caminos, dentro de la vegetación y a la entrada de cuevas. La revisión de redes se realizó de manera constante durante la noche, desde su colocación (al iniciar el crepúsculo) hasta las 2:00 h.

Para la captura de ejemplares de tamaño mediano se usaron seis trampas plegables tipo Tomahawk (cuatro de 107 x 38 x 38 cm y dos de 50 x 18 x 18 cm; Tomahawk Live Trap Co.) cebadas con sardina de lata, comida en sobre para gato (Whiskas®), elote fresco y galleta cubierta del lácteo Danonino® con pasas. Las trampas se colocaron durante todos los periodos de muestreo al atardecer y fueron revisadas a la mañana siguiente. Además, durante una semana en agosto de 2007 se dejaron abiertas durante el día y fueron cebadas con guayaba, mango y aguacate. Así mismo, durante 10 noches entre agosto y septiembre de 2007, se instaló una foto-trampa infrarroja digital sin flash Cuddeback® de 3.0 megapíxeles en cinco sitios dentro de la zona de estudio (dos noches por lugar); fue sujeta a árboles a una altura aproximada de 60 cm del suelo; el atrayente (sardina en el suelo) se colocó a una distancia de 1.5 m.

Los registros visuales realizados durante los recorridos para las revisiones de trampas o en el traslado entre áreas de muestreo fueron anotados y, cuando fue posible, se les tomó fotografía. Los mamíferos muertos encontrados durante los recorridos, lo mismo que pieles y cráneos donados por habitantes de la región, fueron recolectados. Se buscaron y documentaron registros indirectos donde los excrementos se guardaron en bolsas de papel para su posterior identificación en el laboratorio y las huellas fueron conservadas como moldes de yeso. Además, para registrar más taxones, durante siete noches se registraron huellas en dos estaciones olfativas de aproximadamente 1 m de diámetro con tierra o arena fina (Wilson *et al.* 1996), en cuyo centro se colocó un atrayente, sardina o comida para gato (Aranda 2000; Ceballos y Oliva 2005).

Algunos ejemplares se sacrificaron en campo y fueron preparados como ejemplares de museo (Hall 1981; Romero-Almaráz *et al.* 2000; permiso de colecta científica FAUT-0002) para su correcta identificación y documentación taxonómica; éstos fueron depositados en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA; registro ante la SEMARNAT: DF.MA.022.0497) del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la

Ciudad de México (números de catálogo: CNMA4514-45263). El listado taxonómico de especies se elaboró de acuerdo con la nomenclatura y clasificación referidos por Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y Hafner *et al.* (2007).

La curva de acumulación de especie es la relación entre la incorporación de nuevas especies al inventario y el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal 2003), la cual nos permite dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación. Para evaluar la calidad del muestreo se debe encontrar una función que describa su curva de acumulación. Se han propuesto varias funciones diferentes para modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón y Llorente 1993), siendo las más utilizadas la función exponencial negativa y la ecuación de Clench (Moreno y Halffter 2000). En ambos casos fueron obtenidas usando el número de especies como el esfuerzo de muestreo. Los datos se aleatorizaron 100 veces utilizando el programa StimateS y el ajuste de las funciones se realizó mediante la estimación no lineal del algoritmo de Simplex & Quasi-Newton, software Statistica 8.0 (Statsoft 2008), el cual es uno de los más robustos (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Para realizar las curvas de acumulación por grupo, se consideró el peso corporal (g) de cada uno de los ejemplares y se clasificaron en cuatro categorías: 1) Mamíferos de tamaño pequeño, de menos de 100 g, 2) Los quirópteros como el grupo volador, 3) Mamíferos de tamaño mediano, de 101 g - 10 kg, 4) Mamíferos de talla grande, mayor a 10 kg (Ceballos y Oliva 2005).

Resultados

Durante el trabajo de campo se atraparon 144 organismos con un esfuerzo de colecta de 72 días efectivos de trabajo, 7,051 noches-trampa y 794 metros-red. Por medio de los registros indirectos se documentaron diez especies (Tabla 1) y con el foto-trampeo se registraron la zorra *Urocyon cinereoargenteus* y el coyote *Canis latrans*. No se obtuvo ningún ejemplar de musaraña (Soricomorpha). En total se registraron, de manera directa e indirecta, 32 especies de mamíferos, las cuales se agrupan en siete órdenes, 13 familias y 30 géneros (Tabla 1). Las familias Phyllostomidae (murciélagos tropicales) y Cricetidae (roedores) fueron las mejor representadas con siete (22%) y cinco (16%) especies, respectivamente; mientras que las familias Felidae (felinos), Dasypodidae (armadillos), Sciuridae (ardillas), Cervidae (venados) y Didelphidae (tlacuaches) sólo registraron una especie (3%).

En cuanto a la composición de especies, este grupo mastofaunístico representa ocho especies de mamíferos de afinidad neártica (*Otospermophilus variegatus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Heteromys irroratus*, *Lynx rufus*, *Canis latrans*, *Conepatus leuconotus*, *Bassariscus astutus* y *Choeronycteris mexicana*); cuatro especies de afinidad neotropical (*Micronycteris microtis*, *Desmodus rotundus*, *Sturnira lilium* y *Artibeus jamaicensis*) y nueve especies endémicas de México (murciélagos: *Baeodon alleni*, *Rhogeessa gracilis*, *R. parvula* y *Glossophaga morenoi*; roedores: *Peromyscus melanophrys*, *P. gratus*, *Hodomys alleni*, *Dipodomys phillipsii*; liebre: *Lepus callotis*). Entre estas especies destacan *Hodomys*, como género endémico de México, y *D. phillipsii oaxacae* como una subespecie endémica para Oaxaca (Briones-Salas 2000; Ramírez-Pulido *et al.* 2005). Las restantes (11 especies) son de amplia distribución a lo largo de todo el Continente Americano (Tabla 1; Arita y Ceballos 1997; Ceballos *et al.* 2002; Ceballos y Oliva 2005; Ramírez-Pulido *et al.* 2005).

De los taxa registrados para Cosoltepec, tres (*D. phillipsii oaxacae*, *Leptonycteris curasoae* y *C. mexicana*) se encuentran dentro de la norma oficial mexicana NOM-059-

SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) como especies amenazadas; sólo una especie (*L. rufus*) se encuentra en la Lista de Especies de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2001), en su apéndice II.

En cuanto a lo completo del inventario, el modelo exponencial negativo predice un total de 32.7 especies (Fig. 2), con lo cual se tendría registrado el 97% de los mamíferos del Municipio de Cosoltepec.

Por su parte, el modelo de Clench da una predicción de 42.4 especies, es decir, el 75% de la mastofauna de la zona; ambos modelos se ajustaron apropiadamente a los datos obtenidos ($R^2 > 0.99$). Para el análisis de mamíferos por grupos, también ambos modelos

Taxón Orden/ Familia/Especie	Nombre común/ Nombre en mixteco	Registro	Distribución Geográfica
Didelphimorphia			
Didelphidae			
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache, rabo pelado		
<i>Didelphis virginiana californica</i>	Teta	C	AM
Cingulata			
Dasypodidae			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo		
<i>Dasypus novemcinctus mexicanus</i>		RV	AM
Lagomorpha			
Leporidae			
<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda		EN
<i>Lepus callotis callotis</i>	Milo vuru	C, RV	
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte		AM
<i>Sylvilagus floridanus connectens</i>	Milo lukun	RI, RV	
Rodentia			
Sciuridae			
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón		NA
<i>Otospermophilus variegatus variegatus</i>	Simutu	C, RI, RV	
Muridae			
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo		MA
<i>Baiomys musculus pallidus</i>	Sitín	C	
<i>Hodomys alleni</i>	Rata montera de Allen		EN
<i>Hodomys alleni vetulus</i>	Siyoto	C	
<i>Peromyscus gratus</i>	Ratón piñonero		EN
<i>Peromyscus gratus zapoteca</i>	Sitín	C	
<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón montera negruzco		EN
<i>Peromyscus melanophrys melanophrys</i>	Siyoto	C	
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón silvestre pardo		NA
<i>Reithrodontomys fulvescens helvolus</i>	Sitín	C	
Heteromyidae			
<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso		NA
<i>Heteromys irroratus torridus</i>	Sitín	C	

Tabla 1. Lista sistemática de las especies que conforman la mastofauna del municipio de Cosoltepec, Oaxaca. La nomenclatura y clasificación se basó en Ramírez-Pulido *et al.* (2005), Hafner *et al.* (2007) y Helgen *et al.* (2009). Se menciona la manera en que se registró la especie: colecta (C), registro indirecto (RI), foto-trampeo (F) y registro visual (RV). En cuanto a la distribución geográfica (Arita y Ceballos, 1997, y Ramírez-Pulido *et al.*, 2005) se menciona si es compartida con Norteamérica (NA), compartida con Sudamérica (SA), compartida con Norte y Sudamérica (AM), endémica de Mesoamérica (MA), endémica de México (EN) o endémica de Oaxaca (EN-OAX). Taxón en riesgo de extinción: * = "Bajo Protección Especial"; ** = "Amenazada", según la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010). Taxón en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2001) = ***.

Taxón Orden/ Familia/Especie	Nombre común/ Nombre en mixteco	Registro	Distribución Geográfica
<i>Dipodomys phillipsii*</i>	Rata canguro, rata bolsa		EN
<i>Dipodomys phillipsii oaxacae**</i>		C, RV	EN-OAX
Carnivora			
Felidae			
<i>Lynx rufus***</i>	Lince		NA
<i>Lynx rufus escuinapae</i>	Xitu yuku	RI	
Canidae			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		AM
<i>Urocyon cinereoargenteus nigrirostris</i>	Luso	C, RV, RI, F	
<i>Canis latrans</i>	Coyote		NA
<i>Canis latrans cagottis</i>	Siguau	RI, F	
Mephitidae			
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado		AM
<i>Mephitis macroura macroura</i>	Sii'in	C, RV, RI	
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno		NA
<i>Conepatus leuconotus leuconotus</i>	Sii'in	C, RI	
Procyonidae			
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle		NA
<i>Bassariscus astutus astutus</i>	Satuyuku	C, RI	
<i>Nasua narica</i>	Tejón, coatí		AM
<i>Nasua narica molaris</i>		RV	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache		AM
<i>Procyon lotor hernandezii</i>	Sim'á	C, RV, RI	
Chiroptera			
Phyllostomidae			
<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago		SA
<i>Micronycteris microtis mexicana</i>	Chidi'i	C	
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro		SA
<i>Desmodus rotundus murinus</i>	Chidi'i	C	
<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago siricotero mexicano		EN
<i>Glossophaga morenoi morenoi</i>	Chidi'i	C	
<i>Leptonycteris yerbabuena**</i>	Murciélago magueyero	C	AM
<i>Choeronycteris mexicana**</i>	Murciélago trompudo	C	NA
<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor		SA
<i>Sturnira lilium parvidens</i>	Chidi'i	C	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero		SA
<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	Chidi'i	C	
Vespertilionidae			
<i>Baeodon alleni</i>	Murciélaguito amarillo mayor	C	EN

Taxón Orden/ Familia/Especie	Nombre común/ Nombre en mixteco	Registro	Distribución Geográfica
<i>Rhogeessa gracilis</i>	Murcielaguito amarillo orejudo	C	EN
<i>Rhogeessa parvula</i>	Murcielaguito amarillo occidental		EN
<i>Rhogeessa parvula major</i>	Chidi'í	C	
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago colorado		AM
<i>Lasiurus blossevillii teliotis</i>	Chidi'í	C	
Artiodactyla			
Cervidae			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		AM
<i>Odocoileus virginianus mexicanus</i>	Sakuá	C, RI, RV	

se ajustaron bien a los datos ($R^2 > 0.98$), y nuevamente, el modelo exponencial negativo predice una asíntota menor a la predicha por el modelo de Clench para todos los grupos (Figs. 3-6).

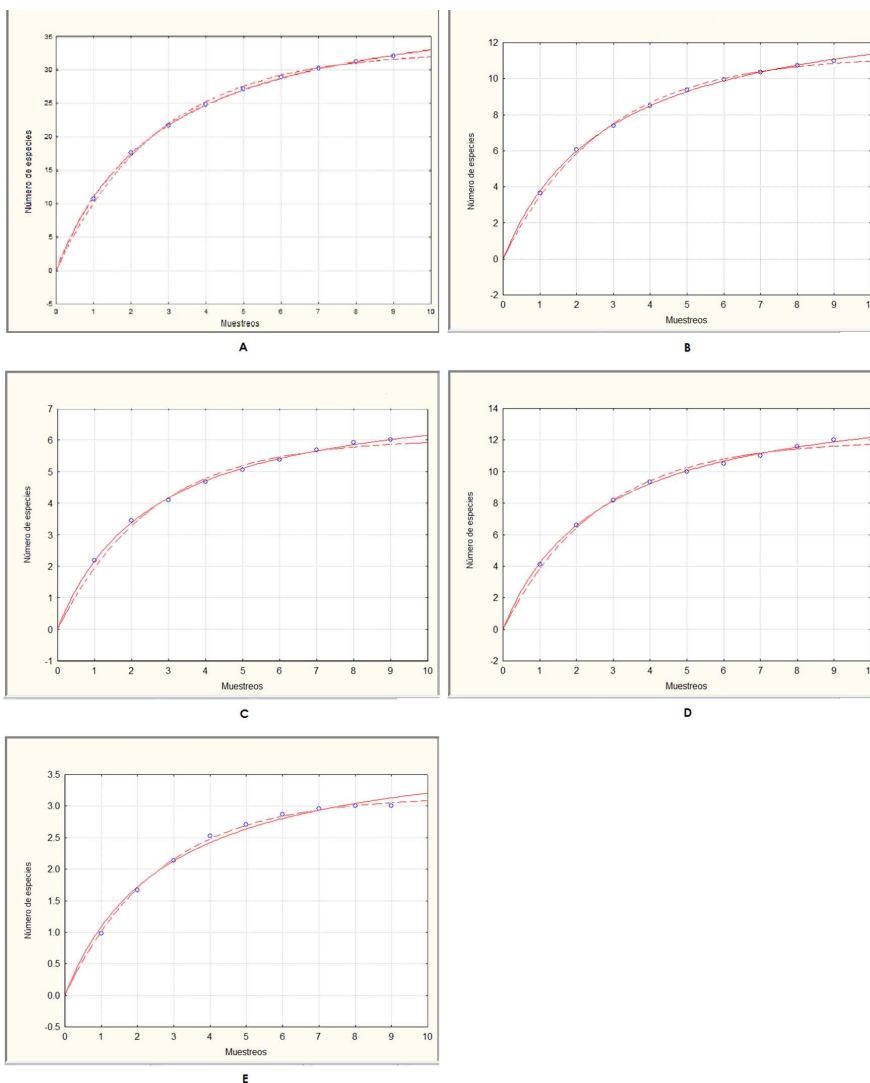


Figura 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México, de acuerdo al modelo exponencial negativo (línea discontinua) y al modelo de Clench (línea continua). A) = todas las especies, B) = mamíferos voladores, C) = mamíferos pequeños, D) = mamíferos medianos, E) = mamíferos grandes.

Discusión

Los inventarios biológicos son herramientas importantes para el conocimiento de la diversidad y permiten conocer la flora y fauna que se encuentran en una zona determinada, así como predecir la presencia de las mismas en otras regiones. Adicionalmente, permiten conocer patrones de distribución geográfica y afinidades ecológicas de los organismos para planear estrategias de conservación para la protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. El caso de las áreas naturales protegidas en México es un ejemplo práctico.

Debido a que no se contaba con reportes en la literatura ni en colecciones científicas sobre las especies de mamíferos presentes en el Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. En este trabajo se aporta, por primera vez, información sobre las 32 especies que conforman la mastofauna de la zona. Asimismo, siendo parte este municipio del Distrito de Huajuapán, se incrementa a 36 el número de especies reportadas para dicho Distrito, para el cual, previo a este estudio, se contaba solamente con ocho especies (Goodwin 1969; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004); este estudio confirma la presencia de la mitad de ellos (*H. irroratus torridus*, *Baiomys musculus*, *P. gratus zapoteca* y *R. fulvescens helvolus*). Sin embargo, es de esperarse que se confirme la presencia de las otras cuatro especies (*Sylvilagus floridanus*, *P. maniculatus*, *Sigmodon hispidus* y *Platyrrhinus helleri*), si se continúan las colectas y se amplían las localidades de muestreo a zonas más alejadas de la cabecera municipal ya que se en este estudio se evaluó aproximadamente el 70% del territorio municipal. Esta mastofauna documentada para el Municipio de Cosoltepec comprende el 16.5% de las especies reportadas para Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004).

No se obtuvo ningún ejemplar de alguna especie de musaraña (Soricomorpha) a pesar de reportes previos de la presencia de *Sorex veraecrucis* (Carraway 2007) en el cercano municipio de Tamazulapam, Distrito de Teposcolula, en dirección sur del Distrito de Huajuapán (Hall 1981). Esto se debe probablemente a que esta especie ha sido colectada en hábitats contrastantes a los del municipio de Cosoltepec como son los diferentes tipos de bosques húmedos de coníferas (Carraway 2007), aunque también se le ha encontrado en ambientes perturbados cerca de cuerpos de agua (Villa y Cervantes 2003); en Cosoltepec no se encuentran las características ambientales requeridas por esta especie.

De acuerdo con los datos obtenidos, con el ajuste del modelo exponencial negativo se obtiene un número teórico de especies que se aproxima a 33, por lo cual se esperaría encontrar una especie más en el municipio. Por el contrario, con el modelo de Clench, la cifra teórica de especies aumenta a aproximadamente 42 por lo que se esperaría encontrar diez especies más en la zona, en consecuencia, aunque la curva de acumulación tiende a alcanzar la asíntota, harían falta más muestreos para alcanzar en valor final. Con ello podemos considerar que se tienen registradas la mayoría de las especies de mamíferos que habitan en la zona. El modelo de Clench se utiliza para estudios de grandes regiones donde entre más muestreos se realizan mayor es la posibilidad de añadir nuevas especies al inventario, mientras que el modelo exponencial negativo se recomienda para un área de muestreo relativamente pequeña o cuando el grupo taxonómico es bien conocido y todas las especies tienen una alta probabilidad

de ser encontradas. Por lo tanto, se puede deducir que la curva de acumulación real se encontraría entre las predichas por ambos modelos, es decir, el modelo exponencial negativo correspondería al límite mínimo posible, el modelo de Clench representaría el valor máximo y la curva de acumulación real estaría en el intervalo entre ellos (Moreno y Halffter 2000).

Con los datos de las curvas de acumulación por grupos se puede observar que según el modelo exponencial negativo se ha registrado casi el total de las especies (95-100%) de mamíferos voladores, pequeños, medianos y grandes. En contraste, con el modelo de Clench se nota que faltarían por registrar aproximadamente cuatro especies de quirópteros, dos de mamíferos pequeños, tres de medianos y una especie más de mamífero de talla grande. Lo anterior podría derivarse de que las especies pueden ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente, así como variar su fenología de acuerdo a las condiciones del año, incluso, algunas otras pueden no ser detectables todos los años (Adler y Lauenroth 2003; Jiménez-Valverde y Hortal 2003), por lo que harían falta un mayor número de muestreos para registrarlas a todas.

Se debe notar que Cosoltepec resulta una zona potencial para la distribución de otras especies que han sido reportadas para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Briones-Salas 2000). Por ejemplo, el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) que, según los habitantes del municipio, se encontraba antes en la región. Un caso similar es el de la ardilla arborícola del género *Sciurus* y una especie de conejo (*Sylvilagus*), las cuales son conocidas por la gente de la comunidad, pero que no se lograron observar ni documentar su presencia en el municipio. Es probable que la ausencia de estas especies sea el resultado de la eliminación de su hábitat original por actividades antropogénicas como la ganadería y agricultura (lo que ocasiona perturbación de la vegetación original) y el impacto de la cacería furtiva local. Sin duda, se requiere trabajo adicional para evaluar esta hipótesis.

Este tipo de uso del suelo en Cosoltepec y sus repercusiones sobre la conservación de la mastofauna cobra mayor relevancia, si se toma en cuenta que la extensión territorial del Municipio es sólo del 0.1% del territorio oaxaqueño, pero con un elevado número de especies de mamíferos. Otras zonas de la parte norte del estado, como la región de la Cañada, tienen más especies (52 especies; Briones-Salas 2000), pero dicha región es un área de mayor extensión (138,275 ha) que abarca los Distritos de Teotitlán y Cuicatlán, y con diferentes asociaciones vegetales, lo cual favorece la riqueza mastofaunística. Por ejemplo, un inventario mastofaunístico en un área similar a la de Cosoltepec, pero con selva mediana perennifolia en los municipios de Santiago Jocotepec y Ayotzintepec en la región de la Chinantla Baja reportó 35 especies (Alfaro *et al.* 2006). En otros municipios pequeños del estado de Oaxaca el número de especies reportado es aún menor, como en el estudio realizado en el municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, donde se registraron 23 especies para un Bosque Mesófilo de Montaña (Pérez Luste *et al.* 2006).

Del total de especies registradas para Cosoltepec en este estudio, 11 (34.4%) corresponden a mamíferos voladores (murciélagos; Chiroptera), en tanto que 21 (65.6%) son mamíferos no voladores (Tabla 1), situación interesante e importante si se considera que se trata de una extensión territorial relativamente pequeña. Los órdenes Chiroptera y Rodentia son los grupos con mayor riqueza de especies por lo que conforman un total de 61.3%. Las familias Muridae (roedores) y Phyllostomidae (murciélagos) son las

más abundantes en cuanto a número de especies registradas, coincidiendo con otros estudios en que son las familias más diversas del estado de Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). Entre los murciélagos destacan los frugívoros (*A. jamaicensis* y *S. liliium*), importantes dispersores de semillas, tanto de especies cultivadas como de especies silvestres (Valiente-Banuet *et al.* 1996). También se registraron quirópteros dependientes del consumo de recursos florales como *C. mexicana*, *G. morenoi* y *L. curasoe*, los cuales están fuertemente ligados a las cactáceas presentes en la zona como polinizadores, favoreciendo la diversidad vegetal (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Rojas-Martínez y Valiente-Banuet 1996). Se debe resaltar también que el registro del ardillón (*O. variegatus*) representa el segundo registro para el estado de Oaxaca, con lo cual se apoya la hipótesis de que es la única especie de ardilla de tierra que logró cruzar exitosamente el Cinturón Transvolcánico (Botello *et al.* 2007).

El Municipio de Cosoltepec se ubica cerca del área límite entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, la cual es un área con alta diversidad resultado de la influencia de ambas regiones, lo que conforma comunidades únicas (Arita y Ceballos 1997; Ceballos *et al.* 2002; Ceballos y Oliva 2005). En consecuencia, Cosoltepec presenta mamíferos de ambas afinidades biogeográficas, como era de esperarse. En este caso, la cuarta parte de las especies registradas (8) son de afinidad típicamente neártica y otra tercera parte son especies con distribución compartida entre ambas regiones.

El género *Hodomys* y las nueve especies endémicas de México representan casi la tercera parte de las especies registradas en Cosoltepec y corresponden al 36% de los taxa endémicos mexicanos (52% a nivel específico) registrados para el estado de Oaxaca. Entre ellos, la rata canguro *D. p. oaxacae* es exclusiva de la zona árida del valle de Tehuacán-Cuicatlán; similarmente, *H. alleni* es otro roedor endémico y cuya distribución más sureña se encuentra en los límites de Puebla y Oaxaca (Álvarez-Castañeda *et al.* 2008). La liebre *L. callotis* presenta una distribución continua desde el norte de México y sureste de Estados Unidos de América hasta el norte de Oaxaca (Best y Henry 1993); los registros de esta especie para Oaxaca son pocos y los que corresponden al Municipio de Cosoltepec se encuentran entre los más sureños. La presencia de endemismos en Cosoltepec refleja la riqueza de la flora y fauna en las zonas tropicales secas de México (Rzedowsky 1978; Ceballos y Navarro 1991).

En Cosoltepec se practica la cacería ilegal, según la información proporcionada por los habitantes locales, y el uso del suelo fragmenta el paisaje local, factores que probablemente inciden negativamente sobre las poblaciones de los mamíferos de la zona. Por ejemplo, la zona tiene diversas amplias áreas impactadas por el pastoreo de ganado bovino y caprino. Por lo tanto se requiere proteger a la mastofauna local. A este respecto, tres especies locales se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción (SEMARNAT 2010). La rata canguro (*D. phillipsii*) es un roedor sujeta a Protección Especial; inclusive la subespecie *D. p. oaxacae* está considerada como amenazada por las leyes mexicanas (SEMARNAT 2010). Cabe destacar que esta rata canguro no ha podido ser colectada por otros grupos de trabajo que han visitado localidades cercanas a Cosoltepec, lo cual hace suponer que la distribución geográfica de la especie se encuentra fuertemente fragmentada (Briones-Salas 2000).

Por otro lado, el murciélago magueyero (*L. curasoe*), aunque es una especie con amplia distribución en México, se considera como una especie amenazada (SEMARNAT

2010). Se sabe que algunas poblaciones han declinado en los últimos años, sin embargo, existen trabajos que ponen en duda la vulnerabilidad de esta especie (Arita 2005). En el Municipio de Cosoltepec observamos 17 individuos y además se registró una colonia de aproximadamente 20 organismos en una casa abandonada, lo que sugiere que este murciélago no es raro en Cosoltepec. *Choeronycteris mexicana*, otro murciélago nectarívoro y polinívoro, también se encuentra listado como amenazado (SEMARNAT 2010); sin embargo, se desconoce el estado actual de sus poblaciones. Nuestro estudio registró seis ejemplares, lo que coincide con que a pesar de tener una amplia distribución en Mesoamérica, localmente es poco abundante (Ortega y Arita 2005).

En conclusión, el inventario elaborado indica que la mastofauna del Municipio de Cosoltepec comprende un número considerable de especies silvestres para una extensión territorial pequeña, que representa una amplia diversidad en tipos de acuerdo al grupo taxonómico al que pertenece. De acuerdo con los modelos utilizados, el número de especies encontradas está muy cerca del número esperado. Asimismo, los resultados de campo indican que más muestreos son necesarios para confirmar la presencia de taxones que los pobladores locales afirman que están presentes pero cuya presencia no pudo ser documentada. Este conjunto mastozoológico es una combinación de elementos de afinidad neártica y neotropical y se integra también por comparativamente numerosos taxones endémicos a nivel estatal y nacional. Algunas de sus especies pertenecen a categorías de riesgo de extinción, por lo que se debe poner atención a la conservación adecuada de sus poblaciones. El uso del suelo en Cosoltepec no favorece actualmente prácticas de protección a la fauna silvestre. Es recomendable, por lo tanto, continuar la exploración biológica en Cosoltepec, estudiar procesos ecológicos de especies prioritarias en la región y recomendar acciones para promover la conservación y aprovechamiento sustentable de su mastofauna.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda de diversas personas que auxiliaron con el trabajo de campo y a Y. Hortelano Moncada y J. Vargas Cuenca por su ayuda en la curación y catalogación de los ejemplares en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA). A las autoridades municipales y al Comisariado de Bienes Comunes del Municipio de Cosoltepec (2004-2007), en particular a B. Cordero Vega, por el interés, apoyo y facilidades brindadas a este estudio. A M. Briones Salas por su invitación a formar parte de este volumen especial de *Therya*. La crítica constructiva de tres revisores anónimos mejoró este escrito.

Literatura citada

- ARITA, H. T. 2005. *Leptonycteris curasoae* Miller, 1900. Pp. 221-222 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva. Coords.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México. Ciudad de México, México.
- ADLER, P. B., y W. K. LAURENROTH. 2003. The power of the time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters* 6:749-756.
- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, y A. SANTOS-MORENO. 2005. The false vampire bat *Vampyrum spectrum* in Oaxaca, México. *Bat Research News* 46:145-146.

- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO.** 2006. Mamíferos de los municipios de Santiago Jocotepec y Ayotzintepec, Chinantla Baja, Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo* 4:19-23.
- ÁLVAREZ, L. R.** 2003. Geografía General de Estado de Oaxaca. Cuarta edición. Carteles Editores. Oaxaca, México.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., I. CASTRO-ARELLANO, T. LACHER, Y E. VÁZQUEZ.** 2008. *Hodomys alleni*. In IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Consultado 30 de julio de 2012.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ARITA, H., Y G. CEBALLOS.** 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.
- BEST, T. L., Y T. H. HENRY.** 1993. *Lepus callotis*. *Mammalian Species* 162:1-4.
- BOTELLO, F., P. ILLOLDI-RANGEL, M. LINAJE, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2007. New record of the rock Squirrel (*Spermophilus variegatus*) in the state of Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist* 2:326-328.
- BRIONES-SALAS, M.** 2000. Lista anotada de los Mamíferos de la Región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 81:83-103.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in Biodiversidad de Oaxaca (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- CARRAWAY, L.** 2007. Shrews (Eulypotyphla: Soricidae) of Mexico. *Monographs of the Western North American Naturalist* 3:1-91.
- CEBALLOS, G., Y D. NAVARRO.** 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp. 167-198 in *Topics in Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and education* (Mares, M. A., y D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press. Oklahoma, EE.UU.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN.** 2002. Mamíferos de México. Pp. 586 in *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales* (Ceballos, G., y J. A. Simonetti, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G., Y G. OLIVA (COORDS).** 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México. Ciudad de México, México.
- CITES (CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA).** 2001. www.cites.org. "Consultado 3 de octubre de 2012.
- GARCÍA-MENDOZA, A. J.** 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. Pp 305-325 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.

- GARCÍA-MENDOZA, A. J., M. J. ORDÓÑEZ Y M. BRIONES-SALAS (eds.).** 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS-MORENO, A. MA. ALFARO, Y J. A. SOTO CENTENO.** 2007. Noteworthy records of *Eptesicus brasiliensis* (Vespertilionidae) from Oaxaca, Mexico. *Bat Research News* 48:5-6.
- GOODWIN, G. G.** 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History* 141:1-269.
- HALL, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. John Willey and Sons. New York, EE.UU.
- HAFNER, J. C., J. E. LIGHT, D. J. HAFNER, M. S. HAFNER, E. REDDINGTON, D. S. ROGERS, Y B. R. RIDDLE.** 2007. Basal clades and molecular systematics of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 88:1129-1145.
- HELGEN, K. M., F. R. COLE, L. E. HELGEN, Y D. E. WILSON.** 2009. Generic revision in the Holarctic squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy* 90:270-305.
- JIMÉNEZ-VALVERDE A., Y J. HORTAL.** 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- LIRA, I., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006. Nuevo registro de *Conepatus semistriatus* Boddaert, 1784 (Carnivora: Mustelidae) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 22:119-121.
- MORENO, C. E., Y G. HALFFTER.** 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- ORTEGA R., J., Y H. T. ARITA.** 2005. *Choeronycterismexicana* Miller, Tschudi, 1944. Pp. 213-214 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva. Coords). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- PÉREZ LUSTE, M., R. G. CONTRERAS DIAZ, Y A. SANTOS-MORENO.** 2006. Mamíferos del Bosque Mesófilo de Montaña del Municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:29-40.
- 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.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., Y A. VALIENTE-BAUNET.** 1996. Análisis comparativo de la quiroptero fauna del valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* 67:1-23.
- ROMERO-ALMARÁZ, M. L, C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C. GARCÍA-ESTRADA, Y R. D. OWEN.** 2000. Mamíferos Pequeños. Manual de Técnicas de Captura, Preparación, Preservación y Estudio. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- RZEDOWSKY, J.** 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. Ciudad de México, México.

- 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, 56, 2ª. Sección :1-85.
- SOBERÓN, J., Y J. LLORENTE.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- SORIANO, R., L. ARIAS, O. BONILLA, Y J. HARO.** 2011. Programa de desarrollo comunitario agropecuario y ambiental participativo en una comunidad Mixteca: Cosolotepec, Oaxaca. *Desarrollo, Ambiente y Cultura* 1:4-12.
- STATSOFT.** 2008. STATISTICA (data analysis software system and computer program manual). Versión 8.0. Statsoft, Inc. Tulsa, EE.UU.
- TREJO, I.** 2004. Clima. Pp. 67-85 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas, eds). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- VALIENTE-BANUET, A., M. DEL C. ARIZMENDI, A. ROJAS-MARTÍNEZ, Y L. DOMÍNGUEZ-CANSECO.** 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- VILLA, B., Y F. A. CERVANTES.** 2003. *Los Mamíferos de México.* Grupo Editorial Iberoamericana. Ciudad de México, México.
- WILSON, D. E., F. RUSSELL, J. D. NICHOLS, R. RUDRAN, Y M. S. FOSTER (eds).** 1996. *Measuring and Monitor Biological Diversity. Standard Methods for Mammals.* Smithsonian Institution Press. Washinton, EE.UU.

Sometido: 3 de septiembre de 2012

Revisado: 29 de octubre de 2012

Aceptado: 27 de noviembre de 2012

Editor asociado: Jesús Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández