



Mamíferos terrestres de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

Terrestrial mammals of the lagoon area from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico

José A. López, Consuelo Lorenzo*, Felipe Barragán y Jorge Bolaños

El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, Apartado postal 63, San Cristóbal de Las Casas, 29290, Chiapas, México.

*Correspondencia: clorenzo@ecosur.mx

Resumen. El principal objetivo de este estudio fue elaborar un listado taxonómico de los mamíferos de los alrededores de la laguna Inferior al sur del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, incluyendo datos de riqueza, abundancia, similitud mastofaunística entre diferentes regiones geográficas y estado de conservación de las especies. Se recolectaron y observaron murciélagos y roedores en 4 localidades al norte de la laguna Inferior, con vegetación compuesta por diversas asociaciones con predominancia del pastizal. Se tomaron en consideración registros adicionales de localidades diferentes a los sitios de colecta y registros obtenidos por diversos tipos de evidencia. Se encontró un total de 59 especies, 47 géneros, 18 familias y 8 órdenes de mamíferos en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec. Las áreas geográficas con tipos de vegetación, climas y altitudes similares mostraron mayor porcentaje de similitud en número de especies de mamíferos, como el área costera de Oaxaca (39%) y la región norte del estado (32%). Del total de especies de mamíferos registrados, 14 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. Se propone el establecimiento de un área natural protegida en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec para la conservación de las especies de mamíferos y sus hábitats.

Palabras clave: abundancia, distribución, laguna Inferior, lista taxonómica, mamíferos.

Abstract. The principal goal of this study was to prepare a taxonomic list of the mammals around the Laguna Inferior, in the southern Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, including data on mammal richness, abundance, similarity between geographical regions, and conservation status. We collected and observed bats and rodents in 4 different localities at the north of the Laguna Inferior. The vegetation was composed of diverse associations with pastures predominating. We considered additional records of other localities and records that were obtained by diverse types of evidence. We found 59 species, 47 genera, 18 families, and 8 orders. Geographical areas with similar vegetation, climate, and altitude showed the highest similarity in percentages of mammal species number, e.g. the Oaxaca coastal area (39%) and the northern region of the state (32%). Fourteen mammal species are included in some risk category. We propose the establishment of a natural protected area in the Tehuantepec Isthmus lagoon area for the conservation of the mammals species and their habitats.

Key words: richness, distribution, Laguna Inferior, taxonomic list, mammals.

Introducción

Por su ubicación geográfica, el istmo de Tehuantepec representa una zona de contacto de los reinos biogeográficos neotropical y neártico y durante las glaciaciones del Pleistoceno fue una barrera para la dispersión de especies por los significativos cambios geológicos, climáticos y ambientales que ocurrieron. Es también una región de gran interés ecológico por sus extensas superficies cubiertas de

pastizales asociados a diversas especies vegetales, como *Byrsonima* y *Curatella*, y especies de gramíneas, como *Jouvea* sp., *Eragrostis* sp., *Muhlenbergia* sp. y *Stipa* sp. (Pérez-García et al., 2001). La expansión de los pastizales en el continente americano y en particular hacia las zonas tropicales de México, trajo consigo el intercambio de flora entre los hemisferios (Graham, 1973) y un intercambio de fauna en muchos casos adaptada o asociada a dichos ecosistemas (Webb, 1978; Anderson, 2006).

El relativo aislamiento de regiones cubiertas por pastizales desde inicios del Pleistoceno, es una explicación

del nivel de endemismo vegetal para los pastizales tropicales y algunas especies animales asociadas a ellos en la región sur y sureste de México descrita por Rzedowski (2006). En el caso particular del istmo de Tehuantepec, los distritos de Juchitán y Tehuantepec son reconocidos como centros de endemismo para vertebrados terrestres, incluyendo anfibios, reptiles, aves y mamíferos (González et al., 2004).

El estado de Oaxaca ocupa el segundo lugar en diversidad de especies de mamíferos terrestres de México, con 190 especies y 219 subespecies (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004); después de Chiapas, que ocupa el primero, con 204 especies (Lorenzo et al., 2008). Los pastizales tropicales del istmo de Tehuantepec y la mastofauna asociada a ellos han sido poco estudiados a pesar de su riqueza biológica, y al igual que los del resto del país, los del istmo no se encuentran protegidos por la legislación mexicana, por lo que, en general, han sufrido grandes transformaciones debido a las actividades humanas, principalmente las relacionadas con el cambio del uso del suelo hacia actividades agrícolas o pecuarias (Anderson, 2006). De igual manera, la diversidad mastofaunística en el estado de Oaxaca se ha visto amenazada por la cacería y tráfico de especies (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004).

En años recientes se ha incrementado la necesidad de contar con inventarios faunísticos como respuesta a la demanda de información sobre la naturaleza y el uso de la biodiversidad. El inventario de mamíferos en el estado de Oaxaca empezó en los años sesenta; no obstante, existen grandes extensiones sin explorar, particularmente las áreas de las montañas y valles del occidente y parte norte de la sierra Madre de Oaxaca, y una parte del área de los Chimalapas (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004).

En el estudio de los mamíferos terrestres en Oaxaca destacan las colectas realizadas por diversos investigadores en diferentes tiempos, Buller en 1890 (citado por Allen, 1890), MacDougall, de 1943 a 1947 (citado por Goodwin, 1956) y Booth (1957), cuyos ejemplares se incorporaron principalmente a la colección de mamíferos del Museo Americano de Historia Natural (AMNH) en Nueva York. Con base en estos ejemplares, Goodwin (1969) publicó una compilación que trata sobre taxonomía y distribución geográfica, y en menor grado, distribución ecológica de los mamíferos nativos de Oaxaca. Otros estudios relativamente recientes se han enfocado en la distribución de especies, inventarios biológicos, nuevos registros, taxonomía y sistemática (Cervantes, 1993; Cervantes et al., 1993; Cervantes et al., 1997; Woodman y Timm, 1999, 2000; Bradley et al., 2000).

Para la región del istmo de Tehuantepec, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) registran un total de 139 especies

de mamíferos agrupadas en 92 géneros, 29 familias y 10 órdenes. Se han realizado trabajos con diversos intereses en la biología de mamíferos del istmo de Tehuantepec, como el valor del uso de los vertebrados terrestres por huaves y zapotecas (Vargas, 2001); la descripción de la distribución y densidad de 3 especies de zorrillos: *Mephitis macroura*, *Conepatus leuconotus* y *Spilogale gracilis* (Lorenzo et al., 2005); en determinar el uso de hábitat de la liebre de Tehuantepec, *Lepus flavigularis* (Farías et al., 2006) y en estimar la densidad poblacional y selección del hábitat de la misma especie (Sántiz, 2006).

Los objetivos del presente trabajo consistieron en: 1) obtener una lista taxonómica de roedores y murciélagos (por capturas) y otros mamíferos terrestres (por registros adicionales) de los alrededores de la laguna Inferior en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca; 2) evaluar la riqueza y abundancia de roedores y murciélagos (grupos con diferente capacidad de movimiento y que ocupan diferentes nichos ecológicos) de los alrededores de la laguna Inferior, así como mencionar el grado de conservación que presentan y los tipos de vegetación en los que se encuentran, y 3) determinar la similitud de especies en relación con otras regiones geográficas con el fin de estimar el grado de semejanza entre las mismas.

Se espera que este estudio sea una pauta para proponer acciones específicas encaminadas a la conservación de los pastizales y las especies de mamíferos que habitan al sur del istmo de Tehuantepec.

Materiales y métodos

El área de estudio se localiza en los alrededores de la laguna Inferior en la región sur del istmo de Tehuantepec, distrito de Juchitán, Oaxaca, México, con altitudes que no sobrepasan los 200 m, dentro de las coordenadas 94° 25' a 94° 55' O, y 16° 10' a 16° 30' N (Fig. 1). El clima en la región es Aw'o(w)ig, cálido subhúmedo con lluvias en verano, se caracteriza por contar con fuertes temporadas de sequía entre los meses de enero a abril y lluvias intensas entre los meses de junio a octubre. La temperatura promedio anual es de 27.6°C y la precipitación total anual es de 932.2 mm (García, 1988).

Con el fin de estimar las especies de mamíferos terrestres y voladores que habitan en la región, se llevaron a cabo colectas de enero a agosto de 2006, periodo durante el cual se realizaron 8 salidas mensuales de 12 días de duración cada una, 4 en época seca (enero-abril) y 4 en época lluviosa (mayo-agosto), evitando en la medida de lo posible salir en fechas que coincidieran con luna llena. La colecta de murciélagos y roedores se llevó a cabo en 4 localidades diferentes y con diferentes tipos de

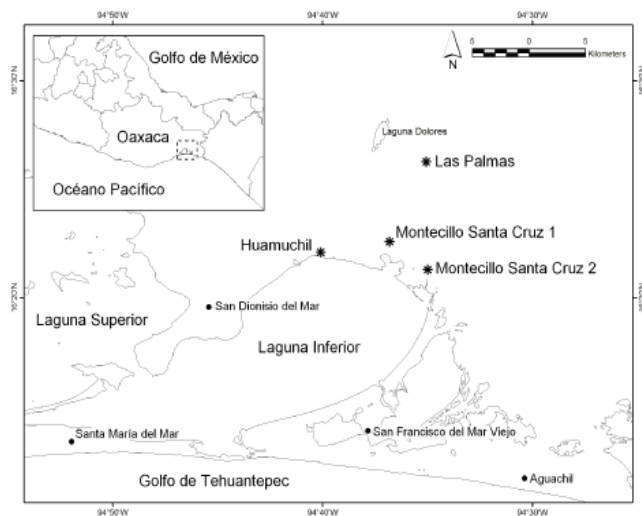


Figura 1. Área de estudio. Localidades de colecta (con asterisco) en los alrededores de la laguna Inferior, al sur del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.

vegetación:

1) Montecillo Santa Cruz 1. Predomina el pastizal (*Aristida* sp. y *Trisetum* sp.) con el nanchal (*Byrsonima crassifolia*) y la vegetación riparia (*Gliricidia sepium*, *Jaquinia pungens* y *Randia aculeata*). Se caracteriza por tener terrenos planos, y 2 arroyos con agua en temporada de lluvia.

2) Montecillo Santa Cruz 2. Predominan los cultivos de sorgo y maíz, el pastizal (*Aristida* sp. y *Trisetum* sp.) y además presenta vegetación riparia. Cuenta con 2 pequeñas lagunas que se unen en época lluviosa.

3) Las Palmas. Presenta bosque espinoso con árboles como *Casearia* sp., *Genipa americana* y *Karwinskia humboldtiana*, pastizal (*Aristida* sp. y *Trisetum* sp.), vegetación riparia (*G. sepium*, *J. pungens* y *R. aculeata*) y cultivos de sorgo, maíz, melón, sandía y pastos introducidos. En la localidad hay 2 arroyos que se llenan en época de lluvia; uno de éstos con vegetación de bosque espinoso y pastizal, y el otro con vegetación riparia.

4) Huamuchil. Presenta pastizal, bosque espinoso y manchones de palma (*Palma apachite*); existen pastizales utilizados como potreros para el ganado vacuno y un arroyo temporal.

Se georeferenciaron los 4 sitios de colecta y se trazaron 2 transectos fijos de 750 m de longitud a lo largo de los diferentes tipos de vegetación. Para murciélagos y roedores se empleó el método de captura-marca-recaptura (Magurran, 1988; Moreno, 2001); además, se consideraron registros previos de las especies de mamíferos del área de estudio a partir de la base de datos de ejemplares colectados

en el periodo 2000 a 2006 y depositados en la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas.

Para la captura de murciélagos se colocaron 3 redes de niebla de 12 x 2 m en cada sitio de colecta durante 3 noches seguidas de trabajo de campo, con un total de 24 días de muestreo en 8 meses, 12 días en época de lluvias y 12 en época seca. Las redes fueron colocadas a una altura promedio de metro y medio a partir del nivel del suelo. Las redes se abrieron 5 horas durante el periodo de mayor actividad de los murciélagos (1900- 2400 h), y se revisaron cada 45 minutos, aproximadamente. A cada murciélago capturado se le colocó una pequeña marca (muesca) en la membrana del antebrazo mediante una aguja caliente con el fin de identificar mediante un código numérico a cada individuo y no contabilizar de manera duplicada al ejemplar en caso de recapturas. Después de tomar sus medidas somáticas y peso, y determinar el sexo, edad, estado reproductivo y tipo de vegetación donde se colectaron, se liberaron en el mismo sitio de captura.

Para la captura de roedores se colocaron 100 trampas tipo Sherman cebadas con avena y vainilla en los 2 transectos establecidos en cada sitio de colecta, por 3 noches consecutivas, que coincidieron con la colocación de redes, y se consideró el mismo número de días de muestreo (24 días de muestreo durante los 8 meses). Cada roedor capturado también fue marcado mediante pequeñas muescas en las orejas con ayuda de una aguja caliente, para identificar numéricamente cada individuo, y después de tomar sus medidas somáticas, peso, determinar el sexo, edad, estado reproductivo y tipo de vegetación donde se colectó, se liberó en el mismo sitio de captura. Los ejemplares capturados se identificaron a través de guías de campo y claves especializadas (Goodwin, 1969; Hall, 1981; Álvarez et al., 1994; Reid, 1997).

El esfuerzo de captura para roedores se obtuvo multiplicando el número de trampas Sherman utilizadas por el número de noches totales y el número de sitios muestreados, y para murciélagos, multiplicando el largo por el ancho de las redes de niebla por el número de horas abiertas, y por el número de días y sitios muestreados. Con el fin de obtener registros adicionales de las especies de mamíferos medianos y grandes en diferentes localidades de los alrededores de las lagunas Superior e Inferior, consideramos las observaciones esporádicas de algunas especies, comunicaciones personales de los pobladores locales y la identificación eventual de rastros (huellas y excretas). Se moldearon algunas huellas con yeso, se registró la posición geográfica y tipo de hábitat donde se encontraron y se depositaron en la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas. El reconocimiento de rastros

se realizó de acuerdo con Aranda (2000).

Los ejemplares capturados se determinaron taxonómicamente a nivel específico mediante el arreglo taxonómico reciente de Ramírez-Pulido et al. (2005); dichos autores consideran para México, un total de 475 especies de mamíferos terrestres, distribuidas en 12 órdenes, 34 familias y 165 géneros.

Para comparar el número de especies registradas en este estudio con la región del istmo de Tehuantepec y llevar a cabo el análisis de similitud, se trazó un polígono dentro del mapa de Oaxaca presentado por Goodwin (1969) cuya área abarcara los 94° 25' a 95° 10' O y 16° 10' a 16° 35' N, y que comprendiera las lagunas Superior e Inferior del istmo de Tehuantepec y los municipios de Reforma de Pineda, San Francisco del Mar, San Francisco Ixhuatán, Santo Domingo Zanatepec, Santa María Xadani, Unión Hidalgo, Chicapa de Castro, La Venta, San Dionisio del Mar y parte de Niltepec, ya que éstos abarcan los registros de la base de datos de la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur. El mapa con el trazo del polígono se escaneó e imprimió en un acetato, con el fin de sobreponerlo a cada uno de los mapas que presenta Goodwin (1969) y considerar los registros de presencia de ejemplares depositados en el Museo Americano de Historia Natural.

El estado de conservación de las especies de mamíferos registradas se obtuvo de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Ceballos et al., 2002; UICN, 2007), el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2002), y la Norma Oficial Mexicana (NOM- 059-ECOL- 2001; SEMARNAT, 2002).

La diversidad se evaluó separadamente para roedores y para murciélagos y para cada uno de los 4 sitios de colecta, mediante el uso del índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001), expresado como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S pi \ln pi$$

Donde, H' = diversidad (bits/individuo); S = número de especies; pi = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (ni/Nt). La diversidad de las especies en los sitios de colecta fue comparada con un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey-Kramer usando el software SPSS™ 12.0.

Con el fin de determinar la similitud y asociaciones de especies de la zona de estudio en relación con otras regiones geográficas en el estado de Oaxaca, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de estudios mastofaunísticos realizados previamente en el estado y que incluyeran información del número de especies de mamíferos

registrados, así como del tipo de vegetación. Se encontró información de 6 áreas geográficas y consideramos una más en el estado de Chiapas (con tipo de vegetación contrastante) como grupo externo comparativo:

1) Salina Cruz, Oaxaca. Presenta vegetación de manglar, selva tropical caducifolia, matorral espinoso, pastizal y vegetación de dunas. El clima presente en la región es tropical con una temperatura media anual de 25°C y precipitación media anual de 800 mm. La fauna de mamíferos está integrada por un total de 70 especies, 54 géneros, 24 familias y 8 órdenes (Cervantes y Yépez-Mulia, 1995).

2) Suroeste de Oaxaca. Presenta bosques de pino y encino, bosques mesófilos de montaña, bosque tropical deciduo y bosque espinoso. Ochenta y cuatro especies de vertebrados terrestres constituyen la fauna de esta región que incluye anfibios y reptiles y 39 especies de mamíferos, agrupados en 24 géneros, 10 familias y 4 órdenes (Webb y Baker, 1969).

3) Valle Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Entre las comunidades vegetales dominantes se encuentran el pastizal, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, además se presentan áreas con vegetación secundaria y zonas de cultivo, con altitudes de 550 a 900 m. Los climas predominantes son cálido seco ($BS0(h')hx'$) y cálido semiseco ($BS1(h')hx'$), con una precipitación promedio de 49 mm. Se registraron un total de 52 especies de mamíferos, agrupados en 38 géneros, 14 familias y 7 órdenes (Briones-Salas, 2000a).

4) Sierra Norte de Oaxaca. La vegetación en la parte superior de la sierra es neártica, y en las laderas medias, existe vegetación templada subtropical. Presenta bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo, bosque de coníferas (pino-encino o encino-pino), bosque de encino y bosque mesófilo de montaña. La temperatura media anual es de 19°C (tomada en Ixtlán de Juárez) y disminuye a 16.1°C y 10°C en la zona más alta. La precipitación media anual es de 700 mm en Ixtlán de Juárez, y en zonas más bajas llueve en promedio 600 mm anuales. Se registran un total de 103 especies de mamíferos, en 55 géneros, 19 familias y 7 órdenes (Briones-Salas, 2000b).

5) Cerro de la Tuza, Oaxaca. Los tipos de vegetación dominante son de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano ($Aw'o$ y $Aw'1$). Presenta precipitaciones que varían de 500 a 1,500 mm y temperaturas de 22 a 34°C. En este lugar se registraron 52 especies, 44 géneros y 22 familias pertenecientes a 9 órdenes de mamíferos (Lira-Torres et al., 2005).

6) Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Es la parte más

seca de la planicie pacífica, con árboles xerófitos de bajo crecimiento, sabanas artificiales, áreas abiertas de pastizales naturales y áreas de palmas. Las lagunas costeras tienen márgenes extensos de manglares. El área del istmo de Tehuantepec es caliente-templada de octubre a marzo, con vientos del norte a menudo fuertes (Goodwin, 1969). Las especies de mamíferos en el área delimitada a la laguna Inferior fueron 33, ubicadas en 29 géneros, 16 familias y 8 órdenes.

7) Yaxchilán, Chiapas. Se incluyó esta región de Chiapas como grupo externo y con fines comparativos. La vegetación dominante es selva alta perennifolia. El clima es cálido húmedo (Amw'ig) y la precipitación anual total de 1950.7 mm. Las temporadas de mayor precipitación se presentan en el verano y parte del otoño; la temperatura media anual es mayor de 22°C, con temperatura promedio de 25.5°C. Se registraron 70 especies nativas, ubicadas en 57 géneros, 23 familias y 10 órdenes (Escobedo-Morales et al., 2005).

Para determinar la similitud de la fauna de mamíferos para las regiones geográficas, se empleó el índice de similitud faunístico de Jaccard (Moreno, 2001), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde, a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presentes en el sitio B y c = número de especies presentes en ambos sitios (A + B).

Se utilizó el paquete estadístico MVSP (Multi-Variate Statical Package) para el análisis estadístico y elaborar el dendrograma de similitud de especies por el método UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic averaging).

Resultados

Se capturaron 1 134 individuos y se obtuvieron registros de 129 individuos en los sitios de colecta por medio de rastros (19), en base de datos (25), observaciones directas (84) y por comunicación personal (1). El murciélago *Molossus rufus* y el oso hormiguero *Tamandua mexicana* únicamente se registraron en la base de datos de la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, y el murciélago *Desmodus rotundus*, únicamente por comunicación personal; estas 3 especies pertenecen a la localidad de Montecillo Santa Cruz 1. El total de individuos capturados y registrados en los sitios de colecta fue de 1 263 individuos pertenecientes a 57 especies, ubicados en 43 géneros, 18 familias y 8 órdenes (Cuadro 1).

Los registros adicionales de mamíferos en otras

localidades que no corresponden a los sitios de colecta, pero se encuentran en los alrededores de las lagunas Inferior y Superior en el istmo de Tehuantepec fueron de Niltepec, San Francisco del Mar Viejo, San Dionisio del Mar, Santa María Xadani y Unión Hidalgo. Dentro de estas localidades, los registros de mamíferos se ubican en 6 órdenes, 8 familias, 10 especies (*Didelphis marsupialis*, *Dasyus novemcinctus*, *Lepus flavigularis*, *Sylvilagus floridanus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis*, *Nasua narica*, *Glossophaga morenoi* y *Odocoileus virginianus*) y 39 individuos, de los cuales 28 se encontraron en bases de datos (Colección Mastozoológica-ECOSUR), 10 fueron observaciones directas y 1 es comunicación personal. Con la suma de estos registros, solamente 2 fueron las especies que incrementaron el número total de mamíferos (*S. gracilis* de San Francisco del Mar Viejo y *N. narica* de San Dionisio del Mar). Por lo tanto, el número total de especies de mamíferos registradas en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec fue de 59, distribuidas en 47 géneros, 18 familias y 8 órdenes. En el Cuadro 1 se presenta la lista taxonómica de especies de mamíferos terrestres y voladores registrados por sitio de colecta, señalando el tipo de evidencia utilizado para su registro.

El esfuerzo de captura para roedores fue de 9 600 trampas/noche y para murciélagos de 11 520 m red/hora. El total de especies de roedores y murciélagos capturados y observados en los diferentes sitios de colecta fue de 39, de las cuales 26 fueron murciélagos y 13 roedores; se registraron 2 especies más de murciélagos, una de base de datos (*M. rufus*) y otra de comunicación personal de los pobladores locales (*D. rotundus*).

El sitio más abundante en número total de ejemplares registrados a lo largo de este estudio fue Las Palmas ($n = 397$), seguido de Montecillo Santa Cruz 2 ($n = 340$), Montecillo Santa Cruz 1 ($n = 295$) y Huamuchil ($n = 231$; Cuadro 1).

Los órdenes con mayor número de familias fueron: Chiroptera, con 5, y la mejor representada fue Phyllostomidae con 19 especies; le sigue Rodentia con 4, y la mejor representada fue Muridae con 10 especies; Carnivora también con 4 familias, y la mejor representada fue Mephitidae con 3 especies (Fig. 2).

Se registraron 6 especies endémicas para México: el tlacuache ratón, *Tlacuatzin canescens*; la liebre de Tehuantepec, *L. flavigularis*; el ratón, *Oryzomys rostratus*, y los murciélagos *G. morenoi*, *Rhogeessa parvula* y *Myotis fortidens* de acuerdo con la clasificación de Ramírez-Pulido et al. (2005). De estas especies, la única endémica de Oaxaca es la liebre de Tehuantepec, *L. flavigularis* (Cuadro 1).

Las especies registradas representan el 12.42% de

Cuadro 1. Lista de especies de mamíferos terrestres y número total de individuos registrados

<i>Especies</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 1</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 2</i>	<i>Las Palmas</i>	<i>Huamuchil</i>	<i>Registros adicionales</i>
ORDEN DIDELPHIMORPHIA Gill, 1872					
FAMILIA DIDELPHIDAE Gray, 1821					
SUBFAMILIA DIDELPHINAE Gray, 1821					
<i>Tlacuatzin canescens</i> (J. A. Allen, 1893)	1 BD	0	0	1 CA	
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	2 OB	0	
<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	0	2 OB	1 OB	1 OB	1 OB en NI
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	1 OB	2 OB	2 OB	0	
ORDEN CINGULATA Illiger, 1811					
FAMILIA DASYPODIDAE Gray, 1821					
SUBFAMILIA DASYPODINAE Gray, 1821					
<i>Dasybus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	3 CA, 7 BD	9 OB	4OB	2 OB	1 BD en SFM; 1BD en UH
ORDEN PILOSA Flower, 1883					
FAMILIA MIRMECOPHAGIDAE Gray, 1825					
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	1 BD				
ORDEN LAGOMORPHA Brandt, 1855					
FAMILIA LEPORIDAE Fischer von Waldheim, 1817					
<i>Lepus flavigularis</i> Wagner, 1844	15 OB	3 BD	0	1 OB	4 OB en NI; 3 BD en SDM; 2 BD en SFM
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	3 OB, 2 BD	0	2 OB	2 OB	4 BD en SDM; 1 BD en SMX
ORDEN RODENTIA Bowdich, 1821					
FAMILIA SCIURIDAE Fischer von Waldheim, 1817					
SUBFAMILIA SCIURINAE Fischer von Waldheim, 1817					
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	2 OB	6 OB	0	0	
FAMILIA MURIDAE Illiger, 1811					
SUBFAMILIA SIGMODONTINAE Wagner, 1843					
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	4 CA	24 CA	25 CA	1 CA	
<i>Nyctomys sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	0	1 CA	0	0	
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> J. A. Allen, 1894	0	1 CA	0	0	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i> (de Saussure, 1860)	0	1 CA	1CA	8 CA	
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (de Saussure, 1861)	0	0	3 CA	0	
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	0	11 CA	0	0	
<i>Oryzomys rostratus</i> Merriam, 1901	0	1 CA	0	0	
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (de Saussure, 1860)	0	45 CA	0	2 CA	
<i>Sigmodon hispidus</i> Say y Ord, 1825	0	1 CA	1 CA	0	
<i>Rattus rattus</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	1 CA	
FAMILIA GEOMYIDAE Bonaparte, 1845					
SUBFAMILIA HETEROMYINAE Gray, 1868					
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)	48 CA, 4 BD	58 CA	33 CA	109 CA	
FAMILIA ERETHIZONTIDAE Bonaparte, 1845					

Cuadro 1. Continúa

<i>Especies</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 1</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 2</i>	<i>Las Palmas</i>	<i>Huamuchil</i>	<i>Registros adicionales</i>
SUBFAMILIA ERENTHIZONTINAE Bonaparte, 1845					
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	0	1 OB	0	0	
ORDEN CARNIVORA Bowdich, 1821					
FAMILIA FELIDAE Fischer von Waldheim, 1817					
SUBFAMILIA FELINAE Fischer von Waldheim, 1817					
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	0	2 OB	1 OB	0	
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	0	1 OB	0	0	
FAMILIA CANIDAE Fischer von Waldheim, 1817					
SUBFAMILIA CANINAE Fischer von Waldheim, 1817					
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	1 RA	7 OB	1 OB, 1 RA	5 OB, 2 RA	5 OB en NI
<i>Canis latrans</i> Say, 1823	2 RA	1 RA	1 OB, 2 RA	0	
FAMILIA MEPHITIDAE Dragoo y Honeycutt, 1997					
<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832	0	0	2 OB	0	1 BD en SFM
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	0	0	0	2 OB	
<i>Spilogale gracilis</i> (Linnaeus, 1758)					1 CM en SFM
FAMILIA PROCYONIDAE Gray, 1825					
SUBFAMILIA PROCYONINAE Gray, 1825					
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)					1 BD en SDM
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	2 RA	2 OB, 7 RA	0	1 RA	
ORDEN CHIROPTERA Blumenbach, 1779					
FAMILIA EMBALLONURIDAE Gervais, <i>in</i> : de Castelnau, 1855					
SUBFAMILIA EMBALLONURINAE Gervais, <i>in</i> : de Castelnau, 1855					
<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temminck, 1838)	0	1 CA	0	0	
FAMILIA MORMOOPIDAE de Saussure, 1860					
<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838	1 CA	0	0	1 CA	
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE Gray, 1825					
SUBFAMILIA MICRONYCTERINAE Baker, Hood y Honeycutt, 1989					
<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	14 CA	0	0	0	
SUBFAMILIA DESMODONTINAE Bonaparte, 1845					
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1810)	1 CM				
SUBFAMILIA PHYLLOSTOMINAE Gray, 1852					
<i>Phyllostomus discolor</i> Wayner, 1843	6 CA	0	41 CA	26 CA	
SUBFAMILIA GLOSSOPHAGINAE Bonaparte, 1845					
<i>Glossophaga morenoi</i> Martínez y Villa, 1938	0	0	1 CA	0	1 BD en SMX

Cuadro 1. Continúa

<i>Especies</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 1</i>	<i>Montecillo Santa Cruz 2</i>	<i>Las Palmas</i>	<i>Huamuchil</i>	<i>Registros adicionales</i>
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	0	0	7 CA	1 CA	
<i>Leptonycteris curasoae</i> Miller, 1900	7 CA	0	0	0	
<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)	10 CA	5 CA	51 CA	9 CA	
SUBFAMILIA CAROLLINAE Miller, 1924					
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1 CA	0	
<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)	0	1 CA	0	0	
SUBFAMILIA GLYPHONYCTERINAE Baker, Hooper, Porter y Van Den Bussche, 2003					
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> Thomas, 1896	0	2 CA	5 CA	0	
SUBFAMILIA STENODERMATINAE Gervais, in: de Castelnau, 1855					
<i>Sturnira lilium</i> É. Geoffroy St. Hilaire, 1810	0	4 CA	26 CA	0	
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	0	0	11 CA	0	
<i>Uroderma bilobatum</i> Peters, 1866	19 CA	34 CA	45 CA	0	
<i>Vampyressa thylene</i> Thomas, 1909	5 CA	0	0	0	
<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)	1 CA	0	0	0	
<i>Artibeus intermedius</i> J. A. Allen, 1897	15 CA	16 CA	29 CA	16 CA	
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	32 CA	32 CA	28 CA	21 CA	
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	71 CA	57 CA	56 CA	14 CA	
<i>Centurio senex</i> Gray, 1842	8 CA	0	0	2 CA	
FAMILIA MOLOSSIDAE Gervain, in: de Castelnau, 1855					
SUBFAMILIA MOLOSSINAE Gervais, in: de Castelnau, 1855					
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	0	1 CA	2 CA	0	
<i>Molossus rufus</i> É. Geoffroy St.-Hilaire, 1805	6 BD				
FAMILIA VESPERTILIONIDAE Gray, 1821					
SUBFAMILIA VESPERTILIONINAE Miller, 1897					
<i>Rhogeessa parvula</i> H. Allen, 1866	0	0	0	2 CA	
<i>Lasiurus intermedius</i> H. Allen, 1862	0	1 CA	8 CA	0	
SUBFAMILIA MYOTIINAE Simmons, 1998					
<i>Myotis fortidens</i> Miller y G. M. Allen. 1928	2 CA	0	0	0	
<i>Myotis keaysi</i> J. A. Allen, 1914	0	0	1 CA	1 CA	
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	0	0	1 CA	0	
ORDEN ARTIODACTYLA Owen, 1848					
FAMILIA CERVIDAE Goldfuss, 1820					
SUBFAMILIA ODOCOILEINAE Pocock, 1923					
<i>Odocoileus virginianus</i> Zimmermann, 1780	1 BD	0	2 OB	0	13 BD en SDM
Total de especies	28	31	31	23	10
Total de individuos	295	340	397	231	39
Total de individuos capturados	246	297	376	215	0
Total de individuos registrados por rastros	5	8	3	3	0
Total de individuos registrados en base de datos	22	3	0	0	28
Total de individuos observados	21	32	18	13	10
Total de individuos registrados por comunicación personal	1	0	0	0	1

Cuadro 1. Continúa

Ejemplares capturados (CA), presencia de rastros (RA), en base de datos (BD), observaciones directas (OB), en cada uno de los sitios de colecta en la Laguna Inferior del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Se muestran además, el número de registros adicionales obtenidos por comentarios personales (CM) de los pobladores locales, base de datos (BD) y avistamientos fuera de los sitios de colecta. Las localidades adicionales son Niltepec (NI); San Francisco del Mar Viejo (SFM); San Dionisio del Mar (SDM); Santa María Xadani (SMX) y Unión Hidalgo (UH). El arreglo taxonómico se basa en Ramírez-Pulido et al., 2005. Las especies en negritas son endémicas para México.

la mastofauna mexicana (475 especies) de acuerdo con Ramírez-Pulido et al. (2005); el 31.05% de los mamíferos registrados para el estado de Oaxaca (190 especies) de acuerdo con Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004), y el 178.79% de la mastofauna en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, es decir, se registró mayor número de especies que en el trabajo de Goodwin (1969). En el ámbito

nacional y estatal, los órdenes de mamíferos de la laguna Inferior representan el 66.67% y 80.0%, respectivamente; en cuanto a las familias, el 52.94% y 62.07%, y el 28.48% y 42.34% en géneros, respectivamente (Cuadro 2).

El grupo de mamíferos más diverso fue el de los murciélagos para todos los sitios de colecta, donde el sitio Las Palmas mostró un valor mayor ($H' = 2.23$), seguido en orden de diversidad por el sitio Montecillo Santa Cruz 1 ($H' = 2.00$), el sitio Huamuchil ($H' = 1.78$) y el sitio Montecillo Santa Cruz 2 ($H' = 1.63$). Para los roedores, el sitio más diverso en especies fue Montecillo Santa Cruz 2 ($H' = 1.49$), seguido de Las Palmas ($H' = 0.98$), Huamuchil ($H' = 0.42$), y Montecillo Santa Cruz 1 ($H' = 0.27$; Cuadro 3).

Existieron diferencias significativas en la diversidad de murciélagos entre los sitios de colecta (ANOVA test $F_{3,28} = 5.22$; $P = 0.009$), y el sitio Huamuchil fue significativamente diferente del sitio Las Palmas de acuerdo con la prueba de Tukey-Kramer. También existieron diferencias estadísticamente significativas en la diversidad de roedores en los sitios de colecta (ANOVA test $F_{3,28} = 18.08$; $P < 0.0001$); y la prueba de Tukey-Kramer mostró que el sitio Montecillo Santa Cruz 2 fue significativamente diferente del resto de los sitios. A partir del análisis de similitud de Jaccard se observó que:

- 1) El istmo de Tehuantepec y la laguna Inferior forman

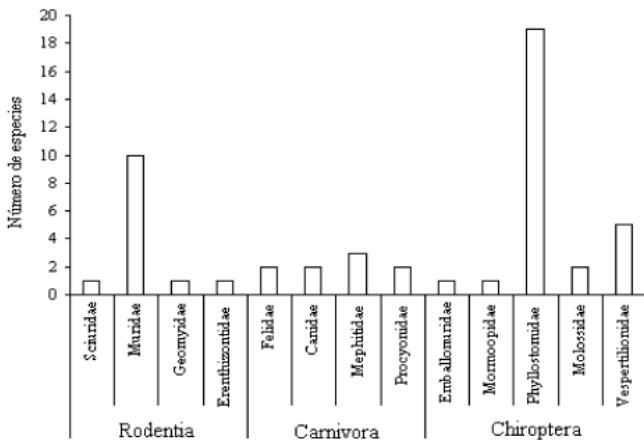


Figura 2. Familias y número de especies de mamíferos mejor representados del total de especies registradas para la laguna Inferior del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.

Cuadro 2. Total de las especies de mamíferos terrestres de la laguna Inferior del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, con respecto al total nacional (México), estatal (Oaxaca) y región del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

	Órdenes	% en Laguna Inferior	Familias	% en Laguna Inferior	Géneros	% en Laguna Inferior	Especies	% en Laguna Inferior
México (Ramírez-Pulido et al., 2005).	12	66.67	34	52.94	165	28.48	475	12.42
Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004).	10	80.00	29	62.07	111	42.34	190	31.05
Istmo de Tehuantepec (Goodwin, 1969).	8	100.00	16	112.50	29	162.07	33	178.79
Laguna Inferior Presente estudio.	8		18		47		59	

Cuadro 3. Valores del índice de Shannon-Wiener, para el grupo de murciélagos y roedores capturados y observados en cada sitio de colecta en la laguna Inferior del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

Sitios	Número de especies	H'	Varianza H'	Inferior 95%	Superior 95%
<i>Murciélagos</i>					
Montecillo Santa Cruz 1					
Montecillo Santa Cruz 2	13	2.003	0.005289	1.835	2.122
	11	1.628	0.005424	1.465	1.759
Las Palmas	16	2.227	0.001739	2.154	2.315
Huamuchil	10	1.783	0.006412	1.604	1.921
<i>Roedores</i>					
Montecillo Santa Cruz 1					
Montecillo Santa Cruz 2	3	0.2712	0.01405	0.1584	0.6298
	11	1.485	0.005962	1.347	1.643
Las Palmas	5	0.982	0.009711	0.7572	1.126
Huamuchil	5	0.4208	0.008227	0.2196	0.5786

Cuadro 4. Valores del índice de similitud de Jaccard para las especies de mamíferos terrestres en diferentes áreas geográficas en el estado de Oaxaca y Chiapas, México

Nodo	Grupo 1	Grupo 2	Similitud/Jaccard
1	Laguna Inferior, Oax.	Istmo de Tehuantepec, Oax.	0.541
2	Salina Cruz, Oax.	Nodo 1	0.420
3	Nodo 2	Cerro de la Tuza, Oaxaca	0.391
4	Sierra Norte de Oaxaca	Tehuacán-Cuicatlán, Oax.	0.315
5	Nodo 3	Nodo 4	0.280
6	Nodo 5	Yaxchilán, Chiapas	0.217
7	Suroeste de Oax.	Nodo 6	0.174

un grupo con el 54% de similitud mastofaunística, ambas regiones se unen a Salina Cruz con el 42% de similitud y, a su vez, estas 3 regiones se unen al cerro de la Tuza con el 39% de similitud.

2) La sierra Norte de Oaxaca y Tehuacán-Cuicatlán presentaron una similitud del 32%, formando un grupo.

3) El grupo formado por la mastofauna de la laguna Inferior, istmo de Tehuantepec, Salina Cruz y cerro de la Tuza y el grupo formado por la sierra Norte de Oaxaca y Tehuacán-Cuicatlán se unen con un 28% de similitud.

4) Los 2 grupos anteriores forman un nodo con Yaxchilán, Chiapas unidos en un 22% de similitud.

5) El suroeste de Oaxaca permaneció separado de todas las áreas anteriores con una similitud de 17% de la mastofauna (Cuadro 4; Fig. 3).

Del total de especies de mamíferos registrados, 14 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. De acuerdo con la UICN, 2 especies se encuentran en peligro, 2 vulnerables, y 5 en menor riesgo, casi amenazadas. De acuerdo con la lista de la CITES, 3 especies se incluyen en el Apéndice I (especies con problemas de conservación que son o podrían ser afectadas por el tráfico internacional), y 3 especies más en el Apéndice III (especies reguladas por algunos de los países del tratado). En la Norma Oficial Mexicana 3 especies se consideran en peligro de extinción, 3 amenazadas y 1 sujeta a protección especial (Cuadro 5). En el nivel específico, el jaguarundi, *Herpailurus yagouaroundi* y el ocelote, *Leopardus pardalis* se encuentran en los 3 diferentes listados de especies nacionales e internacionales bajo alguna categoría de riesgo (Cuadro 5).

Discusión

Determinamos que la mastofauna de la laguna Inferior es rica y diversa en especies de mamíferos (59). Igualmente, observamos que la distribución de las especies no es uniforme en los sitios de colecta, los cuales presentan varios tipos de vegetación; encontramos mayor diversidad

Cuadro 5. Estado de conservación de las especies y subespecies de mamíferos terrestres registrados en los alrededores de la laguna Inferior en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca, y que se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo con: UICN, 2007; CITES, 2002 y Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001; SEMARNAT, 2002)

<i>Categoría Taxonómica</i>	<i>UICN</i>	<i>CITES</i>	<i>NOM</i>
Orden DIDELPHIMORPHIA			
Familia DIDELPHIDAE			
<i>Tlacuatzin canescens</i> (J. A. Allen, 1893)	MR		
Orden PILOSA			
Familia MIRMECOPHAGIDAE			
<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)		III	P
Orden LAGOMORPHA			
FAMILIA LEPORIDAE			
<i>Lepus flavigularis</i> Wagner, 1844	V		P
Orden RODENTIA			
FAMILIA ERENTHIZONTIDAE			
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)		III	A
Orden CARNIVORA			
Familia FELIDAE			
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> Lacépède (1809)	EN	I	A
<i>Leopardus pardalis</i> (L.,1758)	EN	I	P
Familia MEPHITIDAE			
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)		I	
Familia PROCYONIDAE			
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)		III	
Orden CHIROPTERA			
Familia PHYLLOSTOMIDAE			
<i>Glossophaga morenoi</i> Martínez et Villa, 1938	MR		
<i>Leptonycteris curasoae</i> Miller, 1900	V		A
<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)	MR		
<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)			PR
Familia VESPERTILIONIDAE			
<i>Rhogeessa parvula</i> H. Allen, 1866	MR		
<i>Myotis fortidens</i> Miller et G. M. Allen, 1928	MR		

MR = menor riesgo, casi amenazada, V = vulnerable, EN = en peligro; I= especies con problema de conservación que son o podrían ser afectadas por el tráfico internacional, III= especies reguladas por algunos de los socios del tratado; P = en peligro de extinción; A = amenazada; PR = sujeta a protección especial.

de especies en aquellos sitios cuya vegetación está asociada a cuerpos de agua, y presentan además cultivos y pastizales, como Montecillo Santa Cruz 2 y Las Palmas, lo cual indica que el agua es un elemento importante para la presencia de especies y por lo tanto, los individuos tienen una alta posibilidad de encontrar alimento en estos sitios. El sitio con mayor diversidad de especies de murciélagos fue Las Palmas, cuya vegetación está compuesta principalmente de bosque espinoso y vegetación riparia; de igual manera, el sitio más diverso en especies de roedores fue Montecillo Santa Cruz 2, en donde domina la vegetación riparia; en

contraste, el sitio menos diverso fue Montecillo Santa Cruz 1 en donde predomina el nanchal y el pastizal.

Algunas especies de mamíferos presentes en sitios abiertos como los pastizales en Huamuchil (con valores bajos de diversidad de murciélagos y roedores) probablemente utilicen este tipo de hábitat sólo para dispersarse a sitios más diversos en tipos de vegetación y que les brindan mayor protección contra los depredadores y alimento. Igualmente en Huamuchil existen áreas perturbadas por actividades humanas (ganadería vacuna y cultivos) y se llevan a cabo intencionalmente incendios en los pastizales,

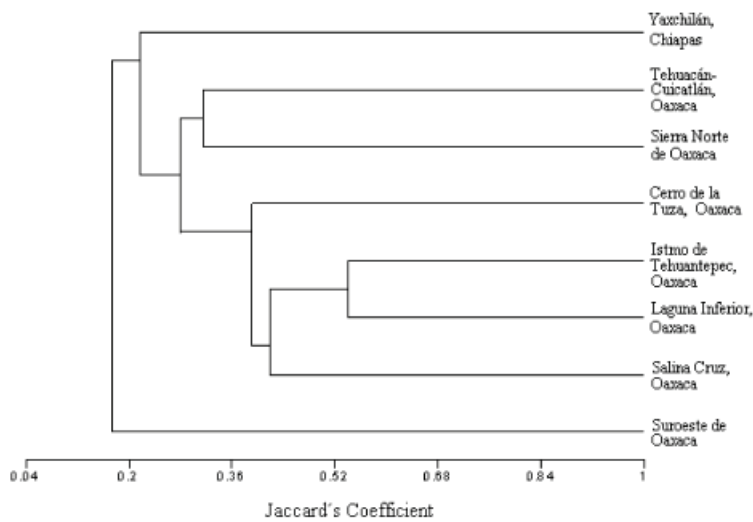


Figura 3. Dendrograma elaborado por el método UPGMA (*unweighted pair-group method with arithmetic averaging*) mediante el índice de similitud de Jaccard para las especies de mamíferos en diferentes áreas geográficas del estado de Oaxaca y Chiapas, México.

similitud, y lo mismo ocurre para las especies localizadas en el norte del estado (sierra Norte y en el valle de Tehuacán-Cuicatlán). Aunado a lo anterior, las áreas geográficas con tipos de vegetación, climas y altitudes similares presentaron mayor porcentaje de similitud en número de especies de mamíferos, como lo es la mastofauna de los alrededores de la laguna Inferior con el istmo de Tehuantepec y Salina Cruz, las cuales presentan manglares, selva tropical caducifolia, matorral espinoso, pastizal y

vegetación de dunas y riparia, asociados a climas cálidos y a alturas de 0 a 200 metros. De igual manera, la mastofauna del valle de Tehuacán-Cuicatlán y sierra Norte de Oaxaca presentan bosque tropical, bosque mesófilo, bosque espinoso y matorral xerófilo asociados a climas fríos y elevados (200 a 3,400 m). Es preciso hacer notar, que la mastofauna del suroeste de Oaxaca presenta pocas especies y una menor similitud en especies de mamíferos que el resto de las áreas presentes en el estado, lo cual puede deberse al tipo de vegetación en donde se capturaron las especies, bosques de pino-encino y bosques mesófilo de montaña de clima frío. Por otro lado, Yaxchilán, Chiapas presenta 70 especies de mamíferos en selva alta perennifolia, lo que influye en su escasa similitud mastofaunística con las áreas del norte y costa del estado de Oaxaca.

Las especies de mamíferos de la laguna Inferior que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo son 14; de éstas, 9 aparecen en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 6 en los apéndices I y III de la CITES y 7 en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). *Herpailurus yagouaroundi* y *L. pardalis* son las únicas especies que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con las listas que se consultaron. En los mamíferos medianos y grandes, existen algunas especies vulnerables a la fragmentación; por ejemplo, el tlacuache ratón, *T. canescens*; el oso hormiguero, *T. mexicana* y el puercoespín, *Coendou mexicanus*. Los herbívoros como la liebre de Tehuantepec *L. flavigularis*; y los carnívoros como el ocelote *L. pardalis* y el jaguarundi *H. yagouaroundi*, también se encuentran amenazados por la cacería sin control ya sea con fines de autoconsumo, para comercio ilegal, o son víctimas de los conflictos entre productores y

lo cual podría estar indicando la baja diversidad de especies de mamíferos. En Chiapas se encontró que entre el 30 y 40% de las especies de roedores pequeños no soportan altos grados de fragmentación debido a sus requerimientos especiales de hábitat, su limitada capacidad de dispersión, y los altos riesgos que les implica el desplazamiento a lo largo de los componentes del paisaje sin cobertura arbórea o arbustiva (Muñoz et al., 2000; Horváth et al., 2001). En el caso de las especies de mamíferos pequeños como los murciélagos, los procesos de transformación y fragmentación del hábitat han tenido severos impactos en la estructura y composición de las comunidades (Chiarello, 2000; Nupp y Swihart, 2000; Schweiger et al., 2000).

Las evaluaciones de biodiversidad indican qué tan valiosas son las áreas en cuanto a su capacidad de albergar diferentes tipos de organismos y qué tan única es un área si se le compara con otras áreas semejantes. En este sentido, la región más diversa en mamíferos fue el norte de estado, ya que se presentó tanto para la sierra Norte de Oaxaca como para el valle Tehuacán-Cuicatlán el mayor número de especies (mayor a 100). Por otro lado, la región costera del estado, aunque presenta un menor número de especies de mamíferos (entre 30 y 70), es rica en endemismos; se encontraron en los alrededores de la laguna Inferior, 5 especies consideradas endémicas para México: *T. canescens*, *O. rostratus*, *G. morenoi*, *R. parvula*, *M. fortidens*, y una especie endémica para Oaxaca (de las 12 que existen en total), *L. flavigularis*.

Los resultados generados por los análisis de similitud mostraron que existe una relación entre el número de especies de mamíferos y la distribución que presentan dentro del estado, ya que la mastofauna localizada en la costa de Oaxaca forma un grupo con mayor porcentaje de

fauna silvestre por los daños ocasionados al ganado o los cultivos (Naranjo et al., 2005).

La zona lagunar del istmo de Tehuantepec posee una importante diversidad de flora y fauna debido principalmente a la heterogeneidad del hábitat con la presencia de variadas y diversas asociaciones entre tipos de vegetación. En el área de estudio prevalecen y se combinan diferentes tipos de vegetación (pastizales, manglares, la selva tropical caducifolia, el matorral espinoso, vegetación riparia) que permiten resguardar un número importante de especies de roedores y murciélagos y que favorecen, además, la presencia de especies con distintos requerimientos, como las comunes y tolerantes a la perturbación (*Didelphis virginiana*, *D. novemcinctus*, *Liomys pictus*, *U. cinereoargenteus*, *Canis latrans*, *M. macroura*, *D. rotundus*, *Artibeus intermedius*, *A. jamaicensis* y *A. lituratus*) o las especializadas y restringidas (*T. mexicana*, *Nyctomys sumichrasti*, *C. mexicanus*, *L. pardalis*, *G. sylvestris* y *R. parvula*). La estrecha asociación mastofaunística de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec con regiones geográficas cercanas, como Salina Cruz, podrían dar cuenta de un posible corredor biológico entre las mismas, el cual podría detectarse y decretarse como una zona de refugio y protección para el hábitat de los mamíferos, en particular de aquellas especies endémicas y en categoría de riesgo.

Consideramos que es importante fomentar la elaboración de estudios mastofaunísticos enfocados a la ecología, biogeografía, filogeografía, conservación, aprovechamiento, uso y manejo de este recurso en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec. Particularmente, es necesario establecer un programa de monitoreo que permita conocer las variaciones de la diversidad y abundancia de roedores y murciélagos a largo plazo en relación con los distintos grados de perturbación del hábitat, considerando en especial a los pastizales, los cuales son utilizados para el ganado vacuno y como áreas agrícolas. La evaluación en los patrones de variación permitiría establecer la asociación de ciertas especies con el hábitat presente, y determinar la importancia de los mismos para planes de conservación y manejo.

Los resultados de este estudio pueden ser una pauta para gestionar en un futuro próximo ante las autoridades correspondientes un área natural protegida en la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, región de gran diversidad florística, mastofaunística, y de amplia importancia, económica, social, y cultural.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a la familia Gutiérrez

y Antonio, de la comunidad Montecillo Santa Cruz, por todo el apoyo brindado en las salidas al campo y por ofrecernos siempre su hospitalidad. El Dr. Sergio López aportó su apoyo en los métodos estadísticos y en la elaboración de los dendrogramas. Diego Díaz preparó la calidad de la figura 1. La M. en C. Yessica Rico, la M. en C. Tamara Rioja, el Dr. Miguel Briones y un revisor anónimo contribuyeron con valiosos comentarios que mejoraron este manuscrito. El CONACyT otorgó una beca al primer autor a través del fondo mixto del estado de Chiapas dentro del proyecto CHIS-2005-CO3-001, el cual también apoyó parcialmente la realización de este estudio. La colecta de mamíferos silvestres contó con el permiso número SGPA/DGV/S/02095/07 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la licencia de colecta científica número FAUT-0143 de C. Lorenzo.

Literatura citada

- Allen, J. A. 1890. Notes on collections of mammals made in central and southern Mexico by Dr. Audrey C. Buller, with descriptions of new species of the genera *Vespertilio*, *Sciurus* and *Lepus*. Bulletin American Museum of Natural History 2:165-181.
- Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López-Vidal. 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Coedición No. 2, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste /Escuela de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México. 64 p.
- Anderson, R. C. 2006. Evolution and origin of the Central Grassland of North America: climate, fire, and mammalian grazers. Journal of the Torrey Botanical Society 133:626-647.
- 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/Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. 212 p.
- Booth, E. S. 1957. Mammals collected in Mexico from 1951 to 1956 by the Walla Walla College Museum of Natural History. Walla Walla College Publications, Department of Biological Sciences 20:1-19.
- Bradley, R. D., I. Tiemann-Boege, C. W. Kilpatrick y D. J. Schmidly. 2000. Taxonomic status of *Peromyscus boylii sacarensis*: interferences from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome-B gene. Journal of Mammalogy 81:875-884.
- Briones-Salas, M. 2000a. Lista anotada de los mamíferos de la región de la cañada, en el valle de Tehuacan-Cuicatlán, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 81:83-103.
- Briones-Salas, M. 2000b. Los mamíferos de la región sierra Norte de Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional/ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca. Proyecto R104. 50 p.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. *In*

- Biodiversidad de Oaxaca, A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México, D.F. p. 423-447.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2002. The mammals of México: composition, distribution, and conservation. *Occasional Papers of the Museum Texas Tech University* 218:1-27.
- Cervantes, F. A. 1993. *Lepus flavigularis*. *Mammalian Species* 423:1-3.
- Cervantes, F. A., M. Martínez y Y. Hortelano. 1993. Variación morfológica intrapoblacional de *Peromyscus melanocarpus* (Rodentia: Muridae) de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 64:153-168.
- Cervantes, F. A. y L. Yépez-Mulia. 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, Coastal Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 66:113-122.
- Cervantes, F. A., J. Martínez y O. Ward. 1997. The karyotype of the tarabundi vole (*Microtus oaxacensis*: Rodentia), relict tropical arvicolid. *In Homenaje al profesor Ticul Álvarez, J., Arroyo Cabrales, y O. Polaco (coords.)*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica. p. 87-96.
- Chiarello, A. G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. *Conservation Biology* 14:1649-1657.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2002. The CITES Appendices I, II and III. Ginebra. (<http://www.cites.org/eng/append/index.shtml>)
- Escobedo-Morales, L. A., L. León, 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, UNAM/Instituto de Ecología, UNAM/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 283-298.
- Farías, V., T. K. Fuller, F. A. Cervantes y C. Lorenzo. 2006. Home range and social behavior of the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, Mexico. *Journal of Mammalogy* 87:748-756.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. 264 p.
- González, P. G., M. Briones-Salas y A. M. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico del estado. *In Biodiversidad de Oaxaca, A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas (eds.)*. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D.F. p. 449-466.
- Goodwin, G. G. 1956. A preliminary report on the mammals collected by Thomas MacDougall in southeastern Oaxaca, Mexico. *American Museum Novitates*. 1757. 16 p.
- Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 141:1-269.
- Graham, A. 1973. History of the arborecent temperate element in the northern Latin America biota. *In Vegetation and vegetational history of northern Latin America, A. Graham (ed.)*. Elsevier Scientific, Amsterdam. p. 301-314.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. Wiley and Sons, New York. 600+90, 1181+90 p.
- Horváth, A., R. Vidal y R. Sarmiento. 2001. Los mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozología* 5:6-26.
- Lira-Torres, I., L. Mora Ambriz, M. A. Camacho Escobar y R. E. Galindo Aguilar. 2005. Mastofauna del cerro de la Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozología* 9:6-20.
- Lorenzo, C., J. E. Bolaños, E. C. Sántiz y F. A. Cervantes. 2005. Distribución de Zorrillos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *In Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (eds.)*. Instituto de Biología, UNAM/ Instituto de Ecología, UNAM/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 317-324.
- Lorenzo, C., E. Espinoza, E. J. Naranjo y J. E. Bolaños. 2008. Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. *In Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. II. Publicaciones especiales, vol. II, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.)*. Asociación Mexicana de Mastozología, A. C., CIBNOR, ECOSUR, IPN, UAEM, UAM, UNICACH, Universidad Veracruzana. México, D.F. p. 147-164.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Moreno, C. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 81 p.
- Muñoz, A., A. Horváth, R. Vidal, R. Percino, E. González y V. Larrañaga. 2000. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe final para el Sistema de Investigación Regional Benito Juárez-CONACyT – The Nature Conservancy. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. 77 p.
- Naranjo, E., C. Lorenzo y A. Horváth. 2005. La diversidad de mamíferos en Chiapas. *In Diversidad biológica en Chiapas, M. González, N. Ramírez, y L. Ruiz (coords.)* Plaza y Valdéz/ ECOSUR/COCYTECH, México, D.F. p. 221-263.
- Nupp, T. E. y R. K. Swihart. 2000. Landscape-level correlates of small-mammal assemblages in forest fragments of farmland. *Journal of Mammalogy* 81:512-526.
- Pérez-García, E. A., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 56:19-88.
- 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 (nueva serie)* 21:21-82.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, Oxford. 334 p.

- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 p.
- Sántiz, L. E. 2006. Selección de hábitat y densidad de la liebre del istmo *Lepus flavigularis* (Wagner, 1844) en Oaxaca, México. Tesis maestría Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. 89 p.
- Schweiger, E. W., J. E. Diffendorfer, R. D. Holt, R. Pierotti y M. S. Gaines. 2000. The interaction of habitat fragmentation, plant, and small mammal succession in an old field. *Ecological Monographs* 70:383-400.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y faunas silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, segunda edición, marzo de 2002.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). 2007. 2007 Red List of threatened species. IUCN Species Survival Commission, Gland. (<http://www.iucnredlist.org/>).
- Vargas, Z. 2001. Valoración de los vertebrados terrestres por los huaves y zapotecas de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis maestría El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 46 p.
- Webb, R. G. y R. H. Baker. 1969. Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 40:139-152.
- Webb, S. D. 1978. A history of savanna vertebrates in the New World. Part II: South America and the great interchange. *Annual Review Ecology and Systematics* 9:393-426.
- Woodman, N. y R. M. Timm. 1999. Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrews of the *Cryptotis goldmani*-group (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Fieldiana Zoology* 91:1-35.
- Woodman, N. y R. M. Timm. 2000. Taxonomy and evolutionary relationships of Phillips' small-eared shrew, *Cryptotis phillipsii* (Schaldach, 1966), from Oaxaca, Mexico (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113:339-355.