

Therya

Volumen 2

Número 2

Agosto 2011



www.mastozoologiamexicana.org
AMMAC

La Portada

En esta ocasión la imagen que se incluye en portada corresponde al murciélago pescador (*Noctilio leporinus*). Especies que se distribuye en las planicies costeras y tropicales de las dos vertientes de la República Mexicana. Murciélago de talla grande; se distingue por sus orejas y los grandes belfos, de hay que se le llame murciélago bulldog. Su coloración por lo general es naranja amarillenta. Es una de las tres especies de murciélagos que pescan con sus largas uñas. La foto representa a una hembra lactante. No se considera bajo ninguna categoría de protección por la NOM-059 [Foto tomada por STAC].

Nuestro logo “Ozomatli”

El nombre de “Ozomatli” proviene del náhuatl se refiere al símbolo astrológico del mono en el calendario azteca, así como al dios de la danza y del fuego. Se relaciona con la alegría, la danza, el canto, las habilidades. Al signo decimoprimeros en la cosmogonía mexicana. “Ozomatli” es una representación pictórica de los mono arañas (*Ateles geoffroyi*). La especie de primate de más amplia distribución en México.

“Es habitante de los bosques, sobre todo de los que están por donde sale el sol en Anáhuac. Tiene el dorso pequeño, es barrigudo y su cola, que a veces se enrosca, es larga. Sus manos y sus pies parecen de hombre; también sus uñas. Los Ozomatlin gritan y silban y hacen visajes a la gente. Arrojan piedras y palos. Su cara es casi como la de una persona, pero tienen mucho pelo.”

Therya

Volumen 2, número 2

Agosto 2011

Carta al editor: La Arqueozoología y la Mastozoología	99
Simposio de ungulados	101
El Venado Cola Blanca en la mixteca poblana. OSCAR AGUSTÍN VILLARREAL-ESPINO, FERNANDO X. PLATA-PÉREZ, JULIO CESAR CAMACHO-RONQUILLO, JORGE EZEQUIEL HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER FRANCO-GUERRA, BERNARDO AGUILAR-ORTEGA, Y GERMÁN DAVID MENDOZA-MARTÍNEZ	103
Abundancia relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera "La Sepultura" Chiapas, México. CARLOS CHÁVEZ HERNÁNDEZ, JORGE A. MOGUEL ACUÑA, MARCELA GONZÁLEZ GALVÁN, DARIÓ M. GUIRIS ANDRADE.	111
Abundancia y densidad de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus couesi</i>) en Sierra de San Luis, Sonora, México. NALLELI E. LARA-DÍAZ, HELÍ CORONEL-ARELLANO, ALEJANDRO GONZÁLEZ-BERNAL, CARMINA GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ Y CARLOS ALBERTO LÓPEZ-GONZÁLEZ	125
Artículos	
Variación morfológica y morfométrica de <i>Heteromys desmarestianus</i> en Chiapas, México. JOSÉ ESPINOZA, CONSUELO LORENZO Y EVELYN RIOS	139
Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. ANTONIO SANTOS-MORENO Y ELDER RUIZ-VELÁSQUEZ	155
Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. CRISTIAN CORNEJO-LATORRE, ALBERTO E. ROJAS-MARTÍNEZ, MELANY AGUILAR-LÓPEZ Y LUIS GABRIEL JUÁREZ-CASTILLO	169
Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual. RODRIGO GARCÍA-MORALES Y ELÍAS JOSÉ GORDILLO-CHÁVEZ	183
Sección Especial	
<i>In Memoriam: JOAQUÍN BELLO: PASIÓN POR LA VIDA</i>	193

fascículo 5

Therya, Año 2, Número 2, mayo-abril de 2011, es una publicación cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C., Moneda 14, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06060, tel. 612 1238486, www.mastozoologiamexicana.org. Editor responsable Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-112812171700-102, ISSN: en trámite. Licitud de Título: en trámite, Licitud de Contenido: en trámite, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Mar Bermejo 195, la Paz, Baja California Sur, C. P. 23000, Tel 612 1238484, fecha de la última modificación 30 agosto 2010.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.

Therya agradece de manera especial la colaboración de Lic. Gerardo R. Hernández García en la edición gráfica editorial para esta revista

Therya es una revista electrónica, órgano oficial de la Asociación Mexicana de Mastozoología, Asociación Civil (AMMAC). El objetivo y alcance de **Therya** es ser una revista de circulación internacional dedicada a la publicación de artículos sobre todos los aspectos relacionados con los mamíferos. Se acepta el envío de documentos de investigación (artículos de fondo y notas) cuyo objetivo central sea los mamíferos, así como editoriales, comentarios y revisiones de libros enfocados al estudio de mamíferos

Presentación de manuscritos en línea

Therya utiliza un sistema en línea para el envío de manuscritos y el análisis de los mismos. Para mantener la revisión en tiempo tan breve como sea posible (evitando los retrasos del correo). Los manuscritos serán enviados por correo electrónico therya@cibnor.mx. No es necesario presentar el manuscrito en copia impresa o disco.

En caso de encontrar cualquier dificultad mientras somete su manuscrito en línea, por favor ponerse en contacto con el editor general (sticul@cibnor.mx).

Todos los artículos deberán presentar indicando en una carta si se trata de artículos de fondo, comentarios editoriales, revisiones o notas de investigación.

Idioma: **Therya** imprime artículos en español e inglés. Apreciamos los esfuerzos para asegurarse de corregir el idioma antes de su presentación. Esto mejorará en gran medida la legibilidad del manuscrito si el inglés no es su primer idioma.

Presentación del Manuscrito: La ortografía del inglés puede ser británica o americana, pero debe seguirse constantemente a lo largo del artículo. Dejar márgenes adecuados (2.5 cm de cada lado) en todas las páginas para permitir que los evaluadores incluyan sus observaciones. Se recomienda que todo los artículos sometidos sean enviados en Times New Roman tamaño 12 puntos a doble espacio con alineación a la izquierda. Asegurarse de que un nuevo párrafo pueda ser identificado claramente mediante sangría. Presentar tablas, pies de figuras y figuras en páginas separadas al final del texto. Numerar todas las páginas y líneas del manuscrito consecutivamente.

Las notas de investigación serán artículos de investigación cortos de menos de 1500 palabras y 20 citas bibliográficas. Deberán de incluir un resumen y abstract de menos de 50 palabras.

El nombre del archivo sometido estará formado por el apellido del primer autor, guión bajo y una palabra clave del título (e.i. [Arroyo_tadarida](#), [Lorenzo_flavicularis](#), etc.).

La primera página (carátula) deberá contener lo siguiente: Cabeza de ejecución (título acortado, menos de 30 caracteres). Título, autor (es) (nombre (s) con apellidos, afiliación(s) y dirección completa para correspondencia, incluyendo teléfono, fax y dirección de e-mail).

La revista utiliza grados decimales y los punto y seguido deberán de estar separados por dos espacios.

Resumen: Se debe presentar un breve abstract (inglés) y resumen (castellano) de 100 a 250 palabras, en ese orden. Ambos no deben contener abreviaturas no definidas o referencias no especificadas.

Palabras clave: Se deben proporcionar entre 5 y 10 palabras clave, separadas por coma, ordenadas alfabéticamente. De preferencia, no se deben repetir las palabras utilizadas en el título.

Nomenclatura: Se deben usar los nombres taxonómicos correctos de los organismos conformes con las normas internacionales y en cursivas (no subrayados). Las descripciones de taxa nuevos no deberán ser enviadas a menos que se tenga un ejemplar depositado en una colección reconocida y sea designado como tipo.

Gráficas: Todas las fotografías, gráficos y diagramas deberán remitirse como una 'figura' y ellos deben estar numerados consecutivamente (1, 2, etc.). En las gráficas con varias partes, cada una deberá de ser etiquetada con minúsculas (a, b, etc.). Por favor, inserte la barra de escala directamente en las gráficas y evite al máximo colocar las claves dentro de las gráficas, es mejor referirlas a la leyenda de la gráfica. Debe evitarse el texto relativamente pequeño y la gran variación de tamaños en el mismo dentro de las figuras, ya que las gráficas se reducen a menudo en tamaño. Proporcionar una leyenda detallada (sin abreviaturas) a cada figura. Todas las figuras deberán de estar citadas en el texto del artículo de manera consecutiva (Fig. 1, etc.). Coloque las leyendas de las gráficas en el manuscrito en hoja parte y después de las referencias.

Considerar que para el tamaño final de las figuras se deberá ajustar a la caja de impresión de la revista. Es muy importante hacer las pruebas de las líneas y el tamaño del texto en las figuras considerando el tamaño final en la publicación. Las gráficas podrán ser de dos tamaños: a) caja completa, con un ancho obligatorio de 18 cm y hasta 24 cm de largo, y b) media caja, con un ancho obligatorio de 6.6 cm y un largo de 24 cm.

Una vez aceptado el artículo para su publicación, cada una de las gráficas deberá enviarse en un archivo por separado y haber sido elaboradas en programas que permitan la edición del formato, tales como CorelDraw y Excel. Considerar este punto en la elaboración del manuscrito original. Las imágenes deben estar al menos a 300 dpi en color RGB o a 450 en escala de grises. Si las figuras se

pueden editar en algún formato de vector como corel draw o adobe illustrator o exportarlo como EPS

Gráficas a color: **Therya** ofrece opciones para reproducir ilustraciones de color en su artículo.

Tablas: Cada tabla debe estar numerada consecutivamente (1, 2, etc.). Evite el uso de líneas verticales dentro de la tabla y líneas horizontales sólo las necesarias. En las tablas, las notas al pie de página son preferibles a una larga exposición en el encabezado o en el cuerpo de la tabla. Estas notas explicativas, identificadas por letras superíndice, deben colocarse inmediatamente por debajo de la tabla. Proporcione un título (sin abreviaturas) para cada tabla, consulte la tabla en el texto y anote su ubicación aproximada en el margen. Por último, coloque las tablas después de las leyendas de la figura en el manuscrito.

Encabezados de sección: Los encabezados deberán de negritas y centrados, pero no numerados. Los usados son: Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones (único opcional), Agradecimiento y Literatura citada. En Inglés Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Conclusions (optional) acknowledge and references.

Apéndices: El material complementario debe ser recogido en un apéndice y colocarlo antes de la sección de referencia. Los apéndices deben estar enumerados con números arábigos.

Agradecimientos: Se agradecerá a personas, agencias financiadoras y organizaciones que hayan ayudado a la realización del trabajo. Se incorporará en un párrafo por separado previo a las referencias.

Referencias: En el texto, una referencia debe escribirse por medio del apellido del autor seguido por la fecha de la referencia entre paréntesis. Cuando existan más de dos autores, sólo debe escribirse el apellido del primer autor, seguido de 'et al.', no en cursivas. En caso de que un autor citado haya tenido dos o más obras publicadas en se mismo año, la referencia, tanto en el texto y en la lista de referencia, debe ser identificado como una letra minúscula 'a' y 'b' después de la fecha para distinguir las obras. Al citar dos o más referencias, éstas deben escribirse en orden cronológico y deben estar separadas por punto y coma. Ejemplos: Winograd (1986), (Winograd 1986a, b), (Winograd 1986; Flores et al. 1988), (Bullen and Bennett 1990). Por favor evite citar tesis, presentaciones en congresos y reportes técnicos. Nombres en Versales con mayúsculas y minúsculas. Las conjunciones (y o and) irán en el idioma que esta escrito el artículo y precedido de una coma. Los nombres científico se escribirán en itálicas. En los libros se pondrá la editorial, la ciudad, el estado y el país de edición. En caso de los Estados Unidos se omite el país. Se pide evitar al máximo la literatura gis. En caso de citarse no usar iniciales, sino poner el nombre completo de las instituciones.

Artículos de revistas: BAKER, R. J. y D. BRADLEY. 2006. Speciation in mammals and the Genetic Species Concept. *Journal of Mammalogy* 87:643–662.

Libros: HALL, R. E. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons.

Libros editados: WILSON, D. E., y D. M. REEDER (eds.). 2005. *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd ed. Johns Hopkins Press, Baltimore.

Capítulos de Libros: WILLIAMS, D. F., H. H. GENOWAYS, y J. K. BRAUN. 1993. Taxonomy and systematics. Pp. 38–197 in *Biology of the Heteromyidae* (Genoways, H. H., y J. H. Brown, eds.). Special publications No. 10, American Society of Mammalogy.

Mammalian Species: BEST, T. L., y H. H. THOMAS. 1991. *Dipodomys insularis*. *Mammalian Species* 374:1–3.

Programas de cómputo: NYLANDER, J. A. A. 2004. MrModeltest v2.2 Program distributed by the author. Evolutionary Biology Center. Uppsala University.

Pruebas de galera: Se enviarán las pruebas de galera al autor de correspondencia. Una vez corregidas las pruebas de galera se deberán de regresar con el manuscrito original, al editor general (por correo electrónico) en no más de tres días.

Separatas: **Therya** al ser una revista electrónica no tendrán separatas. **Therya** no tiene gastos de impresión por página y gráficas de color.

Derechos de autor: Se pedirá a los autores, tras la aceptación de un artículo, el transferir el derecho de autor del artículo a la Sociedad (AMMAC). Esto asegurará la difusión más amplia posible de información bajo leyes de derechos de autor.

Permisos: Es la responsabilidad del autor obtener permiso por escrito para citar material no publicado.

Therya

El objetivo y la intención de Therya es ser una revista científica para la publicación de artículos sobre los mamíferos. Estudios de investigación original, editoriales, artículos de revisión y notas científicas son bienvenidas.

Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Editor general. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Mar Bermejo 195. La Paz, Baja California Sur, México 23090.
E-mail: sticul@cibnor.mx.

Juan Pablo Gallo Reynoso. Editor asociado de artículos. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo. Laboratorio de Ecofisiología. Carretera a Varadero Nacional km 6.6. Col. Las Playitas. Guaymas, Sonora 85480.
E-mail: jpgallo@ciad.mx.

William Z. Lidicker, Jr. Editor asociado de artículos. Museum of Vertebrate Zoology. University of California. Berkeley, CA 94720 USA.
E-mail: wlidicker@berkeley.edu

Consuelo Lorenzo Monterrubio. Editor asociado de artículos. El Colegio de la Frontera Sur. Área Conservación de la Biodiversidad. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas C.P. 29290.
E-mail: clorenzo@ecosur.mx.

Jesús E. Maldonado. Editor asociado de artículos. Center for Conservation and Evolutionary Genetics. National Zoological Park. National Museum of Natural History. Smithsonian Institution. PO Box 37012 MRC 5503. Washington, DC 20013-7012. E-mail: maldonadoj@si.edu.

Jan Schipper. Editor asociado de artículos. Director, Global Mammal Assessment. IUCN/SSC-CI/CABS Biodiversity Assessment Unit. Center for Applied Biodiversity Science. Conservation International. 2011 Crystal Drive, Ste 500. Arlington, VA 22202, USA. E-mail: jan.schipper@iucn.org.

Gerardo R. Hernández García. Diseño Gráfico y Editorial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Departamento de Extensión y Divulgación Científica. Mar Bermejo 195. La Paz, Baja California Sur, México 23090. E-mail: ggarcia04@cibnor.mx.

Carta al editor

La Arqueozoología y la Mastozoología

La Arqueozoología es la disciplina científica que se enfoca originalmente al estudio de los restos de fauna recuperados en contextos arqueológicos, es decir en espacios donde se manifiesta la actividad humana y el aprovechamiento de los organismos, generalmente, de los entornos ambientales inmediatos. Esta disciplina permite reconocer diversas interrelaciones entre el hombre y la fauna, que van desde la alimentaria hasta la comercial, simbólica y ritual. Al ser información de un pasado, relativamente reciente, también es una fuente de información ambiental, proveyendo datos biogeográficos y morfo-anatómicos de los organismos identificados.

Los mamíferos son, sin duda, uno de los grupos de fauna, con el que históricamente, el hombre ha tenido mayor vinculación. En el caso de México, las evidencias se hallan desde las etapas de los primeros pobladores, a fines del Pleistoceno y, la coexistencia y el aprovechamiento con megafauna, principalmente de mamuts (*Mammuthus columbi*), donde se han obtenido herramientas para su destazamiento, así como huesos modificados como artefactos. Con el surgimiento y el desarrollo de las sociedades complejas en Mesoamérica, se obtienen evidencias del conocimiento alcanzado y de la explotación de especies silvestres para la alimentación o en diversos aspectos rituales, pero también existe información sobre las prácticas de cautiverio y la domesticación que desarrollaron estos pueblos. De la época colonial también se obtiene información faunística importante, debido a los impactos naturales y culturales que produce la introducción de la fauna doméstica europea (Corona-M. *et al.* 2010).

Estas investigaciones también encuentran aplicación en los estudios actualistas, para identificar los restos óseos hallados en las excretas o el contenido estomacal de distintos animales, en particular de los carnívoros. Por ejemplo, en el caso del jaguar se ha determinado la frecuencia de consumo de animales domésticos y silvestres. Estos datos son factibles de incorporarse a planes de manejo o de conservación de especies.

Si bien la fuente primaria de información en esta tipo de investigaciones, son los restos óseos de los organismos, también se incorporan datos provenientes de las representaciones escultóricas y pictográficas, así como de las fuentes históricas.

El elemento clave de estas investigaciones es la identificación específica confiable de los restos de fauna, ya que este paso permite el acceso a la información asociada al taxón, tanto biológica como cultural y, en consecuencia, a la interpretación de los datos. Para estos procesos de identificación las colecciones biológicas y, en particular las osteológicas de comparación, son fundamentales, ya que esto permitirá obtener los rasgos diagnósticos necesarios para identificar el ejemplar al nivel más cercano a especie.

Este tipo de colecciones en México son muy escasas y, generalmente, no se han propuesto tener representada la complejidad que deriva de la megadiversidad mastofaunística del país. Se debe destacar que a la fecha la Colección Osteológica de Comparación del Instituto Nacional de Antropología e Historia, iniciada por el Prof. Ticul Álvarez en 1963, es una de las más completas pues tiene aproximadamente 2,950 ejemplares, representando alrededor del 46% de las especies de México (241; Guzmán *et al.* 2006).

Como muchas disciplinas, el análisis arqueozoológico se ha vuelto complejo y sofisticado, en tanto sus unidades de análisis van del gene al resto óseo y hasta la paleocomunidad, fomentando la colaboración en redes de investigación a través de una miríada de disciplinas científicas, tales como genética, química, etología, biogeografía, paleontología, antropología y evolución, entre otras. Por tanto, la arqueozoología, en sentido actual, es un campo científico interdisciplinario, es decir se asume como una de las formas modernas de la actividad científica.

Esta comunicación regular y abierta abre las fronteras de la investigación y provee de una mejor comprensión tanto de los animales en sí mismos, como de las diversas estrategias históricas para la subsistencia y el simbolismo. Además de que este incremento en la complejidad a través de las disciplinas nos permite obtener una mirada más profunda sobre la diversidad cultural, así como en el cambio y la persistencia para el aprovechamiento de los recursos animales.

Joaquín Arroyo-Cabrales
Subdirección de Laboratorios y
Apoyo Académico, INAH

Eduardo Corona-M.
Centro INAH Morelos

CORONA-M., E., J. ARROYO-CABRALES, Y O. J. POLACO. 2010. La Arqueozoología en México, una reseña actual. Pp. 165-171 in Estado Actual de la Arqueozoología Latinoamericana / Current Advances in the Latin-American Archaeozoology (Mengoni Goñalons, G., J. Arroyo-Cabrales, Ó. J. Polaco, y F. J. Aguilar, eds). Instituto Nacional de Antropología e Historia, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, International Council for Archaeozoology y Universidad de Buenos Aires.

GUZMÁN, A. F., J. ARROYO-CABRALES, Y O. J. POLACO. 2006. Capítulo 24. Distrito Federal. Colección Osteológica del Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", INAH. Pp. 347-357 in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones, y F. A. Cervantes, editores). Instituto de Biología, UNAM y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Distrito Federal, México.

Simposio sobre Conservación de Cérvidos en México efectuado durante el X Congreso Nacional de Mastozoología y I Congreso Latinoamericano de Mastozoología, realizado en Guanajuato, México (20-24 septiembre del 2010).

Sonia Gallina

La idea de realizar el Simposio sobre Conservación de Cérvidos en México, organizado dentro del IX Congreso Nacional de Mastozoología y I Congreso Latinoamericano de Mastozoología llevado a cabo el 21 de septiembre del 2010 en la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, México. Tuvo como objetivo reunir investigadores que han estado trabajando con los Cérvidos en el país (venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, venado bura *O. hemionus*, y temazate *Mazama temama*), y tratar de obtener el conocimiento que se ha generado recientemente, y definir las problemáticas de conservación de las diferentes especies, así como las estrategias a seguir dentro de estas líneas.

Se presentaron diversos trabajos en los temas de: genética (2 de venado cola blanca y 1 de bura), del uso de cámaras trampa (3 enfocados a estimar densidades de venado cola blanca); de modelación espacial (1 de temazate y 3 de venado cola blanca); y sobre conservación y manejo (1 sobre venado cola blanca y temazate, 1 de temazate, 1 de cola blanca y 1 de venado bura). Los trabajos fueron realizados en distintas partes del país: Michoacán, Baja California, Sierra de Nanchichitla en el Estado de México, en Sonora, en Veracruz, en la Mixteca Poblana, en la Reserva del Chichinautzin en Morelos, en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, México, en el Sureste Mexicano (Tabasco y Península de Yucatán). Aunque en este número de THERYA sólo se presentan algunos de los trabajos, éstos permitirán al lector interesado en la conservación, tener un panorama de como se encuentra este grupo importante de mamíferos en el país, con la esperanza de tratar de motivar a jóvenes interesados en la ecología y conservación de los cérvidos mexicanos para que se involucren en la resolución de las problemáticas presentadas.

El Venado Cola Blanca en la mixteca poblana

Oscar Agustín Villarreal-Espino¹, Fernando X. Plata-Pérez², Julio Cesar Camacho-Ronquillo¹, Jorge Ezequiel Hernández-Hernández¹, Francisco Javier Franco-Guerra¹, Bernardo Aguilar-Ortega¹, y Germán David Mendoza-Martínez²

Abstract

The objective of this study is to present progress on management and conservation of white-tailed-deer (*Odocoileus virginianus*) at the Mixteca poblana; an ethnic region with 47 municipalities and 10,565.7 km², with semiarid and arid climates, rangeland slopes with tropical dry forest and xerophytes shrubs, where the Mexican subspecies of white-tailed deer *mexicanus* is distributed in 547,500 ha which represents 51.8% of the region

The conservation and management of the deer is carried under the technological model denominated diversified livestock, a silvopastoral system which combines the intensive production of bovine meat, with the sustainable use of deer and other wildlife species and their habitat, by hunting and ecotourism in Units for the Management and Wildlife Conservation (UMAs). Under this management, there are 72 UMAs in 35 municipalities with 82,522 ha in the region. The *mexicanus* subspecies is considered as a hunt trophy by the Safari Club International. In the hunting season 2009-2010, 32 UMAs harvested 152 game permissions; 20 of those UMAs are located in Chiautla County. The deer is fed with 139 species of plants, mainly 40 herbs and 36 shrubs; the population density varies from 12.8 to 45.45 ha/deer. The environmental benefits from deer management and their habitat have resulted in environmental services such as conservation of soil, water and biodiversity. The socioeconomic benefits include increments in rate of incomes and regional employment, as well as conservation of cultural traditions. Actually in the region are involved three groups of researchers, three Non Governmental Organizations and seven and technical advisors.

Key words: game hunt, *mexicanus*, Rangeland slopes, silvopastoral system, UMAs.

Resumen

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los avances sobre conservación y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Mixteca Poblana; la cual es una región étnica con 47 municipios y 10,565.7 km². Con climas semiárido y árido, y agostadero cerril con bosque tropical caducifolio (BTC) y matorrales xerófilos (MX), donde se distribuye el venado cola blanca de la subespecie *mexicanus* en 547,550 ha, correspondiendo al 51.8% regional. El cérvido es conservado y manejado mediante el

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 Sur 304, Tecamachalco, Puebla, CP 75480. Teléfono-fax: 01 (249) 422 01 78, mazamiztli@yahoo.com.mx

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, México D.F. CP 04960, gmendoza@correo.xoc.uam.mx

modelo tecnológico denominado ganadería diversificada, ese sistema agrosilvopastoril, combina la explotación extensiva de bovinos cárnicos, con el aprovechamiento sustentable del venado, otras especies de la fauna silvestre y su hábitat, en el turismo cinegético y ecológico en UMAs (Unidades de Manejo Ambiental). Actualmente existen 72 UMAs, en 35 Municipios con 82,522 ha, de manejo. La subespecie *mexicanus*, es considerada como trofeo de caza regional, por el Safari Club Internacional. En la temporada de caza 2009-2010, 32 UMAs tuvieron cosecha cinegética con 152 cintillos, 20 de esas UMAs se ubican en el Municipio de Chiautla. El animal se alimenta de 139 especies de plantas, principalmente 40 herbáceas y 36 arbustivas. La densidad poblacional que varía de 12.8 a 45.45 ha/individuo. Los beneficios ecológicos del manejo del venado y su hábitat se han traducido en servicios ambientales como: conservación de suelo, agua y biodiversidad. Los beneficios socioeconómicos son; incrementos en las tasas de ingreso y empleo regional y conservación de las tradiciones. Actualmente en la región, trabajan tres grupos de investigadores, tres Organizaciones no Gubernamentales y siete asesores técnicos.

Palabras clave: *Agostadero, agrosilvopastoril, cinegético, mexicanus, UMAs.*

Introducción

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es el animal de caza mayor más importante en México y Norteamérica (Villarreal 2002; Gallina y Mandujano 2009). La subespecie *mexicanus* es un ecotipo en el centro de México (Halls 1984), en el estado de Puebla se distribuye principalmente en la región Mixteca. El animal es relativamente pequeño en comparación con otras subespecies, y tiene las siguientes características fenotípicas (Medina y Viveros 1991): el color de su pelaje va del café al café canela, con mezcla de color ante. Los machos tienen las siguientes medidas: longitud total 1.55 m, longitud del cráneo 24.1 cm, largo de la cola de 23.5 cm, pata trasera 41 cm, altura al hombro 91.5 cm (Fig. 1).



Figura 1. Venados cola blanca mexicanos (*Odocoileus virginianus mexicanus*), dos machos con astas en terciopelo y una hembra, en el agostadero cerril de la Mixteca Poblana.

Este animal forma parte de torneo de caza internacional denominado: El Súper Slam de los Venados de México, o Premio Hubert Thummler, avalado por el Safari Club Internacional (SCI) Capítulo México (Villarreal et al. 2008a). Además se han realizado seis torneos anuales de caza regional, acreditados por: Clubes de Caza Deportiva, ONGs (Organizaciones no Gubernamentales), el Gobierno del Estado de Puebla y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. El record de venado cola blanca mexicano en estos torneos es de 65 3/8 puntos SCI, siendo el récord regional de 88 puntos SCI. Debido a lo anteriormente expuesto, la Mixteca Poblana se ha convertido en la región más importante de caza deportiva de ese venado. En la temporada de caza (2009-2010), 32 UMAs obtuvieron cosecha cinegética con 152 cintillos de cobro, 20 de esas UMAs se ubican en el municipio de Chiautla, siendo esta jurisdicción la más importante de la región. El objetivo de este trabajo es dar a conocer los avances de la conservación y manejo sustentable del cérvido en la región, que incluyen: su distribución regional, estimación de la densidad poblacional, determinación de la dieta, la capacidad de carga del hábitat y aspectos socioeconómicos.

Área de Estudio

La Mixteca poblana es una región ética, pobre y marginada del desarrollo, situada en la depresión del río Balsas al sur del estado de Puebla. Está conformada por 47 municipios, con una superficie de 10,565.7 km², su topografía es cerril, con afloramientos rocosos y piedra suelta, su altitud oscila entre 600 y 2,750 msnm, con climas semiseco cálido, cálido subhúmedo y templado subhúmedo (INEGI 2000). Sus principales tipos de vegetación son el bosque tropical caducifolio (BTC) o selva baja caducifolia, varios tipos de matorrales xerófilos (MX) y en menor medida bosques de encino (Villarreal 2006). Estas características fisiográficas, hacen que la región ostente bajo potencial agropecuario y forestal; la agricultura es principalmente de temporal, los cultivos básicos son: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y cacahuete (*Arachis hypogaea*; Villarreal 2006). La ganadería es principalmente extensiva con bovinos para carne y caprinos, que se alimentan básicamente de vegetación nativa. En las UMAs de la región, se han identificado 26 mamíferos, agrupados en seis órdenes y 11 familias. Entre los mamíferos con potencial cinegético destacan (Villarreal 2006): el conejo (*Silvilagus spp.*), el coyote (*Canis latrans*), el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y el venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*). También existen felinos como: jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), zacetigre (*Leopardus pardalis*) puma (*Puma concolor*) y lince o gato montés (*Lynx rufus*).

Material y métodos

Las metodologías utilizadas han sido muy diversas, y son las siguientes: para determinar la distribución regional del venado, se utilizó un Sistema de Información Geográfico o SIG (Aronoff 1989), con la sobreposición de mapas temáticos (orografía, vegetación, agricultura, ganadería extensiva y densidad poblacional humana) para diagnosticar la posible distribución del animal por microrregiones, para después en esas áreas determinar su existencia por medio de métodos directos (avistamiento) e indirectos (rastros). Para estimar la densidad poblacional, se ha utilizado el método indirecto de

conteo de excretas fecales de Eberhardt y Van Etten (1956), modificado por Villarreal *et al.* (2005a), en transectos de 500 m de largo por 6 de ancho, donde se consideró una tasa de defecación diaria de 17 grupos (Pérez *et al.* 2004), tomando en cuenta la superficie muestreada, el número total de excretas y el período de depósito en días, en siete UMAs de la región, con una superficie total de 10,328 ha, distribuidas en cinco Municipios (Villarreal 2006).

Para conocer la dieta del venado en la región, se trabajó también en las siete UMAs anteriormente mencionadas, donde se utilizó la microhistología de plantas y excretas fecales, mediante la técnica de Sparks y Malechek (1968), modificada por González y Pérez (1990). Las características microhistológicas de cada especie vegetal se utilizaron para identificar los fragmentos vegetales en los excrementos: para cuantificar el aporte de materia seca (MS) de las plantas en la dieta, se hicieron preparaciones mixtas de los grupos fecales, analizando 100 campos o microparcelas. Por otra parte, para estimar la capacidad de carga del hábitat en relación a su producción forrajera, se trabajó en dos UMAs representativas localizadas en Santa Cruz Nuevo, Municipio de Totoltepec de Gro., con BTC y MX, utilizando la metodología del balance forrajero de Guevara (2004): donde consideró el área de cada UMA (929.76 y 4.066.09 ha respectivamente), con las productividades de fitomasa, calculadas como rendimiento por época y año, determinando el forraje producido con sólo el 25 % de utilización por unidad animal (UA), del forraje en el área.

Los aspectos socioeconómicos se evaluaron mediante Análisis de Presupuesto Parcial (APP) donde los principales indicadores son: el Cambio Neto de Utilidades o CNU y la Tasa Interna de retorno o TIR (INVERFINCA 2003). Finalmente, mediante la matriz Presión Estado Respuesta o PER (Winograd 1995), que se analizó y cuantificó la sustentabilidad socioeconómica y ambiental en las UMAs de la región, lo cual es recomendado para sistemas agropecuarios a niveles locales y regionales, por medio del análisis de un grupo de variables del modelo tecnológico, se evaluó el contexto general de las UMAs en la región.

Resultados

En la Mixteca poblana el venado cola blanca se distribuye en 547,550 ha, lo que corresponde al 51.8% regional; el área más importante es la zona poniente con BTC, microrregión conformada por los municipios de Cohetzala, Chiantla, Huehuetlán el Chico, Ixcamilpa de Gro., Jolalpan y Teotlalco (Villarreal y Guevara 2002). Por otra parte, la estimación de la densidad poblacional varía entre 12.8 y 45.45 ha/individuo (Villarreal *et al.* 2005a). La amplia superficie de distribución y la densidad poblacional aunque es muy variable, son aspectos que con un adecuado manejo, pueden garantizar la sobrevivencia de la población en el largo plazo.

El agua es un componente del hábitat limitado en la región, por lo tanto el venado consume varias especies de vegetales como fuente de agua, siendo 13 plantas las principales, algunas de ellas son, flores y frutos de: pochote (*Ceiba parvifolia*), órgano (*Pachycerus weberii*), ciruelo (*Spondias purpurea*) y nopales (*Opuntia* sp.; Villarreal y Marín 2005). Además se determinó, que la dieta de cérvido en la región consta de 139 especies de plantas, pertenecientes a 51 familias. Las leguminosas representan el 20.1% ($n = 28$), seguidas de las cactáceas 13.8% ($n = 19$), las gramíneas con 7.2% ($n = 10$) y

las agaváceas con el 6,5% ($n = 9$) entre otras (Villarreal *et al.* 2008b). Sin embargo, las especies que aportan mayor cantidad de materia seca (MS) a la dieta durante el año son sólo 17, siendo diez de ellas leguminosas (Tabla 1); en este punto se importante señalara que el conservar esas plantas es fundamental en la dieta del animal. La capacidad de carga del hábitat en el agostadero mixto de BTC y MX, en las dos UMAs representativas de la región, se estimó en 790 y 880 kg. MS/ha/año, de fitomasa utilizable respectivamente. Con esa productividad forrajera, se consideró un promedio ponderado de capacidad de carga anual de 9.41 y 7.28 ha/UA/año para cada UMA.

Tabla 1. Plantas más importantes consumidas por el venado cola blanca Mexicano, en la región Mixteca Poblana

Especie	Aporte de MS	Estrato vegetativo	Época del año
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (L)	3.27	Arbóreo	Mayo-Oct.
<i>Pithecellobium dulce</i> (L)	3.55	Arbóreo	Mayo-Oct.
<i>Acacia pennatula</i> (L)	3.13	Arbustivo	Mayo-Nov.
<i>Acacia subangulata</i> (L)	5.25	Arbustivo	Nov.-Enero
<i>Leucaena leucocephala</i> (L)	5.08	Arbustivo	Mayo-Oct.
<i>Haematoxylum brasiletto</i> (L)	4.13	Arbustivo	Marzo-Oct.
<i>Mimosa luisiana</i> (L)	2.29	Arbustivo	Mayo-Sep.
<i>Cercidium praecox</i> (L)	2.74	Arbustivo	Marzo-Oct.
<i>Pachyrrisus</i> sp. (L)	2.47	Herbáceo	Oct.-Feb.
<i>Harpalyce loeseneriana</i> (L)	4.26	Herbáceo	Mayo-Oct.
<i>Agave kerchovei</i>	4.68	Arbustiva	Anual
<i>Quercus glaucooides</i>	3.55	Arbóreo	Oct-Enero
<i>Quercus castanea</i>	2.47	Arbóreo	Oct-Enero
<i>Waltheria americana</i>	3.14	Herbáceo	Mayo-Oct.
<i>Montanoa</i> sp.	2.74	Herbáceo	Mayo-Nov.
<i>Montanoa</i> sp.	4.13	Herbáceo	Mayo-Oct.
<i>Opuntia pilifera</i>	2.86	Arbustivo	Anual
Total	59.74		

L: Leguminosas

EL APP arrojó los siguientes resultados: se obtuvo un CNU que alcanzó 1,478.00 USD, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 22.83 %, lo que se considera adecuado, tomando en cuenta, la evolución a la alza de la tasa de aprovechamiento cinegético anual para los siguientes años (Villarreal *et al.* 2005b).

Discusión

Por otra parte, la matriz PER se determinó que actualmente existen 72 UMAs, en 35 Municipios, con 82,522 ha, de conservación y manejo de la especie y su hábitat, que son operadas mediante el modelo tecnológico denominados Ganadería Diversificada, que es un sistema agrosilvopastoril que combina la explotación extensiva de bovinos para carne, con el aprovechamiento sustentable (racional y sostenido) del venado cola blanca, otras especies de fauna silvestre y su hábitat, en la caza deportiva y el ecoturismo. El promedio de mano de obra es de un empleo permanente y dos temporales por cada 1,000 ha de manejo Además, actualmente en la región trabajan en UMAs, tres grupos de investigadores de instituciones de educación superior, tres ONGs (Organizaciones no Gubernamentales), siete profesionales que prestan servicios técnicos especializados y dos organizaciones de productores (Villarreal *et al.* 2008c). Lo cual manifiesta el desarrollo de ese modelo tecnológico en la región a partir del año 2000.

Conclusiones

Se concluye, que el manejo y aprovechamiento sostenible del venado cola blanca en la Mixteca Poblana, ha demostrado su viabilidad ecológica, su factibilidad socioeconómica, y su aceptación social. Los beneficios ecológicos, han derivado en la conservación del venado y su hábitat. Los beneficios socioeconómicos se traducen en la diversificación productiva, la creación de empleos permanentes y temporales, incremento de la tasa de ingreso regional. Las ventajas comparativas regionales derivadas de sus ecosistemas, se están transformando en ventajas competitivas debido a la oferta de bienes y servicios ambientales, por lo tanto: las UMAs en la Mixteca poblana son una alternativa para el desarrollo regional.

Se recomienda continuar con estos trabajos en la región, además de realizar otros de tipo ambiental como: conservación de suelo y agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad en las UMAs. Por otra parte, especial atención requiere evitar la introducción de especies y subespecies exóticas, ya que ciertos programas gubernamentales a nivel estatal, han pretendido la introducción de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) y otros animales exóticos como el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y el jabalí europeo (*Sus scropha*), entre otras especies. La introducción de animales exóticos puede causar competencia por el hábitat y sus recursos, siendo factor de deterioro ambiental como: introducción de enfermedades y parásitos, alteración de procesos biológicos, hibridación y extinción de algunas especies nativas. Por lo tanto, las introducciones de animales exóticos deben evitarse, recomendamos que los recursos destinados para ese fin, sean utilizados en programas de desarrollo regional como: conservación y manejo de la fauna silvestre y su hábitat; creación de obras de infraestructura ambiental y turística; equipamiento cinegético; y capacitación de productores y prestadores de servicios técnicos.

Referencias

- ARONOFF, S. 1989. Geographic information system: a management perspective. Canadian Cataloguin in Publication Data, Canada.
- EBERHARDT, L. L., Y R. C. VAN ETEN. 1956. Evaluation of de pellet group count as a deer census method. *Journal of Wildlife Management* 20:70-74.
- GALLINA, S., Y S. MANDUJANO. 2009. Research on ecology, conservation and management of wild ungulates in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:116-117.
- GONZÁLEZ, E. A., Y J. A. PÉREZ. 1990. Técnica microhistológica modificada. Universidad Autónoma de Chapingo.
- GUEVARA, G. 2004. La sostenibilidad de los sistemas de producción animal. Universidad de Camagüey.
- HALLS, L. 1984. White-tailed Deer. Ecology and management. Wildlife Management Institute. Washington, District of Columbia.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA). 2000. Síntesis geográfica del estado de Puebla. Libro Electrónico.
- INVERFINCA. 2003. Software para el análisis de inversiones en fincas ganaderas. Centro de estudios para el desarrollo de la producción animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey.

- MEDINA, G., Y C. VIVEROS.** 1991. Taxonomía, distribución y datos biológicos de los cérvidos, con especial atención en el venado cola blanca. Memorias del segundo curso de capacitación para profesionales en el manejo de fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México.
- SPARKS, D. R., Y J. C. MALECHEK.** 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal Range Management* 21:264-265
- PÉREZ, M., S. MANDUJANO, Y L.E. MARTÍNEZ.** 2004. Taza de defecación del venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, en cautiverio en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:167-170
- VILLARREAL, O.** 2002. El "Grand Slam" del venado cola blanca Mexicano; una alternativa sostenible. *Archivos de Zootecnia* 51:193-194.
- VILLARREAL, O.** 2006. El venado cola blanca en la Mixteca Poblana; conceptos y métodos para su conservación y manejo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- VILLARREAL, O., R. GUEVARA.** 2002. Distribución regional del venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en la Mixteca Poblana, México. *Producción animal* 14:35-40
- VILLARREAL, O., R. GUEVARA, Y G. GUEVARA.** 2005a. Densidad de población del venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en dos unidades de manejo ambiental de la Mixteca Poblana, México. *Producción Animal* 17:115-119.
- VILLARREAL, O., R. GUEVARA, Y G. GUEVARA.** 2005b. Factibilidad bio-económica de la diversificación ganadera con el manejo racional del venado cola blanca mexicano en dos unidades de manejo de la vida silvestre de la Mixteca Poblana, México. *Producción Animal* 17:121-128.
- VILLARREAL, O., Y M. MARÍN.** 2005 Agua de origen vegetal para el venado de cola blanca mexicano. *Archivo de Zootecnia* 54:191-196
- VILLARREAL, O., H. THUMMLER, J. HERNÁNDEZ, F. J. FRANCO, L. R. CAMPOS, R. RESÉNDIZ, T. BARRERA, L. CARREÓN.** 2008a. Premio Thummler: el súper slam de los venados de México. Pp 31-48 en *Conservación y manejo de fauna cinegética de México 1* (Villarreal, O, F. J. Franco, J. Hernández, y S. Romero, eds.). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- VILLARREAL, O., I. CORTES, R. GUEVARA, F. J. FRANCO, L. E. CAMPOS, J. C. CASTILLO.** 2008b. Composición botánica de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Mixteca Poblana. Pp 65-84 en *Conservación y manejo de fauna cinegética de México 1*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fundación PRODUCE Puebla, A. C.; Mazamiztli, A. C.
- VILLARREAL, O., F. J. FRANCO, J. E. HERNÁNDEZ, S. ROMERO, T. HERNÁNDEZ, Y R. GUEVARA.** 2008c. Evaluación de las UMAS de venado cola blanca en la región Mixteca, México. *Zootecnia Tropical* 26:395-398.
- WINOGRAD, M.** 1995. Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la Sustentabilidad en el Uso de Tierras. Instituto de Recursos Mundiales.

Sometido: 26 de octubre de 2010
Revisado: 2 de febrero de 2011
Aceptado: 15 de febrero de 2011
Editor asociado: Sonia Gallina Tessaro
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Abundancia relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura” Chiapas, México.

Carlos Chávez Hernández¹, Jorge A. Moguel Acuña¹,
Marcela González Galván², Darío M. Guiris Andrade³.

Abstract

Large mammals have important roles in the dynamics of Neotropical rainforests. However, their ecology has barely been studied in the forests and tropical forest of southern Mexico. In the present study, we assessed the relative abundance in populations of Baird’s tapir *Tapirus bairdii*, white-tailed deer *Odocoileus virginianus*, and collared peccary *Pecari tajacu*, along 246.4 km of linear transects in the buffer area of “La Sepultura” Biosphere Reserve (REBISE), Chiapas, Mexico. We observed 0.998, 0.694 and 0.215 tracks/km of Baird’s tapir white-tailed deer and collared peccary respectively. The present study shows that the La Sepultura Biosphere Reserve, plays an important role for conservation of mastofauna of the area as a refuge in an environment with anthropogenic influence.

Key words: Abundance, La Sepultura Biosphere Reserve, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, tracks, *Tapirus bairdii*, transects, ungulates.

Resumen

Los grandes mamíferos tienen un importante papel en la dinámica y estructura de los bosques Neotropicales. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos ecológicos de las especies que viven en los bosques y selvas tropicales del sureste de México. En el presente estudio evaluamos la abundancia relativa en poblaciones del tapir centroamericano *Tapirus bairdii*, venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y pecarí de collar *Pecari tajacu*, a lo largo de 246.4 km de transectos lineales dentro de la zona de aprovechamiento de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas, México. Observamos los siguientes índices de abundancia: *Tapirus bairdii* 0.998 huellas/km, *Odocoileus virginianus* 0.694 huellas/km y *Pecari tajacu* 0.215 huellas/km. El presente estudio mostró que la Reserva de la Biosfera de la Sepultura, desempeña un papel importante para la conservación de la mastofauna de la región, siendo un área de refugio en un ambiente con mucha influencia humana.

Palabras clave: Abundancia, bosques tropicales, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*,

¹ Zoológico Regional “Miguel Álvarez del Toro”, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Calzada a Cerro Hueco s/n Colonia El Zapotal Tuxtla Gutiérrez Chiapas, MÉXICO. C.P 29000. Teléfono (961) 61 44701, 44700 y 63 86092: Extensión 51076. E-mail: carloschavez1975@hotmail.com; alex_gumuel@hotmail.com

² Calle Ingeniero Ubilio García Caballero # 596 Colonia La Caminera, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. C. P. 29090. E-mail: marglez2@hotmail.com

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chiapas. Departamento de Ciencias Médico Veterinarias. Jefe de Operaciones Policlínica y Diagnóstico Veterinario (particular), Blvd. Ángel Albino Corzo 635-B. C.P. 29040. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. E-mail: dmguiris@hotmail.com

rastros, Reserva de la Biosfera La Sepultura, Tapirus bairdii, transecto, ungulados.

Introducción

La mastofauna mexicana registra un severo problema de extinción y desaparición, ya que aproximadamente 200 especies se encuentran en riesgo de extinción (Arita y Ceballos 1997). Sin embargo, a nivel estatal es muy difícil determinar el estado de conservación que guardan las especies de mamíferos, ya que sólo se cuenta con la información emitida en las listas oficiales, cuya clasificación a nivel nacional y mundial muchas veces es contradictoria para ciertas especies. Es por ello que se debe dar prioridad al desarrollo de estudios que generen información sobre las condiciones de las poblaciones, su abundancia, endemismo, etc., para establecer con mayor claridad el estado de conservación que guardan los mamíferos silvestres a nivel estatal (Retana y Lorenzo 2002).

El Orden Artiodactyla y en particular las especies de la familia Tayassuidae, se incluyen como sujetas a conservación por CITES en su Apéndice II. Por el contrario y de manera sorprendente, las especies de cérvidos no presentan ningún estado de conservación. Sólo un reporte ubica al temazate, *Mazama americana* (ahora reclasificada como *M. temama*, ver Bello y Reyna-Hurtado 2010), como amenazada de acuerdo a un modelo que se desarrolló para indicar especies con problemas de conservación, basado en características ecológicas y vulnerabilidad a las actividades antropogénicas (Ceballos y Navarro 1991). Si bien en la última clasificación de las listas rojas de la IUCN las dos especies de temazates mexicanos (*M. temama* y *M. pandora*) están clasificadas como con datos deficientes si se reconoce que sus poblaciones van disminuyendo (<http://www.iucnredlist.org>).

Los ungulados neotropicales, además de ser utilizados ampliamente por los habitantes del medio rural debido al valor de su piel y carne (Robinson y Redford 1987; Bodmer *et al.* 1988). Desempeñan funciones relevantes en la dinámica de los bosques tropicales a través de los procesos de herbivoría, dispersión y depredación de semillas para numerosas especies vegetales (Bodmer 1989, 1990a, 1991). Los ungulados nativos del sureste de México (*Pecari tajacu* - pecarí de collar; *Tayassu pecari* - senso; *Tapirus bairdii* - tapir; *Mazama temama* – temazate rojo; *M. pandora* – temazate gris; y *Odocoileus virginianus* -venado cola blanca) han sido poco estudiados a pesar de representar una importante fuente de proteína para los pobladores de esa región (March 1987; Enhis 1991; Mandujano 1991; Mandujano y Gallina 1991; Bello y Mandujano 1994; Reyna-Hurtado y Tanner 2007). En México, el venado cola blanca es, tal vez, el animal de caza más importante desde el punto de vista deportivo, y el más estudiado de los ungulados (Gallina *et al.* 2010). Debido a su amplia distribución, es perseguido en toda su gran área de distribución por los cazadores de todas partes de la República Mexicana y de los Estados Unidos.

La importancia del tapir radica en que actualmente es un mamífero en peligro de extinción en todo su intervalo de distribución, la cual incluye, en el caso de México, áreas silvestres de los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y límite suroeste de Veracruz y Tabasco. Ocupando una amplia variedad de ambientes cuya altitud varía entre 0 y más de 2, 000 m s.n.m. Al igual que muchas especies, los intervalos de distribución de las poblaciones mexicanas de tapires, se han reducido constantemente

debido al efecto de las actividades humanas (March 1994; Naranjo 2002). Al parecer la pérdida y fragmentación del hábitat y la cacería excesiva son frecuentemente las causas principales de esta declinación; sin embargo, aún no está claro como está respondiendo esta especie a los diferentes sistemas locales de cacería empleados dentro y fuera de las áreas protegidas de nuestro país (Janzen 1983; Eisenberg 1989; Bodmer 1990b Lira 2004).

Los pecaríes de collar se cazan junto con el venado, pero raramente como el principal objetivo de una cacería (Starker 1977), aunque hay zonas en la Península de Yucatán donde sí los buscan exclusivamente y se ha documentado que los pecaríes de collar y los pecaríes de labios blancos están entre las cinco especies de caza preferidas por varios cazadores de subsistencia (Escamilla *et al.* 2000; Weber 2000; Reyna-Hurtado *et al.* 2009).

El propósito del presente estudio fue estimar la abundancia relativa de tres especies de ungulados en la zona de amortiguamiento de la reserva de la Biosfera “La Sepultura” Chiapas, México, debido a que es uno de los sitios más accesibles de la reserva donde todavía se conservan manchones de vegetación y por que la cacería ha sido una actividad frecuente aunque no principal en el área de muestreo.

Material y métodos

Área de estudio

La Reserva de la Biosfera “La Sepultura” se localiza en la región suroeste del estado de Chiapas, en la porción noroeste de la Sierra Madre (Fig. 1). Limita al norte y noreste con la Depresión Central de Chiapas, al este con cumbres de la Sierra Madre en su continuación hacia el Soconusco, al sur con la Planicie Costera del Pacífico de Chiapas y al oeste con las estribaciones de la misma Sierra Madre en su continuación hacia el estado de Oaxaca (Hernández 1995). Comprende parte de los municipios de Arriaga, Cintalapa, Jiquipilas, Tonalá, Villacorzo y Villaflores; tiene una superficie total de 167,309 hectáreas, de las cuales 13,759 corresponden a cinco zonas núcleos discontinuas (Cuenca del Arenal con 1,811 ha; San Cristóbal con 602 ha; La Palmita con 1,937 ha; Tres Picos con 7,267 ha; y La Bola con 2,140 ha); la zona de amortiguamiento comprende 153,550 (D.O.F. 1995). Se localiza entre las coordenadas geográficas 16° 00' 18" y 16° 29' 01" de latitud norte y -93° 24' 34" y -94° 07' 35" de longitud oeste. Presenta intervalos altitudinales que van desde los 60 m en localidades del municipio de Arriaga, en la vertiente del Pacífico, hasta los 2,550 msnm en el cerro Tres Picos, limítrofe entre los municipios de Villaflores, Villacorzo y Tonalá.

El área de estudio es uno de los sitios más accesibles de la reserva y se pueden identificar claramente seis tipos de vegetación para el presente trabajo (selva media, selva baja, bosque de pino, bosque de encino, cafetal y vegetación secundaria). El clima predominante según la clasificación de Köppen; modificado por García (1973) corresponde al Semicálido subhúmedo con lluvias en verano y canícula en la misma estación; porcentaje de lluvia invernal menor al 5%, precipitación total anual entre los 1,500 y 2,000 mm, y temperatura media anual de 22 °C (A (C) w2 (w)). Respecto a la fauna, de acuerdo a los estudios realizados por el Instituto de Historia Natural (1996), se tiene un registro de 406 especies de vertebrados terrestres, distribuidos de la siguiente manera: 24 especies de anfibios, 49 de reptiles, 236 de aves y 97 de mamíferos, que

en conjunto representan el 33.5% de los reportados para Chiapas y el 15.25% de los reportados para el país. De igual manera, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial (D.O.F. 1995). En la reserva de La Sepultura 121 de las 406 especies vertebrados tienen estatus de en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial (De la Maza y De la Maza 1993; INE/SEMARNAP 1999).

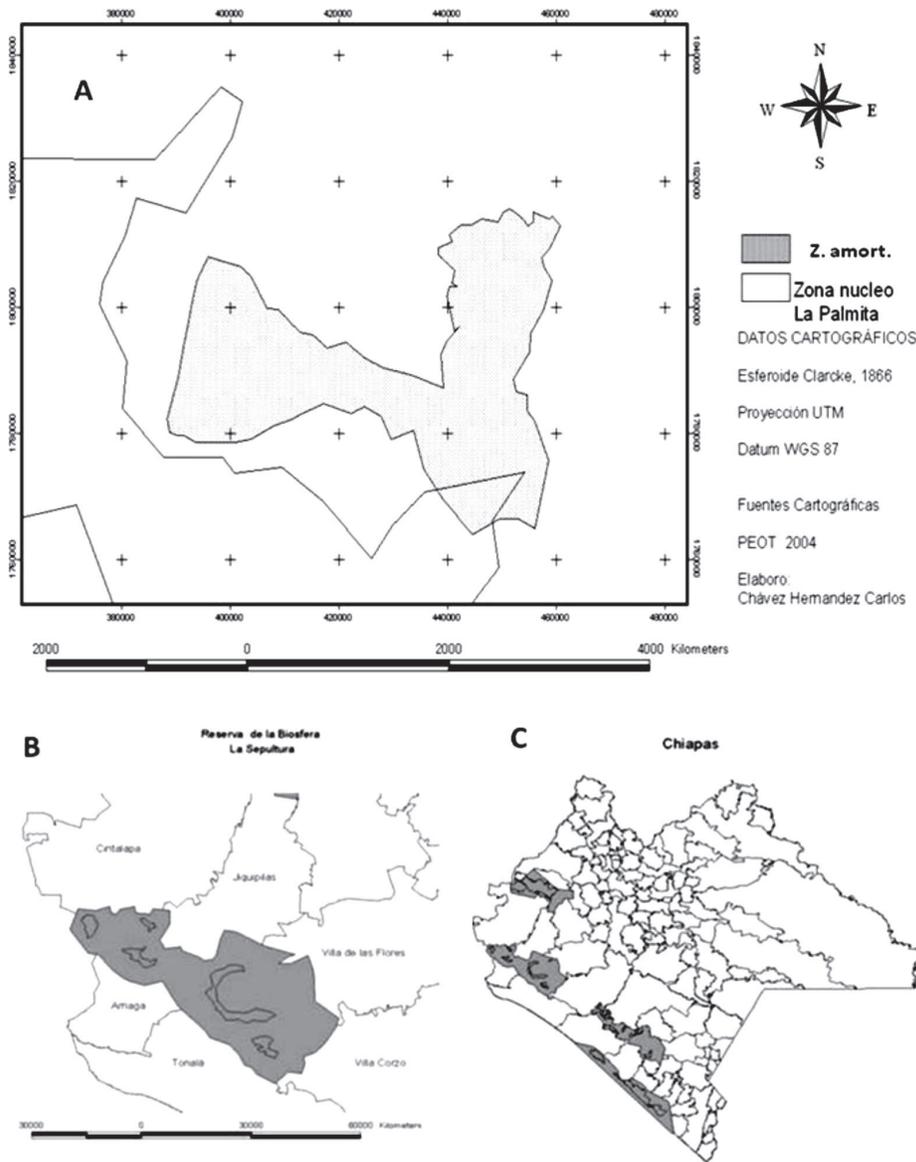


Figura 1. Localización del área de estudio en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. A) sitio de muestreo en la zona de amortiguamiento de la REBISE, B) ubicación de la Reserva de la Biosfera La Sepultura en el estado de Chiapas y C) Reservas de la Biosfera en el estado de Chiapas, México.

Selección de Sitios de Muestreo

El presente estudio se llevó a cabo en la zona conocida como “La Cieneguita” dentro de la zona de amortiguamiento de la REBISE, consistiendo en un trabajo de campo de ocho meses de muestreo (nueve días por mes), cuatro en época de lluvia (julio - octubre de 2007) y cuatro en época de seca (enero - abril de 2008). El método utilizado para el registro y recolecta de rastros, fue el de transectos en línea ($n = 10$), los cuales se ubicaron

sobre veredas y caminos existentes en el área, estos fueron de longitudes (1 a 7.5 km) y amplitudes variadas y establecidos en diferentes tipos de vegetación (selva mediana, selva baja, bosque de pino, bosque de encino, cafetal y vegetación secundaria). Los de mayor actividad humana fueron: el transecto “la montaña”, que es el más cercano al poblado Tierra y Libertad, donde se practican actividades agrícolas y ganaderas, y “el principal” que tiene influencia humana por el traslado de ganado y algunas actividades agrícolas, en menor proporción que “la montaña”. Los ocho transectos restantes fueron establecidos en sitios con menor perturbación humana. Sin embargo, existen actividades de ganadería principalmente y cacería en menor proporción.

Abundancia Relativa

Se realizaron conteos de rastros (huellas y excretas) para estimar la abundancia relativa de las especies en el área de estudio, apoyándose en la experiencia personal previa en otras áreas naturales protegidas y en las guías de campo de Aranda y March (1987) y Aranda (2000). Los conteos se realizaron entre las 08:30 -17:00 h y el tiempo mínimo y máximo entre dos conteos en un mismo transecto fue de 20 y 30 días respectivamente. En cada recorrido se registró el número total de grupos de excretas encontrados y huellas en una misma dirección y no huellas individuales, borrando posteriormente toda impresión para evitar dobles conteos. Los índices de abundancia relativa (AR) se calcularon con la siguiente fórmula:

$$AR = N/km$$

(1) n° de huellas observadas/km recorridos.

(2) n° excretas observadas/km recorridos.

Estos índices fueron calculados y analizados por especie, transecto, tipo de vegetación y temporada del año y comparados mediante análisis de varianza (ANOVA). Cuando los valores de los índices no se ajustaron a una distribución normal, se hicieron comparaciones por medio de una prueba de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf 1995). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Sigma Sstat 1.0. (Jandel Corp 1993) con un nivel de significancia del 95% (Zar 1994).

Resultados

Abundancia relativa en el área de estudio: dentro de las actividades de monitoreo comprendidas durante los meses de julio a octubre de 2007 y enero a abril de 2008. Se recorrieron 246.4 km sobre transectos lineales previamente establecidos en la zona de amortiguamiento denominada “la cieneguita” (Fig. 1) de la Reserva de la Biosfera La Sepultura (REBISE). Se obtuvieron un total de 729 registros entre la agrupación de rastros (huellas y excretas), de los cuales 246 huellas y 206 excretas corresponden a la especie *T. bairdii*, 171 huellas y 56 excretas a *O. virginianus* y por último 38 huellas y 12 excretas a *P. tajacu* (Tabla 1). La especie que presentó mayor índice de abundancia relativa en el área de estudio fue la especie *T. bairdii* con 0.998 huellas/km, seguida de la especie *O. virginianus* con 0.694 huellas/km y por último la especie *P. tajacu* con 0.215 huellas/km para la especie. El índice promedio de abundancia relativa para el sitio de muestreo fue de: 1.100 (\pm 1.030 D. E) huellas/km para *T. bairdii*, 0.889 (\pm 0.832 D. E.) huellas/km para *O. virginianus* 0.346 (\pm 0.562) huellas/km y para *Pecari tajacu*. Los transectos que presentaron mayor índice de abundancia relativa para cada especie en el área de estudio

fueron: para *T. bairdii*, transecto “el encino” 3.450 huellas/km para *O. virginianus* “la montaña” con 3.125 huellas/km y para *P. tajacu* “la montaña” con 1.875 huellas/km. Analizando los datos obtenidos mediante una prueba de varianza, tenemos que existe una diferencia significativa entre los rastros registrados en cada transecto para cada especie en estudio: *T. bairdii* (huellas: $H = 405.9$; $gl = 9$; $P = < 0.001$), *O. virginianus* (huellas: $H = 278.7$; $gl = 9$; $P = < 0.001$) *Pecari tajacu* (huellas: $H = 131.5$; $gl = 9$; $P = < 0.001$; Tabla 2).

Transecto	Longitud Transecto (km).	No. de Recorrido	Total Recorrido (km)	<i>Tapirus bairdii</i>			<i>Odocoileus virginianus</i>			<i>Pecari tajacu</i>		
				Rastros	Huellas	Excretas	Rastros	Huellas	Excretas	Rastros	Huellas	Excretas
Principal	7.5	8	60	10	10	0	38	38	0	6	4	2
Cascada	3.2	8	25.6	46	21	25	17	13	4	12	7	5
Cieneguita	2	8	16	25	8	17	37	22	15	1	0	1
El encino	2.5	8	20	123	69	54	24	12	12	7	6	1
Ficus	2.8	8	22.4	65	43	22	17	15	2	11	11	0
Parte aguas	3.3	8	26.4	50	28	22	17	12	5	6	4	2
La vela I	3	8	24	35	19	16	15	10	5	0	0	0
La vela II	3	8	24	27	13	14	15	11	4	0	0	0
La Cumbre	2.5	8	20	71	35	36	16	13	3	7	6	1
La montaña	1	8	8	0	0	0	31	25	6	0	15	0
			246.4	452	246	206	227	171	56	50	53	12

Tabla 1. Rastros de los ungulados en “la cieneguita” dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, Ejido Tierra y Libertad, Chiapas, México.

Transecto	Longitud Transecto (Km).	No. de Recorrido	Total Recorrido (km)	<i>Tapirus bairdii</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	<i>Pecari tajacu</i>
				Huellas/Km	Huellas/Km	Huellas/Km
Principal	7.5	8	60	0.167	0.633	0.067
Cascada	3.2	8	25.6	0.820	0.508	0.273
Cieneguita	2	8	16	0.500	1.375	0.000
El encino	2.5	8	20	3.450	0.600	0.300
Ficus	2.8	8	22.4	1.920	0.670	0.491
Parte aguas	3.3	8	26.4	1.061	0.455	0.152
La vela I	3	8	24	0.792	0.417	0.000
La vela II	3	8	24	0.542	0.458	0.000
La Cumbre	2.5	8	20	1.750	0.650	0.300
La montaña	1	8	8	0.000	3.125	1.875
A. Relativa				0.998	0.694	0.215
A. R. promedio				1.100	0.889	0.346
Des. Estandar				1.030	0.832	0.562

Tabla 2. Abundancia relativa de *Tapirus bairdii*, *Odocoileus virginianus* y *Pecari tajacu* por transecto en “la cieneguita” de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, Ejido Tierra y Libertad, Chiapas, México.

Tapirus bairdii
 $H = 405.9$; $gl = 9$; $P = < 0.0001$

Odocoileus virginianus
 $H = 278.7$; $gl = 9$; $P = < 0.0001$

Pecari tajacu
 $H = 131.5$; $gl = 9$; $P = < 0.0001$

Abundancia relativa por época en el área de estudio: para la variable época, tenemos que el índice de abundancia relativa para el sitio de muestreo por cada especie durante el periodo de lluvias fue de: 1.047 huellas/km para *T. bairdii*, 0.609 huellas/km para *O. virginianus* y 0.244 huellas/km para *P. tajacu*. Durante la temporada de seca el índice de abundancia relativa para cada especie fue de: 0.950 huellas/km para *T. bairdii*, 0.779 huellas/km para *O. virginianus* y 0.187 huellas/km para *P. tajacu*. El índice promedio de abundancia relativa para cada especie en el área de estudio durante el periodo de lluvias fue de: 1.152 (\pm 1.046 D. E) huellas/km para *T. bairdii*, 0.795 (\pm 0.905 D. E.) huellas/km para *O. virginianus* y 0.399 (\pm 0.676 D. E.) huellas/km para *P. tajacu*. En la temporada de seca fue de: 1.048 (\pm 1.025 D. E.) huellas/km para *T. bairdii*, 0.983 (\pm 0.776 D. E.) huellas/km para *O. virginianus* y 0.292 (\pm 0.451 D. E.) huellas/km para *P. tajacu*.

Los transectos con mayor índice de abundancia relativa para las especies en estudio fueron: durante el periodo de lluvias; “el encino” con 3.400 huellas/km para *T. bairdii* y la montaña con 3.250 huellas/km para *O. virginianus* y 1.500 huellas/km para *P. tajacu*, En el periodo de seca fueron; “el encino” con 3.500 huellas/km para *T. bairdii*, “la montaña” con 3.000 huellas/km para *O. virginianus* y 1.500 huellas/km para *P. tajacu*. Existe diferencia estadística significativa entre los rastros obtenidos en ambas épocas para cada especie: *T. bairdii* (huellas: $H = 188.7$; $gl = 2$; $P = < 0.001$), *O. virginianus* (huellas: $H = 101.1$; $gl = 2$; $P = < 0.001$), *Pecari tajacu* (huellas: $H = 99.8$; $gl = 2$; $P = < 0.001$; Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia relativa de *Tapirus bairdii*, *Odocoileus virginianus* y *Pecari tajacu* por época en la cieneguita de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, Ejido Tierra y Libertad, Chiapas, México.

Trayecto	Longitud Transecto (Km).	No. de Recorrido	Total Recorrido	<i>Tapirus bairdii</i>		<i>Odocoileus virginianus</i>		<i>Pecari tajacu</i>	
				Huellas/km		Huellas/km		Huellas/km	
				Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Principal	7.5	8	60.0	0.200	0.133	0.667	0.600	0.067	0.067
La Cascada	3.2	8	25.6	0.781	0.859	0.391	0.625	0.391	0.156
La Cieneguita	2.0	8	16.0	0.625	0.375	1.250	1.500	0.000	0.000
El Encino	2.5	8	20.0	3.400	3.500	0.400	0.800	0.300	0.300
Ficus	2.8	8	22.4	2.143	1.696	0.446	0.893	0.536	0.446
Parte aguas	3.3	8	26.4	1.136	0.985	0.379	0.530	0.152	0.152
La vela I	3.0	8	24.0	0.917	0.667	0.333	0.500	0.000	0.000
La vela II	3.0	8	24.0	0.417	0.667	0.333	0.583	0.000	0.000
La Cumbre	2.5	8	20.0	1.900	1.600	0.500	0.800	0.300	0.300
La Montaña	1.0	8	8.0	0.000	0.000	3.250	3.000	2.250	1.500
A. relativa				1.047	0.950	0.609	0.779	0.244	0.187
A. R. promedio				1.152	1.048	0.795	0.983	0.399	0.292
Des. Estandar				1.046	1.025	0.905	0.766	0.676	0.451

Tapirus bairdii
H = 188.7; gl = 2; P = < 0.0001

Odocoileus virginianus
H = 101.1; gl = 2; P = < 0.0001

Pecari tajacu
H = 99.8; gl = 2; P = < 0.0001

Abundancia relativa por tipo de vegetación presente en el área de estudio: comparando los registros obtenidos en diferentes tipos de vegetación durante el estudio, los tipos

de vegetación con mayor índice de abundancia relativa fueron: selva media con 2.418 huellas/km y para *T. bairdii*, cafetal con, 3.125 huellas/km para *O. virginianus*, y 1.875 huellas/km para *P. tajacu*. Analizando los datos obtenidos mediante una prueba de varianza, se obtuvo diferencia estadística significativa entre los rastros registrados en cada tipo de vegetación para cada especie: *T. bairdii* (huellas: $H = 354.4$; $gl = 5$; $P = < 0.001$), *O. virginianus* (huellas: $H = 347.7$; $gl = 5$; $P = < 0.001$) y *P. tajacu* (huellas: $H = 117.6$; $gl = 5$; $P = < 0.001$; Tabla 4).

Vegetacion	Longitud (Km).	No. de Recorrido	Total Recorrido	<i>Tapirus bairdii</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	<i>Pecari tajacu</i>
				Huellas	Huellas	Huellas
bosque de pino	13.5	8	108.0	0.417	0.500	0.009
bosque de encino	5.7	8	45.6	0.811	0.263	0.285
Vegetacion secundaria	2.0	8	16.0	2.000	2.063	0.000
selva media	6.1	8	48.8	2.418	0.738	0.451
selva baja	2.5	8	20.0	0.700	0.550	0.100
cafetal	1.0	8	8.0	0.000	3.125	1.875
A. relativa				0.998	0.694	0.215
A. R. promedio				1.058	1.206	2.000
Des. Estandar				0.944	1.136	0.718

Tabla 4. Abundancia relativa de *Tapirus bairdii*, *Odocoileus virginianus* y *Pecari tajacu* por tipo de vegetación en la cieneguita de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, Ejido Tierra y Libertad, Chiapas, México.

Tapirus bairdii
 $H = 354.4$; $gl = 5$; $P = < 0.0001$

Odocoileus virginianus
 $H = 347.7$; $gl = 5$; $P = < 0.0001$

Pecari tajacu
 $H = 117.6$; $gl = 5$; $P = < 0.0001$

Discusión

Durante los recorridos realizados en el área de estudio, se obtuvieron registros de la presencia de las tres especies de ungulados con distribución potencial en ocho de los diez transectos de muestreo. Para el transecto conocido como “la montaña” solamente se registraron datos para venado cola blanca *O. virginianus* y *P. tajacu*. La ausencia de rastros de tapir *T. bairdii* en este sitio, puede estar condicionada a dos factores: a) baja densidad poblacional y una distribución restringida dentro del área. b) Su distribución pudo haber estado limitada por su tendencia a preferir áreas más cerradas con mayor cobertura vegetal que le brinda mayor protección y disponibilidad de alimento. La última hipótesis se basa en que los tapires pueden ser más vulnerables a la cacería y los grandes depredadores, como el jaguar y puma, en las áreas abiertas (Lira 2004).

Los mayores índices de abundancia relativa los presentó el *T. bairdii* (0.998 huellas/km) en senderos localizados en ambientes con una amplia cobertura vegetal y alejados de las áreas más perturbadas con mayor índice de actividad humana. Esto puede deberse posiblemente a la disponibilidad de abundantes cuerpos de agua, alimento tales como follaje verde, fruta de temporada, etc., así como una densa cobertura vegetal y baja presión de cacería que estas áreas pueden brindar. Por otro lado, se observaron diferencias estacionales en las frecuencias de rastros debido posiblemente a que las condiciones ambientales no son similares. Lo que propicia que durante la temporada de lluvias los animales se desplacen más debido a que existen mejores condiciones para su alimentación, protección etc. que durante la temporada de secas, por lo que

se registró una abundancia relativa mayor que en la temporada de seca. Los resultados demuestran marcados contrastes en los índices obtenidos y reflejan un mayor uso de veredas naturales respecto a los senderos establecidos en los caminos de mayor actividad humana, percibiéndose una conducta muy similar a la reportada por Lira (2004) en el polígono El Triunfo, y Noss y Cuéllar (2000) para los ungulados del Chaco Boliviano.

El índice de abundancia relativa para el tapir obtenido en el presente trabajo (0.99 huellas/km) es superior al estimado en el polígono I de la Reserva de la biosfera el Triunfo con 0.67 huellas/km (Lira 2004); para el Parque Nacional Corcovado, en Costa Rica con 0.60 huellas/km (Naranjo 1995); la Reserva de la Biosfera La Sepultura con 0.24 huellas/km (Naranjo y Cruz 1998); la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas con 0.15 huellas/km (Dirzo y Miranda 1991) y la cuenca del río Lacantún con 0.33 huellas/km (Bolaños y Naranjo 2001).

Los registros de datos de esta especie reflejan un mayor uso de la selva mediana, en contraste con los demás tipos de vegetación al registrar una mayor frecuencia de rastros (2.418 huellas/km). En el área protegida de la Reserva de la Biosfera de Calakmul se encontró una abundancia de rastros de 0.03/km, pero la abundancia relativa subió a 0.42 en tres zonas comunales donde existe cacería; sin embargo, el tapir no es la presa de caza favorita en la región (Reyna-Hurtado y Tanner 2007). Los tapires fueron más abundantes en la selva baja inundable y evitaron la selva baja seca en la Reserva de la Biosfera de Calakmul (Reyna-Hurtado y Tanner 2007).

Odocoileus virginianus es la segunda especie que presenta elevados índices de abundancia relativa (0.694 huellas/km). Esta especie cosmopolita tiene una alta capacidad de adaptabilidad a ambientes particularmente fragmentados, con moderada presión de cacería (Galindo-Leal y Weber 1998). La amplia distribución de *O. virginianus* se debe a su considerable capacidad de adaptarse a una gran variedad de hábitats, tipos de vegetación y condiciones climáticas, persistiendo incluso en bosques con alto grado de perturbación en el Eje Neovolcánico, zonas ganaderas y agrícolas y en los alrededores de poblados de tamaño regular (Galindo y Weber 1998; Gallina et al. 2010). El mayor índice de abundancia relativa la obtuvimos en cafetales (1.875 huellas/km), seguida de vegetación secundaria (2.063 huellas/km), esto debido posiblemente a su adaptabilidad a ambientes abiertos. Situación que está ligada al tamaño corporal, la conformación de las astas en los machos, y la dieta del venado cola blanca, factores que dificultan el desplazamiento y la adecuada alimentación de esta especie en selvas húmedas densas (Eisenberg 1989; Hall 1981).

El índice de abundancia relativa para el venado cola blanca obtenido en el presente trabajo (0.694 huellas/km), es inferior al obtenido de 0.88 huellas/km en la Reserva de la Biosfera de Calakmul (en las zonas de cacería; Reyna-Hurtado y Tanner 2007), pero superior al estimado de con 0.02 huellas/km en La Lacandona, Chiapas (Naranjo 2002) y 0.02 huellas/km en Calakmul, Campeche (Weber 2005); con 0.01 rastros/km en el Río Lacantún, Chiapas (Bolaños y Naranjo 2001); 0.10 huellas/km en Corcovado, Costa Rica (Carrillo et al. 2000). Los venados cola blanca utilizan también las zonas inundables y evitan los bosques secos en los alrededores de la Reserva de la Biosfera de Calakmul (Reyna-Hurtado y Tanner 2007).

El pecarí de collar fue quién presentó menores índices de abundancia relativa de las tres especies de ungulados en estudio (0.15 huellas/km), aunque es una especie que al

igual que el venado cola blanca poseen una alta adaptabilidad a ambientes perturbados y con moderadas presiones de cacería (Fragoso 1988; March 1990; Bodmer y SOWLS 1996; Naranjo 2002). Su baja abundancia relativa puede deberse a que posiblemente sea un animal con un índice mayor de cacería por los lugareños, debido quizá a que es una especie con hábitos gregarios, lo cual los condiciona a ser más vulnerables y fáciles de cazar. Por lo que los cazadores pueden llegar a cazar más de un ejemplar de una piara. El índice de abundancia relativa obtenido en la presente investigación (0.203 rastros/km) es superior al encontrado en el Polígono I de la Reserva de la Biosfera El Triunfo de 0.13 rastros/km (Lira 2004) y similar a los obtenidos en la selva mediana subperennifolia de Quintana Roo (0.21 rastros/km; Merediz 1995) y Selva Lacandona, Chiapas (0.28 rastros/km; Naranjo 2002). Son inferior a los Tres Reyes, Quintana Roo, con 0.47 rastros/km (Quijano 1988), los Tuxtlas, Veracruz (0.45 rastros/km; Bello y Mandujano 1994), Cuenca del río Lacantún (0.55 rastros/km; Bolaños y Naranjo 2001) y en la Reserva de la Biosfera de Calakmul y zonas aledañas, en áreas con cacería (0.86 huellas/km²) y sin cacería 0.97 huellas/km²; Reyna-Hurtado y Tanner (2007). Los pecaríes de collar fueron generalistas de hábitat y usaron todos los hábitats sin preferencias en esa zona (Reyna-Hurtado y Tanner 2007).

Las abundancias estimadas de estas tres especies de ungulados en estos trabajos, son diferentes a la observada en el presente estudio. Las cuales pueden estar condicionadas por las distintas técnicas empleadas en los estudios citados, así como a las variaciones en los diseños experimentales, periodos de tiempo, esfuerzo de muestreo, características ambientales, topográficas, edáficas, presencia y/o ausencia de actividades antropogénicas en el área.

Consideramos necesario realizar un monitoreo de las poblaciones de ungulados y su hábitat a largo plazo para registrar sus tendencias poblacionales y evitar la extinción local fuera de la REBISE, ya que esta reserva tiene un importante papel en la conservación de estos ungulados a pesar de la perturbación continua por incendios, tala clandestina y expansión ganadera, entre otras actividades. Recomendamos así mismo, plantear trabajos de educación ambiental con las comunidades locales enfocados hacia alternativas de uso sustentable y conservación de fauna silvestre sujetas al aprovechamiento.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades ejidales del poblado Tierra y Libertad, por los permisos otorgados para la realización de los recorridos en la zona de estudio y a S. Gallina por sus comentarios y atinadas observaciones al presente trabajo. Este estudio fue financiado por recursos propios.

Referencias

- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz.
- ARANDA, M., y I. MARCH. 1987. Guía de los Mamíferos Silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz.
- ARITA, H. T., y G. CEBALLOS. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.
- BELLO, J., y R. REYNA-HURTADO. 2010. *Mazama temama* (Kerr 1792), Central America Red

- Brocket Deer. Pp. 166-171 in Neotropical Cervidology: Biology and medicine of Latin American deer (Barbanti-Duarte, J. M., y S. Gonzalez eds.). Jaboticabal, Brazil: Funep and Gland, Switzerland: IUCN.
- BELLO, J., y S. MANDUJANO.** 1994. Distribución y abundancia relativa de las especies del orden Artiodactyla en Los Tuxtlas, Veracruz. Pp.199-211 in Memorias del X simposio sobre fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, México, Distrito Federal.
- BODMER, R. E.** 1989. Frugivory in Amazonian ungulates. Tesis Doctoral, Universidad de Cambridge, Gran Bretaña.
- BODMER, R. E.** 1990. Responses of ungulates to seasonal inundations in the Amazonian floodplain. *Journal of Tropical Ecology* 6:191-201.
- BODMER, R. E.** 1990a. Fruit patch size and frugivory in the lowland tapir (*Tapirus terrestris*). *Journal of Zoology (London)*, 222:121-128.
- BODMER, R. E.** 1991. Strategies of seed dispersal and seed predation in Amazonian ungulates. *Biotropica* 23:255-261
- BODMER, R. E., T. G. FANG., y L. MOYA.** 1988. Estudio y manejo de los pecaríes (*Tayassu tajacu* y *Tayassu pecari*) en la Amazonía peruana. *Matero* 2:18-25.
- BODMER, R. E., y K. L. SOWLS.** 1996. El pecarí de collar. Pp. 5–15 in Plan de acción y evaluación de la condición actual de los pecaríes (Oliver, W., ed.). IUCN, Gland, Suiza.
- BOLAÑOS C., J. E., y J. E. NARANJO P.** 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del Río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:45-57.
- CARRILLO, E., G. WONG, y A. D. CUARÓN.** 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14:1580-1591.
- CASTILLO H., J. J.** 1996. Vegetación de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. Tesis de licenciatura para obtener el título de biólogo, UNAM, Facultad de Ciencias, México, Distrito Federal.
- CEBALLOS, G., y D. NAVARRO.** 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp. 167-198 in *Latin American Mammalogy, history, biodiversity and conservation.* (Mares M. A., y D. J. Schmidly, eds). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.
- DIRZO, R., y A. MIRANDA.** 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. Pp. 273- 87 in *Animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions.* (Price, P., y W. Lweinsohn, eds.). J. Wiley and Sons, New York.
- D.O.F.** 1995. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la biosfera, la región denominada La Sepultura, localizada en los municipios de Villacorzo, Villaflores, Jiquipilas, Cintalapa, Arriaga y Tonalá, Chis., con una superficie de 167, 309-86- 25 hectáreas. *Diario Oficial No. 5. t. DI.* Martes 06 de junio de 1995.
- DE LA MAZA G., y J. M. DE LA MAZA.** 1993. Mariposas de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gitierrez, Chiapas.
- EISENBERG, J. F.** 1989. *Mammals of the Neotropics.* Vol. I, The northern neotropics.

University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

- ENHIS, A.** 1991. Descripción del hábitat y densidad poblacional de venados en el sur de Quintana Roo. Pp. 65-73 in Memorias del IX simposio sobre fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación de zoológicos, criaderos y acuarios de la república mexicana. Toluca, Estado de México.
- ESCAMILLA, A., M. SANVICENTE, M. SOSA, Y C. GALINDO-LEAL.** 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, México. *Conservation Biology* 14:1592-1601.
- FRAGOSO, J. M.** 1988. Home range and movement patterns of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) herds in the northern Brazilian Amazon. *Biotropica* 30:458 – 469.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H.F. LÓPEZ-ARÉVALO, Y M. WEBER.** 2010. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). Pp. 101-118 in Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer (Barbanti-Duarte, J. M., y S. Gonzalez eds.) Jaboticabal, Brazil: Funep and Gland, Switzerland: IUCN.
- GALINDO-LEAL, C., Y M. WEBER.** 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental. EDICUSA – CONABIO, Distrito Federal, México.
- GARCÍA, E.** 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, Distrito Federal, México.
- HALL, E. R.** 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, New York.
- MARCH, I. J., NARANJO EJ, RODILES MR, NAVARRETE DA, ALBA MP, HERNÁNDEZ PJ, DOMÍNGUEZ SE, LÓPEZ DA, JIMÉNEZ O, LOAIZA VH.** 1996. Diagnóstico para la Conservación y Manejo de la Fauna Silvestre en la Selva Lacandona, Chiapas. Informe Final. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- HERNÁNDEZ, Y. A.** 1995. Propuesta para establecer el área natural protegida (Reserva de la Biosfera) La Sepultura, en la porción oeste de la Sierra Madre de Chiapas, México. Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEMARNAP.** 1999. Programa de conservación de la vida silvestre. México.
- INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL.** 1996. Informe preliminar del Inventario faunístico de las áreas naturales protegidas de Chiapas. Tuxtla Gutierrez, Chiapas.
- JANDEL CORPORATION.** 1993. Sigma Stat for Windows Vers. 1.0. San Rafael, California.
- JANZEN, D. H.** 1983. Digestive seed predation by a Costa Rica Baird Tapir. *Reproductive Botany* 1981:59-63.
- LIRA, I. T.** 2004. Ecología del *Tapirus bairdii* en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Polígono I), Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- MANDUJANO, S.** 1991. Notas sobre el pecarí de collar en el bosque tropical caducifolio de Chámela Jalisco. Pp. 222-228 in Memorias IX simposio sobre fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- MANDUJANO, S., Y S. GALLINA.** 1991. El venado cola blanca en el bosque tropical de Charnela, Jalisco. Pp. 74-80 in Memorias IX simposio sobre fauna silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México, México Distrito Federal.
- MARCH, I. J.** 1990. Evaluación del hábitat y situación actual del pecarí de labios blancos

- Tayassu pecari* en México. Tesis de Maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.
- MARCH, I. J.** 1994. Situación actual del Tapir en México. CIES, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Serie Monográfica N°1, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- MARCH, I. J.** 1987. Los lacandonos de México y su relación con los mamíferos silvestres: un estudio etnozoológico. *Biótica*, 12:43-56.
- MEREDÍZ, G.** 1995. Abundancia, distribución y posibilidad de aprovechar sustentable del jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras especies faunísticas de la Zona Maya de Quintana Roo. Tesis Licenciatura. UNAM. México, Distrito Federal.
- NARANJO, E. J.** 1995. Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:20-31.
- NARANJO, E. J.** 2002. Population ecology and conservation of ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. Tesis Doctoral, Florida University, Gainesville.
- NARANJO, E. J., y E. CRUZ.** 1998. Ecología del tapir en la reserva de la biosfera La Sepultura, Chiapas. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 73:111-125
- NOSS, A., y E. CUELLAR.** 2000. Índices de abundancia para fauna terrestre en el Chaco Boliviano: huellas en parcelas y en brechas barridas.
- QUIJANO, E.** 1988. Distribución, abundancia y conocimiento tradicional de mamíferos silvestres: bases para la creación de un plan de manejo y aprovechamiento en Tres Reyes, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM, Distrito Federal, México.
- RETANA, O. G., y LORENZO C.** 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 85:25-49.
- REYNA-HURTADO, R., y G. W. TANNER.** 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation* 16:743-756.
- REYNA-HURTADO, R., E. ROJAS-FLORES, y G. W. TANNER.** 2009. Home range and habitat preferences of white-lipped peccary groups (*Tayassu pecari*) in a seasonal tropical forest of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Mammalogy* 90:1199-1209.
- ROBINSON, J. G., y K. H. REDFORD.** 1987. The game of choice: patterns of indian and colonist hunting in the neotropics. *American Anthropologist* 89:650-667.
- SOKAL, R. R., y J.F. ROHLF.** 1995. *Biometry*. Segunda edición. W. H. Freeman and Co., Salt Lake City, Utah.
- STARKER, L. A.** 1977. Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos de caza. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- WEBER, M.** 2000. Effects of hunting on tropical deer populations in Southeastern México. M.Sc. Thesis. Royal Veterinary College. University of London. London, United Kindom
- WEBER, M.** 2005. Ecology and conservation of sympatric tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, Campeche, Mexico. Dissertation, Durham University, Durham, United Kindom.
- ZAR, I. H.** 1994. *Biostatistical analyses*. Pertinence Hall, New York.

Sometido: 18 de marzo de 2011

Revisado: 5 de mayo de 2011

Aceptado: 20 de agosto de 2011

Editor asociado: Sonia Gallina Tessaro

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México

Nalleli E. Lara-Díaz¹, Helí Coronel-Arellano², Alejandro González-Bernal²,
Carmina Gutiérrez-González² y Carlos Alberto López-González¹

Abstract

White-tailed deer are an ecologically and economically important species in Mexico, with limited information on population status throughout the country. The aim of this study was to estimate the abundance and density of white-tailed deer using an alternative method with camera traps in northeastern Sonora, Mexico. We placed 31 camera traps with attractants along trails and major wildlife crossings. The photographic records obtained were identified at the individual level through a comparative analysis of opinions. We built a capture-recapture history for each individual, thus creating a database of presence - absence. The abundance was estimated using the program MARK. We calculated an effective sampling area based on the average home range of the species of 55.10 km². The abundance was divided by the effective sampling area to estimate density. Abundance for white-tailed deer was 130 ± 26.51 individuals for a density of 2.36 ± 0.48 ind/km².

These results are comparable to previous studies using fecal group surveys and aerial count surveys. Thus indicating a healthy local white-tailed deer population; however it is necessary to extend the camera trap monitoring to additional areas with different types of management. Finally, we consider the use of camera traps and the method developed for this study, to be valid and valuable alternatives to estimate white-tailed deer population fast and efficiently, particularly in such locations where information is lacking, additionally this methodology could be applied to the other mammalian species that potentially could be photographed in a given session.

Key word: camera traps, capture-recapture, home range, models, population estimates, White-tailed deer.

Resumen

El venado cola blanca es una especie ecológica y económicamente importante en México, sin embargo la información sobre sus poblaciones a lo largo del país es limitada. El objetivo de este trabajo fue proponer una alternativa a través del monitoreo con trampas cámara para calcular la abundancia y densidad de venado cola blanca en el Noreste de Sonora, México. Colocamos 31 trampas cámara en veredas identificadas como paso de fauna utilizando una mezcla de atrayentes

¹ Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. De las Ciencias S/N, Col. Juriquilla, Santiago de Querétaro, Querétaro. C.P. 76230.

² Naturalia Comité para la Conservación de Especies Silvestres A. C. Av. 32 entre Calle 3 y 4 Villa Satélite 3250 C.P. 84200 Agua Prieta, Sonora, México. E-mail: nalleli.lara@yahoo.com.mx

frente a cada una de ellas; su periodo de actividad fue de 31 días. Los venados obtenidos en los registros fotográficos se identificaron a nivel de individuo por medio de un análisis cruzado de opiniones. Se construyó una historia de captura y recaptura para cada individuo, generando así una base de presencia (1) - ausencia (0). La abundancia se estimó mediante el programa MARK usando la herramienta CAPTURE. Se calculó el área efectiva de muestreo con base en el ámbito hogareño promedio de la especie. La abundancia se dividió entre el área efectiva de muestreo para obtener la densidad. La abundancia para el venado cola blanca fue de 130 ± 26.51 individuos, el área efectiva de muestreo de 55.10 km^2 y la densidad de 2.36 ± 0.48 individuos/ km^2 . Nuestros resultados indican que la población de venado cola blanca en el sitio se encuentra en buen estado, sin embargo es necesario ampliar los sitios de monitoreo. Los resultados obtenidos son comparables con estudios previos realizados a través del conteo de grupos fecales y conteos aéreos. Finalmente, consideramos que el uso de trampas cámara y el método utilizado en el presente estudio son alternativas válidas para hacer estimaciones poblacionales de venado cola blanca de manera rápida y eficiente, particularmente en sitios donde no existe información, adicionalmente de aplicarlo para estimar abundancias y densidades del resto de mamíferos capturados durante una sesión de muestreo.

Palabras clave: *ámbito hogareño, estimaciones poblacionales, modelos de captura y recaptura, trampas cámara, Venado cola blanca.*

Introducción

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es el ungulado con mayor distribución en México (Hall 1981), encontrándose en múltiples ecosistemas (e. g. bosques tropicales, bosques de coníferas, desiertos; Halls 1984), con una tendencia a estar en sitios con alta riqueza y biomasa de especies vegetales (Mandujano *et al.* 2004; Coronel-Arellano *et al.* 2009).

Esta especie es considerada un importante recurso tanto natural como económico en el país (Mandujano y Rico-Gray 1991; Naranjo *et al.* 2004). En los ecosistemas, los venados influyen sobre el establecimiento, crecimiento, reproducción, composición y estructura de las comunidades vegetales y tienen incidencia sobre el flujo de nutrientes (Agustine y Frelich 1998; Galindo-Leal y Weber 1998; Mandujano *et al.* 2004). Así mismo, son la principal presa para carnívoros de talla grande (e. g. jaguar; Núñez *et al.* 2002), influyendo a la vez en las densidades poblacionales de estos (Heffelfinger 2006).

Adicionalmente, el venado cola blanca es utilizado tanto para consumo humano como aprovechamiento cinegético (López-Téllez *et al.* 2007) por parte de comunidades rurales o Unidades de Manejo Ambiental (UMAs; Weber 1991; Villarreal 2002; Heffelfinger 2006). Sin embargo, la cacería excesiva, aunada a la pérdida y/o fragmentación de su hábitat, han llevado a la reducción o remoción de algunas poblaciones (Villarreal 1999).

A pesar de la amplia distribución e importancia del venado cola blanca en México, siguen existiendo vacíos de información sobre la especie (Mandujano

2004). La mayoría de los trabajos realizados están relacionados con su biología, ecología y manejo, y una menor proporción de trabajos con su distribución y sistemática; sin embargo, generalmente se encuentran concentrados en pocas localidades (Mandujano 2004).

Tal es el caso de la subespecie *O. v. coyesi* que, a pesar de estar ampliamente distribuida en el país (incluyendo el estado de Sonora), presenta un menor número de estudios de los que se podrían esperar (Mandujano 2004). Dichos estudios incluyen aspectos sobre su dinámica poblacional, la composición de la dieta y el uso del hábitat entre otros; la mayoría se han desarrollado en la Reserva de la Biósfera “La Michíliá” en el estado de Durango, siendo escasos en el resto de su distribución (Mandujano 2004).

Los estudios sobre la dinámica poblacional están en función de la densidad poblacional, la estructura de edades, la proporción de sexos y la tasa de crecimiento (Ezcurra y Gallina 1981). Dentro de estos tópicos, las estimaciones de densidad poblacional son necesarias para definir el estado poblacional de la especie. Así mismo, son el primer paso para establecer estrategias de manejo, aprovechamiento y conservación, dando pie a que las poblaciones se mantengan y no disminuyan en número (Ezcurra y Gallina 1981; Teer 1994; Lancia et al. 1996; Villarreal 1999; Ojasti 2000).

Generalmente las estimaciones de abundancia y tamaño poblacional para el venado cola blanca son realizadas a través de métodos indirectos, considerando que el índice obtenido (*i. e.* número de rastros) de una población en el campo, y presentan una relación proporcional a la densidad mínima (Ojasti 2000). El método que más se ha utilizado en los estudios de venado cola blanca es el de conteo de grupos fecales en transectos fijos (Ezcurra y Gallina 1981; Villarreal 1999). Sin embargo, el método presenta limitantes debido a la variabilidad en las tasas de defecación y las tasas de deterioro de las excretas, relacionadas con la subespecie, la edad, el sexo y el tipo de hábitat (Pérez Mejía et al. 2004; Camargo-Sanabria 2008). Es necesario conocer la tasa de defecación para la localidad y la subespecie de interés para evitar un sesgo en la estimación de la densidad (Galindo-Leal 1992; Pérez Mejía et al. 2004).

Ante la problemática de la carencia de estudios para el venado cola blanca en el país, aunado a la falta de información general sobre mamíferos de talla mediana y grande, es necesario utilizar técnicas que nos permitan hacer evaluaciones poblacionales rápidas, adecuadas y robustas cuya inversión pueda generar los mayores beneficios posibles.

El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa a través del monitoreo con trampas cámara para calcular la abundancia y densidad de venado cola blanca en el Noreste de Sonora, México.

Material y métodos

Área de Estudio

El trabajo se realizó en la Sierra de San Luis, en el Rancho “Los Ojos”, ubicado en el municipio de Agua Prieta, al Noreste del Estado de Sonora, México (31.2769°

N, -108.9877° W). El Rancho tiene una superficie de 5,500 ha y sus actividades se enfocan exclusivamente a la conservación de flora y fauna. La zona se encuentra bajo la influencia de la Sierra Madre Occidental, las montañas Rocallosas, y los desiertos Chihuahuense y Sonorense (Ponce-Guevara *et al.* 2005). El área de estudio pertenece al sistema montañoso denominado "Islas del Cielo", que se caracteriza por estar rodeado de pastizales, desiertos y valles intermontanos (The Wildlands Project 2000). La elevación de la localidad va de los 1,300 a los 1,500 msnm. La hidrografía está representada por un río permanente llamado Cajón Bonito, además de varios cuerpos de agua intermitentes y artificiales (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008). El clima es seco templado con lluvias en verano, la temperatura media en verano es de 18° C, y en invierno de 7° C (INEGI 1973). La precipitación media anual es de 450 mm (Íñiguez *et al.* 2005), siendo el mes de julio el que recibe la mayor precipitación (86 a 106 mm) y en el mes de mayo la menor (2.7 a 3.2 mm; INEGI 1973). La vegetación se encuentra constituida principalmente por pastizales y matorral rosetófilo, donde las especies más representativas son la palmilla (*Nolina microcarpa*), nopal de Engelmann's (*Opuntia pheacantha*), maguey (*Agave palmeri*) y el sotol (*Dasyllirion wheeleri*). También, se encuentran áreas con bosque de galería dominado por álamos (*Populus* sp.) y en algunas partes se pueden encontrar asociaciones de junípero-encino y/o huizachal-encino (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008).

Muestreos

Se colocaron 31 trampas-cámara (Xtreme5 WildView ®) en veredas identificadas como paso de fauna dentro del Rancho Los Ojos, entre los meses de septiembre y octubre de 2009. Se mantuvieron activas por un periodo promedio de 31 días; para cada punto de muestreo se registraron las coordenadas geográficas y la altitud mediante una unidad portátil GPS (sistema de posicionamiento global, por sus siglas en inglés).

La separación espacial entre cada trampa-cámara fue de aproximadamente un kilómetro lineal, distancia que fue variable debido a la accesibilidad del terreno. Con este diseño, y de acuerdo al ámbito hogareño promedio para el venado cola blanca (2.895 km²; Smith 1991), se contempló minimizar las capturas de un mismo individuo por dos o más trampas cámara distintas (Yasuda 2004).

A tres metros frente a cada trampa-cámara se colocó como atrayente una combinación de sardina comercial en salsa de tomate con una mezcla de avena, maíz y extracto de vainilla. Este atrayente tiene la finalidad de atraer tanto a carnívoros como herbívoros y omnívoros y ha sido efectiva en climas secos (Lara-Díaz 2010).

Las trampas-cámara tuvieron una orientación Sur-Norte con la finalidad de evitar ser activadas por la luz del sol. Se colocaron en árboles a una altura entre los 50 y 100 cm, dependiendo de las características topográficas del terreno. La programación de las cámaras incluyó el registro de la hora y fecha por cada evento fotográfico, así como la toma de tres fotografías sucesivas cada vez que la cámara fuera activada.

Historias de captura

Los registros fotográficos de venado cola blanca obtenidos dentro del muestreo, fueron separados y clasificados por cámara, eligiendo la fotografía de mayor calidad de los tres eventos sucesivos registrados, donde se observaran mejor las características físicas de cada venado.

Estas fotografías fueron sometidas a un análisis cruzado de opiniones (Kelly et al. 2008), donde cinco observadores diferentes identificaron cada venado a nivel de individuo con sus respectivas recapturas, con base en las características físicas y marcas naturales de los animales. El periodo en que se llevó a cabo el muestreo permitió una identificación más clara de los individuos; por un lado, las crías pueden presentar o no su pelaje manchado (Smith 1991) favoreciendo la diferenciación entre ellas, además aún se pueden encontrar junto con la madre (Marchinton y Hirth 1984), dando pie a discernir entre hembras. En el caso de los machos en este periodo se presentan astas plenamente mineralizadas en las cuales se pueden contar números de puntas, aretes u otras características entre individuos (Heffelfinger 2006).

A través de este análisis se eliminaron las fotografías no utilizables para distinguir individuos y se produjo un consenso por medio del cual se obtuvo el número promedio de individuos presentes en el sitio muestreado. Posteriormente se determinó el número de capturas y recapturas. Se consideró una recaptura si el individuo fue fotografiado después de un periodo de 24 horas o más (Yasuda, 2004).

Finalmente, se construyó una historia de captura y recaptura para cada individuo, generando así una base en datos binarios de presencia (1) - ausencia (0) considerando cada día como la unidad de muestreo para cada uno de los individuos identificados.

Para ejemplificar el proceso presentamos una serie de fotografías obtenidas durante el muestreo (Figura 1). Se puede observar que es el mismo sitio, tomando como referencia las tres rocas en la parte inferior derecha, indicadas con color azul. Como primer paso de diferenciación entre individuos, se puede observar si es hembra o macho de acuerdo a la presencia de astas, además del tamaño corporal. Posteriormente, observamos que uno de los machos fotografiados presenta una malformación en el asta (señalada en color amarillo) por lo que este individuo puede ser ubicado fácilmente, otra característica que consideramos importante es el tipo de pelaje (rojo) ya que es diferente en dos hembras. En el análisis ciego de este punto de muestreo en particular por los cinco observadores se obtiene que tres consideran 5 individuos, uno 7 y uno 4. De este modo, se sumó el número de individuos y se calculó el promedio (5.2 ± 0.98 ind.), por lo que en este sitio se fotografiaron cinco venados cola blanca.

Abundancia y densidad

La abundancia se calculó con el programa MARK 6.0, utilizando la herramienta CAPTURE, a través de la historia de captura de los venados, considerando los supuestos de una población cerrada y el modelo de estimación de probabilidad de captura apropiado (White 2008).



Figura 1. Secuencia de registros fotográficos obtenidos para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una de las trampas cámara durante el periodo de muestreo, ejemplificando el análisis para diferenciar individuos (ver texto).

Para estimar la densidad, primero calculamos el Área Efectiva de Muestreo (AEM). Este análisis se hizo usando Arcmap 10 (ESRI 2011). A partir de las localizaciones de las cámaras, se generó un círculo alrededor de cada punto de muestreo (trampa-cámara) mediante el uso de la herramienta *buffer*, procurando que las áreas superpuestas se disolvieran para evitar solapamiento entre los círculos, y por tanto sobreestimación del AEM. Esta área de amortiguamiento correspondió al ámbito hogareño de la especie (Smith 1991), por lo que para cada círculo consideramos un radio de 0.959 km (donde el radio es la raíz cuadrada del ámbito hogareño dividido por π). Para el cálculo del AEM se usaron las herramientas

Xtools, mediante la opción *calculate areas* sumando el área alrededor de todas las cámaras. La densidad se calculó dividiendo la abundancia estimada a través del programa MARK entre el AEM, reportándola como individuos por km².

Resultados

Con un esfuerzo de muestreo de 938 días-cámara, se registraron 14 especies de mamíferos, pertenecientes a cuatro órdenes y nueve familias (Tabla 1). Del total de eventos fotográficos, se obtuvieron 197 de venado cola blanca. Mediante el análisis ciego se identificaron 46 diferentes individuos (Fig. 1), de los cuales sólo cuatro individuos presentaron una o más recapturas. En total se tienen 54 capturas/recapturas en un periodo de 31 días. La abundancia estimada de acuerdo a la historia de captura fue de 130 ± 26.51 individuos.

Tabla 1. Mamíferos silvestres registrados por medio de trampas cámara en la Sierra de San Luís, Sonora

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma, león
		<i>Lynx rufus</i>	Lince, gato pochi
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo real
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado
		<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Chulo, Solitario, Tejón
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	Oso negro
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
Rodentia		<i>Tamias dorsalis</i>	Chichimoco
	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata nopalera
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo

El área efectiva de muestreo de las 31 trampas cámara fue igual a 55.10 km² (Fig. 2). La densidad para el venado cola blanca en el Rancho los Ojos, fue de 2.36 ± 0.48 individuos/km².

Area efectiva de muestreo de venado cola blanca en sitio de estudio

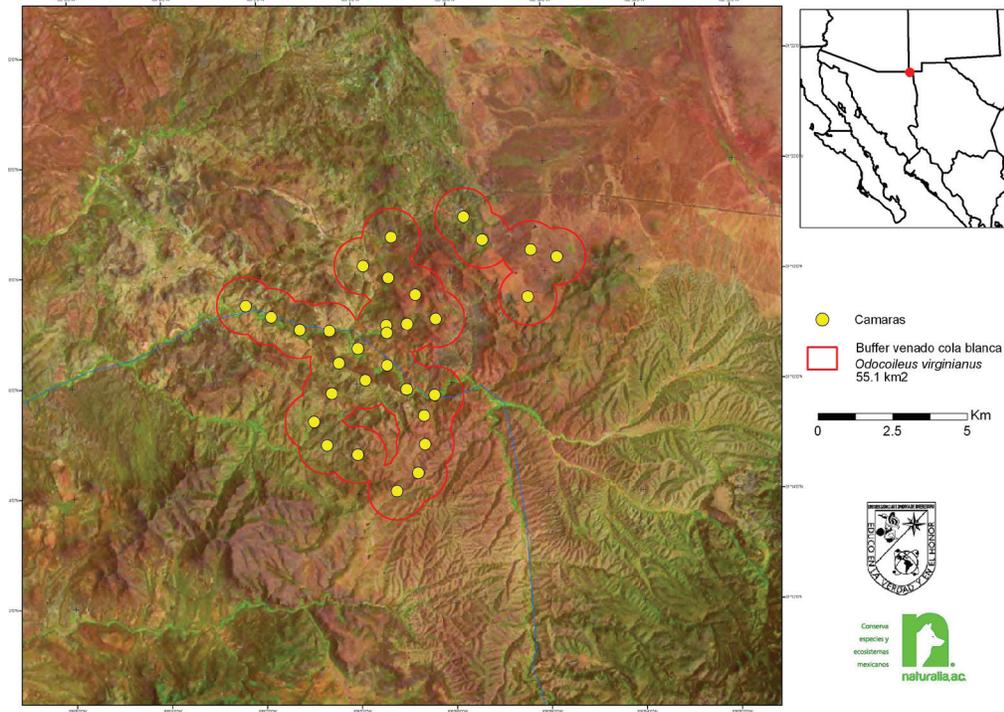


Figura 2. Trampas cámaras colocadas y área efectiva de muestreo para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en la Sierra de San Luis, Sonora.

Discusión

El venado cola blanca es una especie ecológica y económicamente importante en México, debido a esto es indispensable generar información sobre el estado de sus poblaciones, para evitar que disminuyan en número, como se ha reportado anteriormente en diversas localidades del país, principalmente por la cacería excesiva y la degradación de su hábitat (e. g. Veracruz; Villarreal 1999; Gallina *et al.* 2007). En necesario establecer planes adecuados de aprovechamiento y conservación para la especie. Esta información es además requerida para darle viabilidad a proyectos como la reintroducción de grandes carnívoros (e. g. *Canis lupus baileyi*; Ripple y Beschta 2004; Beschta y Ripple 2008).

Este estudio propone el uso de trampas cámara como alternativa (y no como sustituto) para la estimación de la abundancia y densidad del venado cola blanca. Se basa en la identificación de individuos y la estimación del área efectiva de muestreo, de acuerdo al ámbito hogareño de la especie (Karanth 1995; Carbone *et al.* 2001; Wallace *et al.* 2003; Karanth y Nichols 2002). Consideramos que la identificación de ejemplares es más certera sí el periodo de muestreo cubre la época de reproducción de la especie, ya que se puede discernir entre individuos, principalmente por la presencia de crías y la mineralización de las astas en los machos, llevando a estimaciones poblacionales más robustas (Smith 1991; Marchinton y Hirth 1984; Heffelfinger 2006; Gallina *et al.* 2010). La densidad puede variar a lo largo del año, pero sugerimos que con el uso del análisis ciego se reduzca el grado de error que se pueda presentar por este factor.

La densidad obtenida para la Sierra de San Luis, Sonora es de 2.36 ± 0.48 ind/km². Es comparable, pero inferior, a estudios previos en la localidad, ya

que por medio del conteo de grupos fecales se obtuvo una densidad de 5.0 ± 4.9 individuos/km² (Jiménez-Maldonado *et al.* 2006), y por conteos aéreos de 1.95 individuos/km² (Conrad *et al.* 2006).

La densidad estimada en este estudio es baja en relación a la de la subespecie *O. v. couesi* en otras regiones del país, como en la Reserva de la Biósfera la Michilía, Durango (21 ind/km²; Gallina *et al.* 2010). Sin embargo, se considera que en Sierra de San Luis, la población de venado cola blanca se encuentra en buen estado. Esto debido a que presenta una densidad que triplica el valor considerado como una densidad muy baja (0.7 ind/km²; Villarreal 1999).

Cabe destacar que la densidad que calculamos no debe ser representativa de la región, debido a que son pocos los predios que se dedican exclusivamente a la conservación, en los cuales no existe la presencia de ganado y no se han documentado líneas de ramoneo evidentes o erosión del suelo (Gallina *com. pers.*). Sin embargo, nos dan un parámetro comparativo para evaluar el estado de las poblaciones en el resto de la región.

El rancho Los Ojos es uno de los pocos sitios que presentan estudios previos que evalúan la densidad de venado cola blanca a través de diferentes métodos, como el conteo de grupos fecales o aéreos directos. En el resto de las áreas consideradas como Islas del Cielo en Sonora, no hay información disponible, no sólo para el venado, sino para la mayoría de las especies de mamíferos presentes en la región.

Una de las ventajas que conlleva el monitoreo con trampas cámara, es que se pueden hacer evaluaciones poblacionales de más de una especie a la vez (Tabla 1) en un periodo relativamente corto (30 días). Si bien existen métodos potencialmente más adecuados para realizar estimaciones poblacionales, son muy particulares para cada especie, lo que implica una inversión más alta de recursos, que generalmente en México son limitados. Es por ello, que consideramos que el método aquí descrito es de gran utilidad sobre todo en sitios donde se carece de estudios sobre mamíferos medianos y grandes. Realizando los monitoreos periódicamente, podemos obtener información sobre estado y tendencias poblacionales, además de patrones conductuales como horarios de actividad o época de reproducción, para más de una especie. Es necesario aclarar que este método idealmente puede ser complementado con otras herramientas directas e indirectas (huellas, excretas, capturas), que nos permitan obtener la mayor información posible sobre las especies en el área de interés.

Finalmente, consideramos que llevando a cabo el monitoreo de las comunidades con apoyo del método descrito podemos contribuir de manera importante al conocimiento y actualización de la información de las poblaciones de mamíferos en diversas zonas, de una manera rápida y eficiente.

Agradecimientos

Al PROMEP FNB-2008-04 por el financiamiento otorgado. A la CONANP por el apoyo logístico y económico. A la Fundación Cuenca Los Ojos por su amabilidad, permiso y préstamo de las instalaciones presentes en sus predios. Al apoyo en campo de M. Gómez, D. Zamora, E. Espinosa, E. Moreno, D. Valera, E. Ponce y J. Rodríguez.

Referencias

- AGUSTINE, D., y L. E. FRELICH. 1998. White-tailed deer impacts on populations of an understory forb in fragmented deciduous forest. *Conservation Biology* 12:995-1004.
- BESCHTA, R. L., y J. W. RIPPLE. 2008. Wolves, trophic cascades, and rivers in the Olympic National Park, USA. *Ecohydrology* 1:118-130.
- CAMARGO-SANABRIA, A. 2008. Evaluación del conteo de grupos fecales y del análisis morfométrico de pellets como métodos de obtención de parámetros demográficos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en Puebla, México. Tesis Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- CARBONE, C. C., S. CONFORTI, K. COULSON, T. FRANKLIN, N. GINSBERG, J. R. GRIFFITHS, M. HOLDEN, J. KAWANISHI, K. KINNAIRD, M. LAIDLAW, R. LYAM, A. MACDONALD, D. W. MARTYR, D. MCDUGAL, C. NATH, L., OBRIEN, T. SEIDENSTICKER, J. SMITH, D. J. L. SUNQUIST, M. TILSON, R. y W. N. WAN SHAHRUDDIN. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4:75-79.
- CONRAD, D., B. HENRY, y J. HERVERT. 2006. Ojos Calientes Simultaneous Double Count Survey Summary.
- CORONEL ARELLANO, H., C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ, y C. MORENO ARZATE. 2009. ¿Pueden las variables de paisaje predecir la abundancia de venado cola blanca? El caso del noroeste de México. *Tropical Conservation Science* 2:229-236
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. Windows. USA:
- EZCURRA, E., y S. GALLINA. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp 77-108 in *Deer biology, habitat requirements and management in western North America*. (Ffolliott, P. S., y S. Gallina, eds.). Publicación No.9, Instituto de Ecología, Veracruz, México.
- GALINDO-LEAL, C. 1992. Overestimation of deer densities in Michilia Biosphere Reserve. *Southwestern Naturalist* 37:209-212.
- GALINDO-LEAL, C. y M. WEBER. 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación. CONABIO-EDICUSA. Ediciones Culturales SA de CV. México, Distrito Federal.
- GALLINA, S., C. DELFÍN, S. MANDUJANO, L. ESCOBEDO Y R. GONZÁLEZ. 2007. Situación actual del venado cola blanca en la zona centro del estado de Veracruz, México. White-tailed deer status in Central State of Veracruz, Mexico. *Deer Specialist Group News*. Newsletter 22:29-33.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H. LÓPEZ-FERNÁNDEZ, y M. WEBER. 2010. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780). Pp. 101-118 in *Neotropical Cervidology: Biology and medicine of Latin American deer* (Duarte J. M. B., y S. González, eds.). Jaboticabal, Brazil: Funep and Gland, Switzerland, IUCN.
- HALL, R. E. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York.
- HALLS, L. K. 1984. *White-tailed deer ecology and management*. Stackpole Books. Harrisburg, Pennsylvania.
- HEFFELFINGER, J. 2006. *Deer of the Southwest: A complete guide to the Natural History, Biology, and Management of Southwestern Mule Deer and White-Tailed Deer*.

- Texas A&M University Press. College Station, Texas.
- INEGI.** 1973. Cartas topográficas Estado de Sonora, Escala 1:250,000. INEGI. Aguascalientes, México.
- ÍÑIGUEZ, J. M., J. L. GANEY, P. J. DAUGHERTY, Y J. D. BAILEY.** 2005. Using Cluster Analysis and a Clasification and Regression Tree Model to Developed Cover Types in the Sky Islands of Southeastern Arizona. Pp. 195-200 in Connecting Mountain Islands and Deserts Seas: biodiversity and Management of the Madrean Archipelago II (Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L.G. Eskew, y C. B. Edminster, comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- JIMÉNEZ-MALDONADO, R., D. ACEVES-LARA, A. ORTEGA-URRIETA, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2006. Comparación de densidad y estructura del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Sierra de San Luis, Sonora y en la Sierra Gorda de Querétaro. Memorias X Simposio sobre venados en México Ing. Jorge Villarreal González. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI).
- KARANTH K. U.** 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture - recapture models. *Biological Conservation* 71:333-338.
- KARANTH, K. U., Y J. D. NICHOLS.** 2002. Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in Tropical Asia. Centre for Wildlife Studies Bangalore, India.
- KELLY, M. J., A. J. NOSS, M. S. DI BITETTI, L. MEFFEI, R. L. ARISPE, A. PAVIOLO, C. D. DE ANGELO, Y E. DI BLANCO.** 2008. Estimating Puma Densities from Camera Trapping across Three Study Sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89:408–418.
- LANCIA, R. A., J. D. NICHOLS, Y K. H. POLLOCK.** 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. Pp. 215-253 in *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats* (Bookhout, T. A. ed.). Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- LARA-DÍAZ, N.** 2010. La comunidad de mamíferos previa a la liberación de *Canis lupus baileyi* en Sonora, México. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro.
- LÓPEZ-TÉLLEZ, M. C., S. MANDUJANO, Y G. YÁNES.** 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana* 23: 1-16.
- MANDUJANO, S.** 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:211-251.
- MANDUJANO, S., GALLINA, S., ARCEO, G., Y L. A. PERÉZ-JIMENEZ.** 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos de vegetación por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20:45-67.
- MANDUJANO, S., Y V. RICO-GRAY.** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianu* (Hays), by the maya of central Yucatan, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11:175-183.
- MARCHINTON, R. L., Y D. H. HIRTH.** 1984. Behavior. Pp. 129-168 in *White-tailed deer: ecology and management* (Halls, L. K. ed.), Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania.
- NARANJO, E. J., M. M. GUERRA, R. E. BODMER, Y J. E. BOLAÑOS.** 2004. Subsistence hunting

- bye threethnic groups of the Lacandona forest, México. *Journal of Ethnobiology* 24:233-253.
- NÚÑEZ, R., B. MILLER, Y F. LINDZEY.** 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela Cuixmala, Jalisco, México. Pp.107-126 in *El Jaguar en el Nuevo Milenio* (Medellín, R., C. Equihua, C. Chetkiewics, P. Crawshaw, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica-Wildlife Conservation Society-UNAM. Distrito Federal, México.
- OJASTI, J.** 2000. Manejo de Fauna Neotropical. SIMAB Series No 5. Smithsonian Institution/MAB program, Washintgon D.C.
- PÉREZ-MEJÍA, S., S. MANDUJANO, Y E. MARTÍNEZ-ROMERO.** 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:167-170.
- PONCE GUEVARA, E., K. PELZ SERRANO, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2005. Coyote Abundance in Relation to Habitat Characteristics in Sierra San Luis, Sonora, México. Pp. 337-340 in *Connecting Mountain Islands and Deserts Seas: biodiversity and Management of the Madrean Archipelago II* (Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L. G. Eskew, y C. B. Edminster, comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- RIPPLE, J. W., Y R. L. BESCHTA.** 2004. Wolves, elk, willows, and cascades in the upper Gallatin Range of Southwestern Montana, USA. *Forest Ecology and Management*. 200:161-181.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A., C. N. MORENO-ARZATE, R. GONZÁLEZ-SIERRA, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2008. Uso de hábitat, hábitos alimenticios y estructura poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental. Pp 279-294 in *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México II* (C. Lorenzo, C., y E. Espinoza, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.
- SMITH, W. P.** 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388:1-13.
- TEER, J.** 1994. El venado cola blanca: historia natural y principios de manejo. Pp. 33-47 in *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica* (Vaughan, C., y M. A. Rodríguez, eds.). Ed. Euna. 1ª Edición. Heredia, Costa Rica.
- THE WILDLANDS PROJECT.** 2000. Sky Islands Wildlands Network, Conservation Plan, An Extraordinary Plan for a Place Beyond Compare.
- VILLARREAL, E. B.** 2002. El Grand-Slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. *Archivos de zootecnia* 51:187-193.
- VILLARREAL, J.** 1999. Venado Cola Blanca: Manejo y Aprovechamiento Cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- WALLACE, R. B., H. GÓMEZ, G. AYALA, Y F. ESPINOZA.** 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 10:133-139.
- WEBER, M.** 1991. El cola blanca de Coues: trofeo mexicano de fama internacional. *Trofeo, cacería en México* 4:18-20.
- WHITE, C. G.** 2008. Mark and Recapture Parameter Estimation. Version 6.0. Colorado State University. <http://welcome.warnercnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>. Fecha de Consulta: 19/07/2009.
- YASUDA, M.** 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps:

a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29:37-46.

Sometido: 25 de febrero de 2011

Revisado: 1 de marzo de 2011

Aceptado: 23 de mayo de 2011

Editor asociado: Sonia Gallina Tessaro

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Variación morfológica y morfométrica de *Heteromys desmarestianus* en Chiapas, México

José Espinoza¹, Consuelo Lorenzo¹ y Evelyn Rios²

Abstract

Nine cranial and four morphologic measurements of *Heteromys desmarestianus* specimens of different geographic regions of Chiapas were examined, with the aim of extending the taxonomic and systematic knowledge of the species and to estimate its levels of morphometric and morphologic variation throughout its distribution in the state of Chiapas. The geographic distribution of the subspecies of *H. desmarestianus* in Chiapas is not uniform and it occurs in different subprovinces in diverse altitudes and types of vegetation. There are variations in cranial morphometry and morphology (pelage coloration) among the subspecies of *H. desmarestianus*. Particularly, *H. d. goldmani* presented larger differentiation with respect to *H. d. desmarestianus* and *H. d. griseus*; it is for this reason that we reconsider its change at specific level. Nevertheless, *H. d. desmarestianus* and *H. d. griseus* do not present significant differences in cranial and pelage color characteristics, and *H. d. griseus* can be considered in synonymy with *H. d. desmarestianus*.

Key words: cranial morphometry, Chiapas, Distribution, diversity, heteromids, Mexico morphology.

Resumen

Se examinaron nueve medidas craneales y cuatro morfológicas de ejemplares de *Heteromys desmarestianus* de diversas regiones geográficas de Chiapas, con el fin de ampliar el conocimiento taxonómico y sistemático de la especie y estimar los niveles de variación morfométrica y morfológica de la misma a lo largo de su distribución en la entidad. La distribución geográfica de las subespecies de *H. desmarestianus* en Chiapas no es uniforme y ocurre en subprovincias a diferentes altitudes y tipos de vegetación. Existe variación en morfometría craneal y morfológica (coloración del pelaje) entre las subespecies de *H. desmarestianus*. *H. d. goldmani* presentó mayores diferencias con respecto a *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*, por lo que se propone se reconsidere su cambio a nivel específico. Por el contrario *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* no presentaron diferencias morfométricas y morfológicas significativas, por lo que puede seguirse considerando a *H. d. griseus* en sinonimia con *H. d. desmarestianus*.

¹ El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México 29290, E-mail: spinoza_25@hotmail.com (JE); clorenzo@ecosur.mx (CL)

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 195, Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, México 23090, Email: everios04@cibnor.mx (ER)

Palabras clave: Chiapas, Distribución, diversidad, heterómidos, morfología, morfometría craneal, México.

Introducción

Los roedores del género *Heteromys* tienen una distribución exclusivamente neotropical, que incluye la parte sur de México, Centro América, Colombia, Ecuador y Venezuela (Rogers y González 2010). *Heteromys desmarestianus* es una especie politípica conformada por 12 subespecies, de las cuales tres de ellas tienen distribución en México: *H. d. desmarestianus*, *H. d. goldmani* y *H. d. temporalis* (Wilson y Reeder 2005). Estas subespecies se localizan al sur de Veracruz y Tabasco, Oaxaca, Chiapas y el sur de la Península de Yucatán, desde tierras bajas hasta los 2,400 msnm (Reid 1997; Castro y Santos 2005). Están asociadas a bosques de lluvia, bosques mesófilos de montaña tropicales y selvas bajas y secas (Schmidly *et al.* 1993; Anderson 2003; Wilson y Reeder 2005; Anderson *et al.* 2006).

Existe aún controversia sobre la clasificación taxonómica de *H. desmarestianus*, históricamente, se reconocían dos subespecies de *H. desmarestianus* en Chiapas: *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*, además de otras dos especies, *H. goldmani* y *H. nelsoni* (Hall 1981). El análisis de la variación craneal y la morfología del báculo de *H. goldmani* y *H. desmarestianus* permiten considerarlas como especies diferentes (Rogers y Schmidly 1982). Sin embargo, a nivel aloenzimático no existen diferencias entre ambas especies, por lo que se consideró a *H. goldmani* como subespecie de *H. desmarestianus* (Rogers 1990). Otro autor sigue considerando a *H. goldmani* como una especie diferente (Reid 1997). Aunado a lo anterior, Rogers y Schmidly (1982), consideraron a *H. d. griseus* como sinónimo de *H. desmarestianus* debido a la similitud en la morfología craneal y del báculo.

Los ejemplares pertenecientes a *H. desmarestianus* presentan características externamente similares en el color del pelaje, pero existe una considerable variación en sus cariotipos, aloenzimas y morfología craneal (Rogers y Schmidly 1982; Wilson y Reeder 2005; Anderson *et al.* 2006), lo que ha resultado en la dificultad de estimar los límites geográficos y taxonómicos entre las subespecies. *Heteromys d. goldmani* es más oscuro y carece de la línea lateral ocre que presenta *H. d. desmarestianus*, además presenta varias características craneales más grandes y un báculo más pequeño y redondeado que esta última (Rogers y Schmidly 1982). Al analizar muestras adicionales de *H. desmarestianus* se determina que *H. d. goldmani* es en promedio más grande que el primero. Rogers (1986) consideró que estas diferencias se encuentran dentro del intervalo de variación morfológica presente en *H. desmarestianus* en el sureste de México. Posteriormente, Rogers (1990) determinó que morfológicamente *H. goldmani* no es significativamente diferente a *H. desmarestianus*, aunque presenta diferencias aloenzimáticas.

Diversos estudios morfométricos han producido interpretaciones de las relaciones sistemáticas entre especies de roedores de la familia Heteromyidae (Anderson y Gaunt 1962; Diersing y Wilson 1980; Álvarez-Castañeda *et al.* 2009). Sin embargo, con el fin de ampliar el conocimiento taxonómico y sistemático a nivel poblacional de una de las especies de *Heteromys* de amplia distribución en zonas tropicales, se plantearon los siguientes objetivos: identificar y comparar la variación morfométrica craneal entre las

subespecies de *H. desmarestianus* a lo largo de su distribución en Chiapas; y estimar los niveles de variación morfológica con base en la coloración del pelaje de individuos de *H. desmarestianus* de diversas regiones del estado de Chiapas.

Material y métodos

Se analizaron ejemplares de *H. desmarestianus* colectados, así como ejemplares depositados en colecciones regionales (Apéndice I). Se realizaron cinco salidas de colecta al campo con seis días de duración cada una del 2008 al 2010, cubriendo el área de distribución de *H. desmarestianus* en distintas regiones geográficas de Chiapas. Las colectas se llevaron a cabo en diferentes localidades, en selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña (Apéndice II).

Se colocaron transectos lineales de 100 trampas Sherman separadas cada cinco metros y cebadas con avena y esencia de vainilla por tres noches consecutivas (18:00 horas a las 8:00 horas del día siguiente). Los ejemplares colectados se identificaron a nivel de especie por sus rasgos externos con la ayuda de claves especializadas (Hall 1981; Reid 1997). A cada ejemplar se le tomaron medidas somáticas en campo, típicamente utilizadas para mamíferos (American Society of Mammalogist Systematic Committee 2004). Las coordenadas del lugar de colecta se obtuvieron con un receptor manual del sistema de geoposicionamiento global (Garmin GPS 12, precisión de las coordenadas 10 metros, configurado para desplegar coordenadas geográficas usando el datum WGS84), y se registraron las características y composición de vegetación de cada localidad de colecta. Los ejemplares se prepararon convencionalmente y se encuentran depositados en la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SC-M), Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (Apéndice II).

Aunado a los ejemplares colectados, se examinaron ejemplares de las subespecies en estudio (*H. d. desmarestianus*, *H. d. goldmani* y *H. d. griseus*) depositados en las colecciones mastozoológicas de: El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas (ECOSUR-SC) y Colección Zoológica Regional Mammalia de la Secretaría del Medio Ambiente, Vivienda e Historial Natural (SEMAVIHN; Apéndice II).

Para los análisis morfométricos, cada ejemplar fue clasificado en dos categorías de edad con base en los patrones del desgaste de los molares y de la erupción del tercer molar superior según lo definido por Hoffmeister (1951). Los especímenes de la edad I (jóvenes) no presentan desgaste en los molares, ni tercer molar superior. Los ejemplares de la edad II (adultos), presentan desgaste en los molares y tercer molar superior.

Se consideraron para este estudio cuatro variables somáticas: longitud total (LT), longitud de la cola (LC), longitud de la pata (LP) y longitud de la oreja (LO). Estas variables fueron consignadas de las etiquetas asociadas a los ejemplares. Las nueve variables craneales fueron obtenidas de cada ejemplar con un vernier digital (marca Mitutoyo) con un nivel de precisión de 0.01 mm y consideradas de acuerdo a Lidicker (1960): longitud total del cráneo (LCR), longitud basal de cráneo (LOBA), longitud de los nasales (LONA), longitud de hilera de dientes maxilar (LODM), anchura de la hilera maxilar de dientes (ANDM), anchura interorbital (ANIN), anchura de la caja craneal (ANCR), anchura del rostro (ANRO), y anchura menor de supraoccipital (ANSO). Los cálculos estadísticos univariados se efectuaron con un ANOVA de una sola vía y los multivariados con el análisis de componentes principales, función discriminante y cluster utilizando

los programas JMP_IN ver. 3.2.2 (SAS Institute Inc. 1997) y Statistical Analysis System (SAS ver. 8.2; SAS Institute Inc. 1999–2001).

Para el análisis del color del pelaje se examinaron ejemplares adultos de las tres subespecies de *H. desmarestianus* de Chiapas. Se excluyeron los especímenes que presentaron evidencia de muda y se siguieron los procedimientos realizados por Ríos y Álvarez-Castañeda (2007). En este estudio se registró la coloración de cuatro regiones del cuerpo, con tres repeticiones cada una. Las áreas corporales fueron: la superficie en el centro del pecho, la superficie justo en medio de la cadera, el primer tercio en la base de la cola dorsalmente y la porción central de la línea lateral en el costado del individuo, sin tomar en cuenta la parte blanca del pecho. Para el registro de coloración se empleó un espectrofotómetro X-Rite Digital Swatchbook® (X-Rite, Inc., Grandville, MI, USA). Este aparato permite comparar los colores registrados con los estándares establecidos por la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, o International Commission on Illumination). Se usó la Standard Illuminant F7 para iluminación fluorescente, el cual representa un ancho de banda de luz de lámpara fluorescente (6500 K) del objeto medido, debido a que todas las medidas fueron tomadas en el interior de un laboratorio bajo un ambiente iluminado con lámparas fluorescentes. El instrumento provee un espectro reflejante (390–700 nm) del objeto medido, así como registros de color tristimulus (CIE X, Y y Z). Para los análisis estadísticos se emplearon los valores del brillo del pelaje obtenido por la sumatoria de las variables registradas por el espectrofotómetro (CIE X, Y y Z).

Adicionalmente, para conocer el color dominante en el pelaje de las tres subespecies de *H. desmarestianus*, se comparó la coloración de los ejemplares con las tablas de coloración Munsell (1975), tomando dos regiones del cuerpo: superficie central dorsal y superficie ventral en medio del pecho.

Resultados

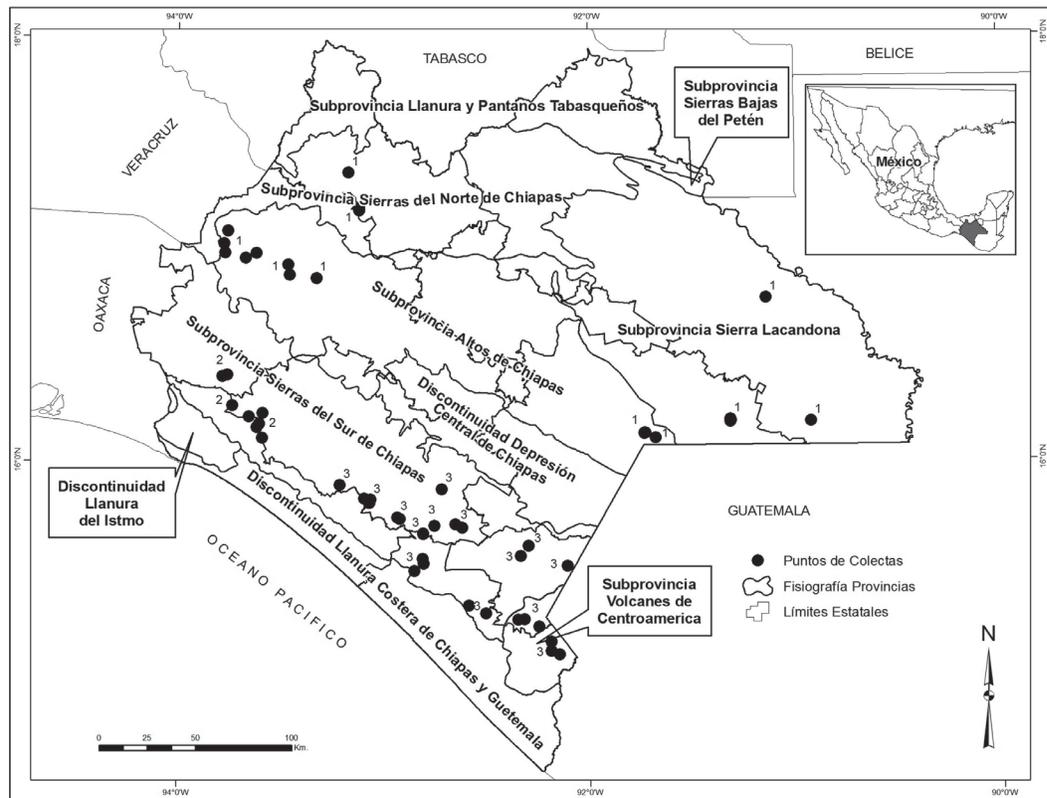
Se examinaron un total de 49 ejemplares de *H. d. desmarestianus*, 67 de *H. d. goldmani* y 28 de *H. d. griseus* (Apéndice I y II). Con base en el material colectado y revisado en colecciones, se observó que *H. d. desmarestianus* presenta una distribución amplia en Chiapas encontrándose en las subprovincias Altos de Chiapas, Sierras del Norte y Sierra Lacandona, a una altitud que oscila desde los 180 hasta los 1,500 msnm. *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* se encuentran distribuidas en la subprovincia Sierras del Sur a una altitud de 710 a 2,400 msnm; y presentan una distribución marcada que abarca la parte serrana de Villaflores (Cerro Tres Picos) paralelo al municipio de Tonalá. Particularmente, *H. d. griseus* se distribuye hacia el lado noroeste de la subprovincia Sierras del Sur hasta Oaxaca, y *H. d. goldmani* se distribuye hacia la parte sureste de la subprovincia Sierras del Sur hasta la parte serrana de Guatemala (Fig. 1).

Variación morfométrica

Variación individual. Las variables somáticas presentaron los mayores valores en coeficientes de variación en las tres subespecies estudiadas, incluyendo machos y hembras de las dos categorías de edad. La variación existente en *H. d. desmarestianus* para todas las variables fue el más alto, con un promedio de (28.18%) y las medidas craneales presentaron coeficientes de variación menores al 10% (Tabla 1). En *H. d. goldmani* la

variación en todas las variables incluyendo machos y hembras de las dos categorías de edad fue en promedio de 21.26% y las medidas craneales presentaron coeficientes de variación menores al 10% (Tabla 1). En *H. d. griseus* los coeficientes de variación fueron en promedio de 27.8% y las variables craneales presentaron menos de 5% en sus coeficientes de variación (Tabla 1). Los promedios de los coeficientes de variación para las subespecies, considerando solamente las medidas craneales fue de 5.6% en *H. d. goldmani*; 5.5% en *H. d. desmarestianus* y 3.7% en *H. d. griseus*.

Figura 1. Distribución de *Heteromys desmarestianus* en Chiapas, de acuerdo a las localidades de colecta y los registros de ejemplares en colecciones. 1 = *H. d. desmarestianus*, 2 = *H. d. griseus* y 3 = *H. d. goldmani*.



Variación morfométrica debida a la edad. Los resultados del ANOVA para las dos categorías de edad (I = jóvenes, II = adultos) mostraron diferencias significativas en donde los adultos presentaron un mayor tamaño ($P < 0.05$). En *H. d. desmarestianus* existieron diferencias significativas en tamaños en la variable somática longitud total (LT) y en ocho variables craneales: longitud total del cráneo (LCR), longitud basal de cráneo (LOBA), longitud de los nasales (LONA), anchura de la hilera maxilar de dientes (ANDM), anchura interorbital (ANIN), anchura de la caja craneal (ANCR), anchura del rostro (ANRO), y anchura menor de supraoccipital (ANSO), siendo los adultos más grandes (Tabla 1). En *H. d. goldmani* hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en dos variables somáticas: LT y LP y en ocho variables craneales: longitud total del cráneo (LCR), longitud basal de cráneo (LOBA), longitud de los nasales (LONA), longitud de hilera de dientes maxilar (LODM), anchura interorbital (ANIN), anchura de la caja craneal (ANCR), anchura del rostro (ANRO), y anchura menor de supraoccipital (ANSO), siendo los adultos más grandes (Tabla 1). No fue posible realizar la comparación entre las categorías de edad de *H. d. griseus* debido a que sólo se encontraron individuos adultos.

Variación morfométrica debida al sexo. No hubo diferencias estadísticamente significativas del total de variables somáticas y craneales entre machos y hembras de las tres subespecies de *H. desmarestianus* de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA; $P > 0.05$, Tabla 2). No obstante, se observó que en promedio los machos son de una talla mayor (longitud total) que las hembras, 5.7% más grandes en *H. d. desmarestianus*,

Variable	<i>H. d. desmarestianus</i>					<i>H. d. goldmani</i>					<i>H. d. griseus</i>	
	Media (mm)		C.V.	F	P>F	Media (mm)		C.V.	F	P>F	Media (mm)	C.V.
	I (n = 8)	II (n = 41)				I (n = 5)	II (n = 62)					
LT	246.87	301.80	15.32	12.41	0.001*	267.60	310.04	14.08	4.71	0.034*	287.78	16.40*
LC	144.62	158.75	14.70	2.61	0.113	148.40	167.08	16.81	2.11	0.151	150.96	15.58*
LP	33.46	33.88	25.07	0.04	0.830	29.46	37.87	11.26	25.54	0.001*	34.23	18.39*
LO	19.62	19.71	28.18	0.01	0.969	20.45	22.26	21.26	0.78	0.378	20.96	27.80*
LOCR	33.94	37.66	5.18	51.37	0.001*	33.43	38.58	5.07	63.65	0.001*	37.41	3.43
LOBA	24.32	26.92	5.61	35.02	0.001*	24.44	27.37	5.25	27.42	0.001*	26.31	3.66
LONA	17.26	19.44	6.64	33.13	0.001*	17.19	20.07	6.26	39.38	0.001*	19.71	4.46
LODM	6.05	6.11	5.77	0.21	0.643	5.90	6.28	4.89	7.94	0.006*	6.22	3.69
ANDM	5.71	6.01	4.42	10.47	0.002*	5.96	6.09	4.89	1.09	0.300	6.07	3.15
ANIN	8.89	9.82	5.72	31.02	0.001*	9.00	9.89	4.36	14.62	0.001*	9.74	4.18
ANCR	14.64	15.38	4.45	9.31	0.004*	14.85	15.60	4.74	5.01	0.029*	15.47	2.59
ANRO	6.32	6.72	7.20	5.08	0.030*	6.18	6.78	9.00	4.72	0.033*	6.72	4.32
ANSO	10.00	10.10	5.07	12.24	0.001*	9.53	9.63	4.31	26.33	0.001*	9.89	3.97

Tabla 1. Variables somáticas y craneales de acuerdo a la edad en *H. d. desmarestianus* y *H. d. goldmani*, incluyendo machos y hembras. Las variables y categorías de edad se definen en el texto. n = número de individuos; C.V. = coeficiente de variación (%); para el estadístico de F : * = $P < 0.05$.

Tabla 2. Variación morfométrica de acuerdo al sexo en las tres subespecies de *H. desmarestianus*, examinada por medio de un análisis de varianza incluyendo edad I y II. Las variables se definen en el texto. M = machos; H = hembras; C.V. = coeficiente de variación (%); para el estadístico de F : $P > 0.05$.

Variable	<i>H. d. desmarestianus</i>					<i>H. d. goldmani</i>					<i>H. d. griseus</i>				
	Media (mm)		C.V.	F	P>F	Media (mm)		C.V.	F	P>F	Media (mm)		C.V.	F	P>F
	H (n = 28)	M (n = 21)				H (n = 40)	M (n = 27)				H (n = 19)	M (n = 9)			
LT	287.21	300.33	15.32	1.02	0.31	298.47	319.33	14.06	3.92	0.05	80	304.22	16.40	1.64	0.21
LC	156.32	156.61	14.70	0.01	0.96	162.8	169.96	16.81	1.06	0.30	149.05	155	15.58	0.38	0.54
LP	32.87	34.41	15.07	1.11	0.29	36.63	38.15	11.26	2.15	0.14	34.20	34.32	1839	0.02	0.96
LO	20.46	18.54	28.18	1.45	0.23	20.86	20.17	21.26	0.39	0.53	20.49	21.94	27.80	0.36	0.54
LOCR	37.06	37.08	5.18	0.02	0.88	38.03	38.43	5.07	0.66	0.41	37.24	37.77	3.43	1.06	0.31
LOBA	26.63	26.32	5.61	0.52	0.47	26.98	27.41	5.25	1.44	0.23	26.10	26.74	3.66	2.88	0.10
LONA	19.22	18.90	6.64	0.71	0.40	19.73	20.05	6.26	1.04	0.31	19.71	19.71	4.46	0.03	0.99
LODM	6.17	6.06	5.77	3.00	0.09	6.29	6.21	4.89	1.01	0.31	6.23	6.20	3.69	0.10	0.74
ANDM	5.95	5.97	4.42	0.07	0.78	6.11	6.04	4.36	1.32	0.25	6.06	6.10	3.15	0.31	0.58
ANIN	9.66	9.69	5.72	0.01	0.88	9.81	9.83	5.56	0.09	0.92	9.68	9.88	4.18	1.44	0.24
ANCR	15.30	15.20	4.45	0.28	0.59	15.53	15.56	4.74	0.01	0.89	15.41	15.60	2.59	1.44	0.24
ANRO	6.68	6.62	7.20	0.17	0.67	6.62	6.89	9.00	3.34	0.07	6.72	6.72	4.32	0.06	0.99
ANSO	9.92	9.87	5.05	0.12	0.73	10.36	10.38	4.31	0.02	0.87	9.87	9.95	3.97	0.24	0.62

8.5% en *H. d. goldmani*, y 5.7% en *H. d. griseus*.

Para las subespecies de *Heteromys* en estudio, se detectaron diferencias significativas entre jóvenes y adultos, no hubo diferencias significativas en la mayoría de las variables entre sexos, y la mayor variación se observó en medidas somáticas; por lo tanto, para el análisis multivariado se consideraron los ejemplares adultos (machos y hembras) y las medidas craneales. Los resultados del análisis de componentes principales muestran que el porcentaje de variación encontrado en los tres primeros componentes fue de 71.5%. El primer componente es responsable del 51.7% de la variación total craneal intraespecífica. El segundo componente es el responsable del 10.5% y el tercer componente es responsable del 9.4% (Tabla 3). Los tres primeros componentes reflejan diferencias en tamaño por presentar signos positivos en todas las variables. Los resultados de extracción de componentes principales muestran que las variables que explican en mayor medida las diferencias craneales son: longitud basal de cráneo (LOBA), anchura del rostro (ANRO), y longitud de hilera de dientes maxilar (LODM; Tabla 4).

Los resultados del análisis de función discriminante muestran que la distancia de Mahalanobis

Tabla 3. Análisis de componentes principales en el análisis morfométrico y morfológico para *H. d. desmarestianus*, *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* para adultos incluyendo hembras y machos. Se indican las proporciones de cada componente para explicar las diferencias morfométricas y morfológicas entre subespecies.

	Eigenvalor	Diferencia	Proporción (%)	Proporción Acumulativa (%)
Análisis morfométrico				
COMP 1	4.65023	4.65023	51.66922	51.66922
COMP 2	0.94293	5.59316	10.47707	62.14630
COMP 3	0.84409	6.43726	9.37883	71.52513
COMP 4	0.79529	7.23256	8.83666	80.36179
COMP 5	0.53552	7.76808	5.95030	86.31210
COMP 6	0.41995	8.18804	4.66622	90.97832
COMP 7	0.34349	8.53154	3.81657	94.79489
COMP 8	0.27647	8.80801	3.07198	97.86688
COMP 9	0.19198	9.00000	2.13311	100
Análisis morfológico				
COMP 1	1.44735	1.44735	36.18398	36.18398
COMP 2	1.00717	2.45453	25.17946	61.36344
COMP 3	0.97420	3.42874	24.35519	85.71864
COMP 4	0.57125	4.00000	14.28135	100

existente para hembras y machos en las nueve variables craneales entre *H. d. griseus* y *H. d. desmarestianus* es menor (1.69) que la distancia que existe entre *H. d. goldmani* y *H. d. desmarestianus* (1.90). La distancia mayor se encontró entre *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* (2.96).

El análisis de función discriminante asignó correctamente a *H. d. goldmani* en un 82%, a *H. d. desmarestianus* en un 53.6% y a *H. d. griseus* en un 53.5%. Se observó a través de un fenograma con un análisis de cluster que *H. d. goldmani* se separa del resto de las subespecies, por lo que está menos relacionado morfométricamente con *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*; siendo estas últimas las más relacionadas entre sí (Fig. 2A).

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
LOCR	0.43306	0.17757	0.16765
LOBA	0.88778*	0.11272	0.09724
LONA	0.33638	0.18481	0.10579
LODM	0.08433	0.03053	0.97382*
ANDM	0.10440	0.08631	0.10349
ANIN	0.19469	0.12376	0.05357
ANCR	0.13751	0.13927	0.12700
ANRO	0.09650	0.97217*	0.03033
ANSO	0.27790	0.03638	0.17060

Tabla 4. Variables de los tres primeros componentes principales, solo adultos, incluyendo machos y hembras para *H. d. desmarestianus*; *H. d. goldmani* y *H. d. griseus*. * = mayores porcentajes de variación.

Variación morfológica

El análisis de ANOVA demuestra que existen diferencias significativas entre las subespecies en la coloración de la superficie dorsal de la cadera ($F = 14.06$; $P = 0.001$), en la coloración de la cola ($F = 3.45$; $P = 0.034$) y en la línea lateral ($F = 3.93$; $P = 0.022$). Lo que muestra la variación existente en color de pelaje en las subespecies estudiadas. No se observaron diferencias significativas en la coloración de la superficie del pecho en las subespecies ($F = 2.67$; $P = 0.072$).

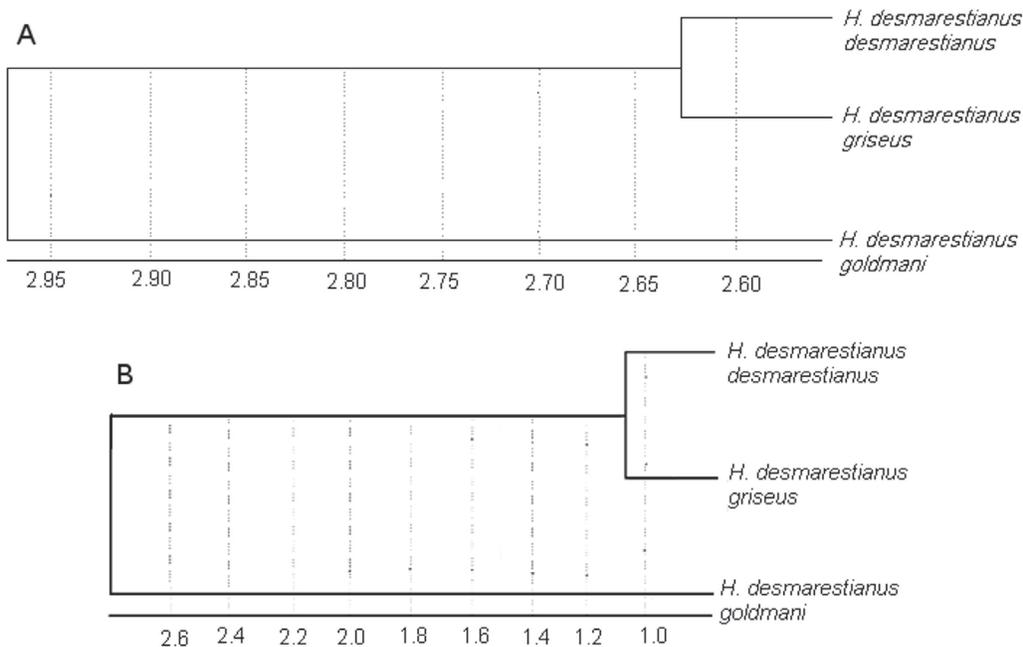


Figura 2. Fenograma de distancia mediante análisis de cluster donde se muestran las relaciones morfométricas (A) y morfológicas (B) entre *H. d. desmarestianus*, *H. d. goldmani* y *H. d. griseus*.

En el análisis de componentes principales de la coloración de las cuatro regiones del cuerpo, se observó que el porcentaje de variación encontrado en los tres primeros componentes fue de 85.7%. El primer componente es responsable de 36.2% de variación total, y el segundo al 25.2% (Tabla 3). Los resultados de extracción de componentes principales muestra que las variables que explican en mayor medida las diferencias morfológicas son: superficie dorsal de la cadera, base de la cola y línea lateral (Tabla 5).

Tabla 5. Conjunto de variables de los tres primeros componentes principales, resultado del análisis de componentes principales. Se incluyeron solo adultos, machos y hembras, para *H. d. desmarestianus*; *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* basado en las cuatro variables morfológicas. *= variables con mayor porcentaje de variación.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Superficie ventral del pecho	0.02172	0.00478	0.00515
Superficie dorsal de la cadera	0.19038	0.97405*	0.12224
Tercera parte de la base de la cola	-0.00171	0.00524	0.99331*
Línea lateral del costado	0.98234*	0.02288	-0.00229

Los resultados del análisis de función discriminante muestran que la distancia morfológica existente entre *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* es menor (0.76), la distancia entre *H. d. goldmani* y *H. d. desmarestianus* es intermedia (1.72), y entre *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* es mayor (1.76).

El análisis de función discriminante asignó correctamente a *H. d. goldmani* en un 79.7%, a *H. d. desmarestianus* en un 48.8% y a *H. d. griseus* en un 25%. En el fenograma del análisis de cluster se observó que morfológicamente *H. d. goldmani* se separa del resto de las subespecies y está menos relacionado morfológicamente con *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*; por lo que estas últimas subespecies están morfológicamente más relacionadas entre sí (Fig. 2B).

Análisis morfológico con el uso de claves Munsell. La variación morfológica observada a través de la comparación de la intensidad del color del pelaje con las claves de coloración Munsell mostró que la superficie dorsal en *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* presentan un color dominante café amarillento oscuro y amarillo castaño (claves 10YR 4/4 y 7.5YR 3/2; Tabla 6). Para *H. d. goldmani*, la superficie dorsal presenta un color negro como dominante (claves 7.5YR 2.5/1 y 10YR 2/1; Tabla 6). En general el color del pelaje de la parte ventral del pecho resultó ser de color blanco (claves 5Y 8/1 y 10YR 8/1) para las tres subespecies.

Discusión

Las subespecies *H. d. goldmani* y *H. d. griseus* se encuentran en altitudes que van desde los 710 a los 2,400 msnm y en tipos de vegetación similares; no ocurre así con *H. d. desmarestianus*, que se distribuye desde los 180 hasta los 1,500 msnm. Lo anterior permite que las condiciones del hábitat en donde se encuentran las subespecies sean variadas y por consecuencia se vea reflejado en variaciones morfológicas y morfométricas.

Variación morfométrica

Los resultados de este estudio coinciden con estudios morfométricos previos realizados con diferentes especies de *Heteromys*. No se presentan diferencias estadísticamente significativas en medidas somáticas entre machos y hembras, aunque en las medidas craneales sí existen. En general, se ha observado en estudios previos que en los roedores pequeños no existe dimorfismo sexual (Ralls 1977; Eisenberg 1981; Rogers y Schmidly 1982; Williams y Ramírez-Pulido 1984; Schmidly *et al.* 1985). Sin embargo, los machos de las subespecies en estudio fueron en promedio más grandes que las hembras.

El mayor porcentaje en variación a nivel individual en las medidas somáticas

Tabla 6. Coloración del pelaje dorsal y ventral para las tres subespecies de *Heteromys desmarestianus* con base en la comparación de claves Munsell. Se muestra el nombre del color dominante registrado.

Subespecie	Región corporal	Clave Munsell	Hue (color)	Value (tono)	Chroma (intensidad)	Color dominante
<i>H. d. desmarestianus</i>	dorsal	YR	10	4	4	Café amarillento oscuro
		YR	7.5	4	2	Amarillo castaño
		YR	7.5	3	2	Amarillo castaño
		YR	10	3	3	Café amarillento oscuro
		YR	7.5	3	2	Amarillo oscuro
	ventral	Y	2.5	8	1	Blanco
		Y	2.5	8	1	Blanco
		YR	10	8	1	Blanco
		YR	2.5	8	1	Blanco
		Y	5	8	1	Blanco
<i>H. d. griseus</i>	dorsal	YR	10	4	4	Café amarillento oscuro
		YR	10	3	3	Café amarillento oscuro
		YR	7.5	3	2	Amarillo castaño
		YR	7.5	3	2	Amarillo castaño
		YR	10	3	3	Café amarillo oscuro
	ventral	Y	2.5	8	1	Blanco
		Y	2.5	8	1	Blanco
		Y	5	8	1	Blanco
		YR	10	8	1	Blanco
		YR	2.5	8	1	Blanco
<i>H. d. goldmani</i>	dorsal	YR	7.5	2.5	1	Negro
		YR	5	2.5	1	Negro
		YR	7.5	2.5	1	Negro
		YR	10	2	1	Negro
		YR	7.5	2.5	1	Negro
	ventral	Y	5	8	1	Blanco
		Y	2.5	8	1	Blanco
		YR	2.5	8	1	Blanco
		Y	2.5	8	1	Blanco
		Y	5	8	1	Blanco

encontrada en las subespecies de *Heteromys* puede explicarse porque éstas fueron tomadas por diversas personas. Los resultados del análisis multivariado, indican que el tamaño craneal es el factor más importante (con 51.6% de la variación total craneal intraespecífica) que contribuye a la diferenciación morfométrica entre individuos de *H. desmarestianus* de Chiapas. A este respecto, se ha observado que la variación morfométrica en otros grupos de roedores es debida principalmente al factor del tamaño

craneal (Lidicker 1960; Goodwin 1969; Genoways 1973; Rogers y Schmidly 1982; Ramírez-Pulido 1984). Es probable que la variación en tamaño craneal se deba a procesos evolutivos que podrían estar sufriendo los ratones al adaptarse a nuevos ambientes a través del tiempo. Las variables que provocaron una diferencia craneal considerable en las subespecies estudiadas (longitud basal de cráneo, longitud de la hilera de dientes maxilares y anchura del rostro), están involucradas a la alimentación de los roedores, las cuales pueden estar variando como reflejo de los procesos de adaptación asociados a las diversas condiciones en el hábitat en que se encuentran, desde pastizales a altitudes de 180 msnm hasta bosques mesófilos de montaña a altitudes de 2,400 msnm.

El hecho de que los ejemplares de *H. d. goldmani* fueran correctamente asignados en su clasificación taxonómica muestra que existe una clara separación a nivel craneal con respecto a *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*, como también demuestra el análisis de cluster. Este resultado coincide con estudios previos en donde *H. d. goldmani* se diferenciaba de *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* (Goldman 1911; Genoways 1973; Rogers y Schmidly 1982). Los resultados de este estudio confirman que *H. d. goldmani* presenta diferencias morfométricas con respecto a *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*. En contraste, *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* no presentan diferencias morfométricas significativas. Lo anterior se relaciona con estudios previos y comparativos entre varias especies de *Heteromys*, en donde se menciona que *H. d. goldmani* puede considerarse como especie (Rogers y Schmidly 1982; Reid 1997; Rogers y González 2010) y que *H. d. griseus* se encuentra en sinonimia con *H. d. desmarestianus* (Rogers 1990; Rogers y Schmidly 1982).

Variación morfológica

Los resultados a nivel de color de pelaje en tres de las cuatro regiones del cuerpo estudiadas en las tres subespecies de *H. desmarestianus* fueron diferentes, en la superficie dorsal de la cadera, en la cola y en la línea lateral del costado. Solamente la superficie ventral no presentó diferencias significativas debido a la uniformidad de color del pelaje para las tres subespecies. La variación en el color del pelaje contribuye a la diferenciación morfológica (en un 36%) entre individuos de diferentes poblaciones de *H. desmarestianus* de Chiapas. El grado de diferenciación del color del pelaje en la población de los roedores heterómidos ha sido una característica propia para diferenciar poblaciones, especies y subespecies, por lo que ha sido la base para estudios sobre taxonomía (Sumner 1921; Getz 1957; Mayr 1963; Patton y Smith 1990; Patton 1999). La variación en la intensidad de color del pelaje en *H. desmarestianus* puede explicarse por la interacción de diversos factores entre los que destacan la amplia distribución que presenta y lo variado del hábitat y clima en donde se encuentra (Mayr 1963; Álvarez 1966; Futuyma 1986).

La separación morfológica (en variación en color de pelaje y la dominancia del mismo) de *H. d. goldmani* con respecto a *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*, coincide con la variación existente en morfometría craneal. Se ha mencionado que existe una relación directa entre la variación en el color del pelaje de los individuos con la variación en el color y estructura del suelo que presenta su hábitat (Patton 1999), lo que se puede verificar llevando a cabo un análisis de suelo.

Con base en la diferenciación de las subespecies se considera que la distribución geográfica de las subespecies de *Heteromys* en Chiapas no es uniforme. *H. d. griseus* y *H. d. goldmani* ocurren en la subprovincia Sierras del Sur, la primera se encuentra en la parte noroeste de la subprovincia llegando hasta Oaxaca; al parecer su límite de distribución se encuentra en la parte serrana de Villaflores; en cambio, la segunda se encuentra en la parte sureste de la subprovincia encontrándose en la parte de Volcanes de Centroamérica llegando hasta la parte serrana de Guatemala (Hall 1981). Es necesario llevar a cabo estudios detallados para conocer las condiciones climáticas, ecológicas y las posibles barreras físicas y/o evolutivas que impiden que *H. d. griseus* y *H. d. goldmani* presenten una distribución continua a lo largo de la subprovincia Sierras del Sur, aunque es notorio el grado de diferenciación morfométrica que existe entre ambas.

Heteromys d. desmarestianus tiene una distribución amplia en el estado de Chiapas: en las subprovincias Altos de Chiapas, Sierras del Norte y Sierra Lacandona. Sin embargo, resulta necesario llevar a cabo más colectas en otras subprovincias como la Depresión central, la Llanura costera, la Llanura y pantanos Tabasqueño, la Llanura del Istmo e incluso la Subprovincia Sierras del Sur y Volcanes de Centroamérica para conocer su límite de distribución, y las posibles barreras geográficas que impiden que se encuentre en estas subprovincias. Es un hecho que la heterogeneidad altitudinal, topográfica, climática y edáfica de Chiapas crean una serie de condiciones climáticas y de recursos en los cuales *H. desmarestianus* puede responder a diferentes condiciones y tipos de hábitat, ya que se distribuye en diversas subprovincias fisiográficas y en diversos tipos de vegetación (desde pastizal hasta bosque mesófilo de montaña) y en altitudes de los 180 hasta los 2,400 msnm.

En conclusión, los resultados del análisis morfométrico y morfológico indican que *H. d. goldmani* presentó mayor diferenciación con respecto a *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus*, por lo que se propone se reconsidere su cambio a nivel específico, es decir, a *H. d. goldmani*. En contraste, *H. d. desmarestianus* y *H. d. griseus* no presentan diferencias morfométricas y morfológicas significativas, por lo que puede seguirse considerando a *H. d. griseus* en sinonimia con *H. d. desmarestianus*.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo brindado al proyecto financiado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación CONACyT-SEP, clave 80461, y por la beca otorgada por el mismo proyecto a J. Espinoza. A. J. Bolaños por su apoyo en el trabajo de campo, a A. Riechers por su apoyo en la revisión de especímenes de la Colección Zoológica Regional Mammalia de la Secretaría del Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAVIHN), y a M. Briones y S. T. Álvarez-Castañeda por sus observaciones y valiosos comentarios que ayudaron en gran medida a mejorar la calidad de este trabajo.

Referencias

- ÁLVAREZ, T. 1966. Roedores fósiles del Pleistoceno de Tequesquinahua, Estado de México, México. Acta Zoológica Mexicana 8:1–16.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., W. Z. LIDICKER, JR., y E. RIOS. 2009. Revision of the *Dipodomys merriami* complex in the Baja California Peninsula, Mexico. Journal of Mammalogy

90:992–1008.

- AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGISTS SYSTEMATIC COMMITTEE.** 2004. Basic Curatorial Standards for Systematic Collections of Mammals. *Journal of Mammalogy* 85:180-181.
- ANDERSON, R. P.** 2003. Taxonomy, distribution and natural history of the genus *Heteromys* (Rodentia: Heteromyidae) in western Venezuela, with the description of a dwarf species from the Peninsula de Paraguana. *American Museum Novitates* 3396:1–43.
- ANDERSON, R. P., M. WEKSLER, Y D. S. ROGERS.** 2006. Phylogenetic analyses of spiny pocket mice (Heteromyidae: Heteromyinae) based on allozymic and morphological data. *Journal of Mammalogy* 87:1218–1233.
- ANDERSON, S., Y A. S. GAUNT.** 1962. A Classification of the white-sided jackrabbits of Mexico. *American Museum Novitates* 2088:1–15.
- CASTRO, A. I., Y M. SANTOS.** 2005. Rata espinosa *Heteromys desmarestianus* Gray, 1868. Pp. 624-625 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- DIERSING, V. E., Y D. E. WILSON.** 1980. Distribution and systematics of the rabbits (*Sylvilagus*) of west-central Mexico. *Smithsonian Contributions to Zoology* 297:1–34.
- EISENBERG, J. F.** 1981. *The mammalian radiations.* The University of Chicago Press, Chicago.
- FUTUYMA, D. J.** 1986. *Evolutionary biology.* Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- GENOWAYS, H. H.** 1973. Systematics and evolutionary relationships of the spiny pocket mice of the genus *Liomys*. *Special Publications of the Museum of Texas Technological University* 5:1–368.
- GETZ, L. L.** 1957. Color variation in pocket gophers, *Thomomys*. *Journal of Mammalogy* 38:523–526.
- GOLDMAN, E. A.** 1911. Revision of the spiny pocket mice (genera *Heteromys* and *Liomys*). *North American Fauna* 5:1-368.
- 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* 141:1–270.
- HALL, E. R.** 1981. *The mammals of North America.* 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- HOFFMEISTER, D. F.** 1951. A taxonomic and evolutionary study of the piñon mouse, *Peromyscus truei*. *Illinois Biological Monographs* 21:1–104.
- LIDICKER, W. Z., JR.** 1960. Analysis of intraspecific variation in the kangaroo rat *Dipodomys merriami*. *University of California, Publications in Zoology* 67:125–218.
- MAYR, E.** 1963. *Animal Species and Evolution.* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- MUNSELL.** 1975. *Munsell soil color charts.* Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland.
- PATTON, J. L., Y M. F. SMITH.** 1990. Population structure and the genetic and morphologic divergence among pocket gophers (genus *Thomomys*). Pp. 284–04 in *Speciation and its consequences* (Otte, D., y J. A. Endler, eds.). Sinauer Associates, Inc.

Publishers. Sunderland, Massachusetts.

- PATTON, J. L.** 1999. Family Geomyidae. Pp. 321–350 in Mamíferos del Noroeste de México. (Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton, eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, Baja California Sur.
- RALLS, K.** 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *American Naturalist* 3:917–938.
- RAMÍREZ-PULIDO, J.** 1984. Morphometric variation in the volcano mouse *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia:Cricetidae). *Annals of Carnegie Museum* 53:163–183.
- REID, F. A.** 1997. A field guide to the mammals of Central America y Southeast Mexico. Oxford University Press, New York.
- RIOS, E., Y S. T. ÁLVAREZ CASTAÑEDA.** 2007. Environmental responses to altitudinal gradients and subspecific validity in pocket gophers (*Thomomys bottae*). *Journal of Mammalogy* 88:926-934.
- ROGERS, D. S.** 1986. Evolutionary relationships within the family Heteromyinae (genera *Heteromys* and *Liomys*). Ph. D. dissertation, University of California, Berkeley.
- ROGERS, D. S.** 1990. Genetic evolution, historical biogeography, and systematic relationships among spiny pocket mice (subfamily Heteromyinae). *Journal of Mammalogy* 71:668–685.
- ROGERS, D. S., Y M. W. GONZÁLEZ.** 2010. Phylogenetic relationships among spiny pocket mice (*Heteromys*) inferred from mitochondrial and nuclear sequence data. *Journal of Mammalogy* 91:914–930.
- ROGERS, D. S., Y D. J. SCHMIDLY.** 1982. System of Spiny pocket mice (Genus *Heteromys*) of the *desmarestianus* species group from Mexico and Northern Central America. *Journal of Mammalogy* 63:375–386.
- SAS INSTITUTE INC.** 1997. JMP start statistics, a guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software. Version 3.2.2. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- SAS Institute Inc.** 1999–2001. SAS version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- SCHMIDLY, D. J., M. R. LEE, W. S. MOLD, Y E. G. ZIMMERMAN.** 1985. Systematics and notes on the biology of *Peromyscus hooperi*. *Occasional Papers of The Museum, Texas Tech University* 97:1–40.
- SCHMIDLY, D. J., K. T. WILKINS, Y J. N. DERR.** 1993. Biogeography. Pp. 319–356 in *Biology of the Heteromyidae* (Genoways, H. H., y J. H. Brown, eds.). Special Publication No. 10, American Society of Mammalogists.
- SUMNER, F. B.** 1921. Desert and lava-dwelling mice and the problem of protective coloration in mammals. *Journal of Mammalogy* 2:75–86.
- WILLIAMS, S. L., Y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 1984. Morphometric variation in the volcano mouse, *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia:Cricetidae). *Annals of Carnegie Museum* 53:163–183.
- WILSON, D. E., Y D. M. REEDER (EDS.).** 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference.* 3a. ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. <http://www.press.jhu.edu>.

Apéndice I

Especímenes consultados de Chiapas. ECO-SC-M = Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. CZRMA = Colección Zoológica Regional Mammalia del Instituto de Historia Natural y Ecología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Heteromys desmarestianus desmarestianus*: Lacanjá-Chansayab, Ocosingo (212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, ECO-SC-M); 100 m SE Ejido Loma Bonita, Maravilla Tenejapa (1306, 1360, ECO-SC-M); 1.7 Km al S Ejido Loma Bonita, Maravilla Tenejapa (1521, 1532, ECO-SC-M); 2 Km al NW Tapalapa (148, 149, ECO-SC-M); Rancho San Juan, 5 Km al NW de Chapultenango (305, ECO-SC-M); El Aguajito, 2 Km al SW, Ocozocoautla (58, 62, 63, 64, ECO-SC-M); Ejido Álvaro Obregón, Ocozocoautla (90, 110, 118, ECO-SC-M); El Encajonado, 4 Km al SW, Rio La Venta, Ocozocoautla (281, ECO-SC-M); 10 Km al SW Ejido Cuauhtémoc, Ocozocoautla (303, 304, ECO-SC-M); El Aguajito, 8 Km al NW del Ejido Emilio Rabasa, Ocozocoautla (58, 62, ECO-SC-M); 10 Km Ocuilapa, Rancho El Aguajito, Ocozocoautla (2128, CZRMA); Junta de los Ríos Negro y La Venta, Ocozocoautla (962, 963, 964, CZRMA); Parque Educativo Laguna Bélgica, Ocozocoautla (1361, 1365, 1366, 1367, 1368, 2128, 2146, CZRMA); 1 Km al N San Rafael El Arco, La Independencia (485, 486, ECO-SC-M); Paradero, Bosque Azul, Parque Nacional Lagos de Montebello, La Trinitaria (939, ECO-SC-M); 5 Km de Amatenango de la Frontera (979, 980, 981, 982, CZRMA); Rancho La Pera, Berriozábal (2154, CZRMA).

Heteromys desmarestianus griseus: Rancho El Cedro, 8 km al NW Ejido Santa María Las Palmas, Villa Corzo (313, 314, ECO-SC-M); Ejido Plan de Ayala, Arroyo El Tigre, Villa Corzo (1786, CZRMA); Rancho Solo Dios, Villa Corzo (1503, CZRMA); Cerro Tres Picos, 1 Km de Nueva Independencia, Villaflores (2104, 2105, ECO-SC-M; 970, 973, 974, 975, 975, CZRMA); Ejido Viva Chiapas, Predio San Isidro, Villaflores (1629, CZRMA); Predio El Recuerdo, 13 km W de Tierra y Libertad, Jiquipilas (959, 960, CZRMA).

Heteromys desmarestianus goldmani: Rancho Bélgica, 5.2 Km al NW del Rancho Santa Cruz, La Concordia (390, 391, ECO-SC-M); Finca Santa Cruz, Reserva de la Biosfera El Triunfo, La Concordia (913, 914, 926, ECO-SC-M; 965, 966, 967, 984, CZRMA); Polígono III Custepeques, Campamento El Quetzal, La Concordia (1712, 1748, CZRMA); Predio Bélgica I, La Concordia (977, 978, 1310, CZRMA); El Santuario, 2700 m de Santa Cruz, La Concordia (969, CZRMA); 800 m SE Ejido Unión los Olivos, Mapastepec (1360, 1373, 1407, 1462, 1463, ECO-SC-M); Ejido Pablo Galeana, Siltepec (1875, CZRMA); Ejido Ojo de Agua 5.6 km al SW de Bellavista (1948, 1953, 1955, 1956, 1958, 1968, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, ECO-SC-M); Campamento El Triunfo, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Ángel Albino Corzo (148, 149, 903, 904, 1883, 1884, 1889, ECO-SC-M; 903, 904, CZRMA); Ejido Berriozábal, Barrio Llano Grande, Motozintla (959, 1096, 1094, 1787, CZRMA); Ejido el Águila, Cacahoatan (1629, 1638, 2186, CZRMA); Cerro La Ventana 6.3 km a Tapalapa (3044, 3055, 3057, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, ECO-SC-M); Finca Irlanda; 26 Km por carretera a Nuevo Alemania, Tapachula (1830, 1831, 1832, 1833, 1836, ECO-SC-M).

Apéndice II

Especímenes colectados en diversas localidades de Chiapas. ECO-SC-M = Colección

Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Heteromys desmarestianus desmarestianus*: Ejido Playón de la Gloria, Marqués de Comillas (1873, ECO-SC-M). *Heteromys desmarestianus griseus*: Cerro Tres Picos; 25 km a la comunidad 3 picos, Villaflores (2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, ECO-SC-M). *Heteromys desmarestianus goldmani*.- Ejido el Águila, camino a Cascada la Sirena, Cacahoatán (2141, 2142, 2143, 2144, 2147, 2148, ECO

Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México

Antonio Santos-Moreno¹ y Elder Ruiz-Velásquez²

Abstract

In this paper we present an inventory of mammals from the region of Nizanda, Juchitán, Oaxaca. The field work was made from April 2007 to February 2008. A total of 7 orders, 17 families and 40 species were recorded. Ten of the collected species are included in some risk category according to national and international standards. The most abundant species was the bat *Choeroniscus godmani*, and the order Carnivora was the most diverse, with 12 species. The three types of vegetation in the area and an ecotone between two of them show little similarity in species composition, this can explain the high species richness of the region.

Key words: Conservation, diversity, mammals, Nizanda, Oaxaca.

Resumen

Se presenta el inventario de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca. En el que realizaron siete periodos de colecta que comprendieron de abril de 2007 a febrero de 2008. Un total de 7 órdenes, 17 familias y 40 especies. Diez de las especies colectadas se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a normas nacionales e internacionales. La especie más abundante fue el murciélago *Choeroniscus godmani* y el orden más diverso es el Carnívora, con 12 especies. Los tres tipos de vegetación presentes en la zona y un ecotono entre dos de ellos muestran poca similitud en su composición de especies, característica que puede explicar la elevada riqueza de especies de la región.

Palabras clave: Conservación, diversidad, mamíferos, Nizanda, Oaxaca.

Introducción

Las selvas secas se caracterizan por una fuerte estacionalidad en la disponibilidad de agua y son sistemas altamente diversos (Maass *et al.* 2005), por ejemplo, 90 especies de vertebrados endémicos de México son exclusivos de este tipo de vegetación (Ceballos y García 1995). A pesar de esto, enfrentan fuertes amenazas para su conservación, pues para principios de la década de 1990, 73% de estos ambientes en México habían sido alterados, degradados o convertidos, principalmente para agricultura o pastoreo (Trejo y Dirzo 2000).

El trópico seco ocupa un 16.1% del territorio nacional y se distribuye en el litoral

¹ Laboratorio de Ecología Animal. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. Código Postal 71230. Correo electrónico asantasm90@hotmail.com. Tel. 01 951 51 706 10 ext. 82751.

² Instituto Tecnológico Superior de Teposcolula, Paraje El Alarcón s/n. San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca, México. Código Postal 69500. Correo electrónico elder.rv@hotmail.com

del Océano Pacífico, desde Colima hasta la península de Yucatán (González-Medrano 2003). Estos tipos de vegetación presentan características estructurales y fenológicas constantes que se traducen en diferencias notables en la diversidad de especies de muchos grupos de plantas y animales (Chávez y Ceballos 2001). Sin embargo, la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, la explotación excesiva de especies, la pérdida de biodiversidad y la contaminación han generado una enorme crisis ambiental (Lira-Torres *et al.* 2005). Las selvas bajas y medianas del pacífico mexicano son conocidas como selvas secas y se encuentran entre los ecosistemas más amenazados por la deforestación (Chávez y Ceballos 2001). Hoy en día cubren menos del 0.1% de su superficie original (Balvanera *et al.* 2000). Una de las áreas menos estudiadas es la conocida como Paso de Chivela, en el estado de Oaxaca, localizada entre los límites de las regiones Centro y Planicie costera de Tehuantepec. La región de Mena Nizanda se ubica en dicha porción y es una de las áreas más interesantes desde el punto de vista biológico (Pérez-García *et al.* 2001), por su ubicación en la zona de contacto de los reinos biogeográficos Neotropical y Neártico, alberga una gran diversidad florística (119 familias botánicas), un alto nivel de endemismos de flora (cinco especies; Lorence y García 1989) y al menos un ave (*Passerina rositae*) considerada como micro endémica (Howell y Webb 1995).

Algunas comunidades vegetales de la región como el bosque de galería, vegetación acuática y subacuática, y la sabana se han visto afectadas considerablemente por las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que han desaparecido casi por completo; sólo permanecen algunos fragmentos aislados (Pérez-García *et al.* 2001). Lo anterior trae como consecuencia, que las poblaciones se aislen, el flujo genético se reduzca y los niveles de endogamia se incrementen (Romero-Almaraz *et al.* 2006).

Para proteger y conservar especies de mamíferos y por ende los procesos ecológicos en los que están involucrados, es importante conocer las diferentes especies y las actividades humanas que pueden estar afectándolas. Actualmente existen escasos inventarios de especies presentes en regiones con remanentes de vegetación natural (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004; Lira-Torres *et al.* 2005), por lo que la toma de decisiones no es adecuada por la falta de información. El objetivo del presente trabajo es conocer de una manera detallada a través de inventarios la diversidad de mamíferos de una región de transición como es el caso de Nizanda, Juchitán, Oaxaca.

Material y métodos

Área de estudio. La región de Nizanda cubre aproximadamente 85 km² y el área de estudio comprendió dos localidades: Mena Nizanda (16° 39'N, -95° 00'W) y Chivela (16° 43'N, -95° 00'W), ambos pertenecientes al municipio de Asunción Ixtaltepec en el distrito de Juchitán del estado de Oaxaca (Fig. 1). El estudio de la región incluyó tres tipos de vegetación: selva baja caducifolia (SBC), bosque de galería (BG), selva mediana subperennifolia (SMS) y un ecotono de bosque de galería y vegetación secundaria (Ecotono; Pérez-García *et al.* 2001).

La selva baja caducifolia se caracteriza por presentar arboles del género *Bursera* y especies de las familias Fabaceae (e. g. *Lonchocarpus emarginatus* y *Myrospermum frutescens*) y Mimosaceae (e. g. *Acacia picachensis* y *Havardia campylacantha*), aunque también son frecuentes especies de otras familias como *Coccoloba liebmanni*

(Polygonaceae), *Gyrocarpus mocinnoi* (Hernandiaceae), *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae) y *Tabebuia impetiginosa* (Bignoniaceae), entre otras. El bosque de galería está dominado por *Astianthus viminalis* y destacan *Thouinidium decandrum* (Sapindaceae), *Lantana hirta* y *Vitex mollis* (Verbenaceae). En la selva mediana subperennifolia las especies más comunes son *Annona squamosa* (Annonaceae), *Andira inermis* (Fabaceae), *Augusta rivalis* (Rubiaceae), *Croton niveus* (Euphorbiaceae), *Cynometra oaxacana* (Caesalpiniaceae), *Enterolobium cyclocarpum* (Mimosaceae), *Ficus insipida* (Moraceae), *Hemiangium excelsum* (Hippocrateaceae), *Hiraea reclinata* (Malpighiaceae), *Inga vera* (Mimosaceae), *Malmea depressa* (Annonaceae), *Rondeletia leucophylla* (Rubiaceae) y *Tabebuia pentaphylla* (Bignoniaceae; Pérez-García et al. 2001).

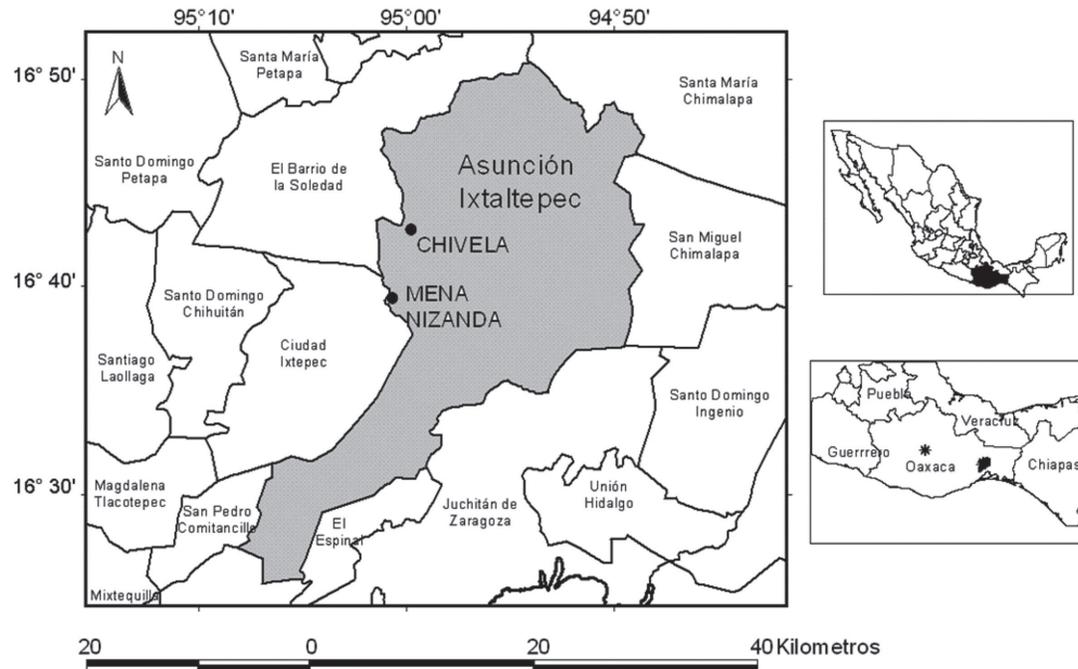


Figura 1. Ubicación geográfica de la región de Nizanda, Oaxaca.

El área de estudio presenta una marcada estacionalidad, distinguiéndose una época seca de noviembre a abril y una lluviosa de mayo a octubre, presenta una temperatura anual de 25° C y una precipitación media anual de 1,000 mm, con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Awo(W)igw"; García 1988). Un factor determinante en el clima regional es la presencia de corrientes eólicas de gran intensidad, debido a los vientos alisios provenientes del Golfo de México (Pérez-García et al. 2001).

Los periodos de colecta abarcaron los meses de abril a mayo de 2007 y agosto de 2007 a febrero de 2008. Se llevó a cabo una revisión de literatura (e. g. Goodwin 1969; Pérez-García et al. 2001) y se establecieron transectos de longitud variable (3.08 km en promedio), que abarcaron los diferentes tipos de vegetación. Los murciélagos se capturaron con tres redes de niebla de 6 x 2.5 m, a una altura aproximada de 3 m, colocadas sobre el cauce de los arroyos Agua Tibia y Verde o Mazahua, y a orillas de este, las redes permanecieron abiertas de las 6:00 pm a 3:00 am. El registro en campo de mamíferos medianos y grandes, fue por medio de métodos directos e indirectos como la presencia de rastros (huellas y excretas), así como el registro de algunas especies mediante la observación y colecta de restos óseos. Para los mamíferos pequeños (roedores) se

colocaron 50 trampas Sherman cebadas con avena y vainilla. Las cuales fueron revisadas durante las primeras horas de la mañana (6:00 am-8:00 am) y al atardecer (4:00 pm-6:00 pm), para incluir especies de hábitos nocturnos y diurnos. También se recolectaron restos óseos encontrados en regurgitaciones de aves rapaces.

Los ejemplares capturados fueron identificados con claves especializadas (Goodwin 1969; Hall 1981; Álvarez *et al.* 1994; Medellín *et al.* 1997; Reid 1997) y libreados en los sitios de captura. Sólo aquellos cuya identificación fue dudosa, fueron preparados como ejemplares de museo y depositados en la Colección de Referencia de Mamíferos del Laboratorio de Ecología Animal del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional de México (ECOAN-MAM). Las excretas fueron colectadas y guardadas en bolsas de papel. La impresión de las huellas se realizó con yeso odontológico y la identificación de las especies se realizó con la guía de Aranda (2000). El arreglo taxonómico seguido es el de Ceballos *et al.* (2005).

Para conocer la representatividad del esfuerzo de colecta, se construyeron los modelos asintóticos de acumulación de especies de Clench y de Dependencia Lineal (Soberón y Llorente 1993). Con el algoritmo Quasi-Newton, implementado en el programa *Statistica* (Statsoft 2001). Los datos se aleatorizaron 1,000 veces con el programa *EstimatesS* versión 8.0.0 (Colwell 2006). El mejor modelo se eligió con el Criterio de Información de Akaike corregido (AICc, Burnham y Anderson 2002; Jiménez-Valverde *et al.* 2006). La similitud se calculó entre los tres tipos de vegetación principales y el ecotono por medio de un Análisis de Conglomerados, con el método de Análisis de Grupos Pareados sin Ponderar, usando la Media Aritmética (UPGMA por sus siglas en inglés), usando como medida de similitud el coeficiente de Ochiai (Ochiai 1957). Este coeficiente incorpora un centrado que reduce el efecto de la riqueza de especies en la evaluación de la similitud en la composición (Rodríguez y Lewis 1990). Debido a que es menos afectado por el tamaño muestral que otros índices para datos de presencia-absencia más populares como el de Jaccard (Jackson *et al.* 1989). Como una medida de evaluación del grado de distorsión de la información contenida en la matriz de presencia-absencia al ser representada en el dendrograma, se empleó el Coeficiente de Correlación Cofenética (Rohlf y Sokal 1981).

Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 307 registros de mamíferos pertenecientes a 38 especies por los métodos descritos y dos más registradas por Pérez-García *et al.* (2001). Lo que da un total de 40 especies, distribuidas en 7 ordenes y 17 familias (Tabla 1, Apéndice), que representa el 20.61% de las 194 especies descritas para el estado de Oaxaca (Santos-Moreno *et al.* 2010a). El modelo de Clench mostró ser el más adecuado, siendo 3.3 veces mejor que el de Dependencia Lineal (Tabla 2, Fig. 2), y de acuerdo con él, el número asintótico de especies esperado es de 52, es decir, que el esfuerzo de colecta realizado aún no es suficiente para tener una representación adecuada de la riqueza de especies de la zona.

A nivel de localidades, en Mena Nizanda se registraron 30 especies y en Chivela 18, aunque siete se registraron de manera exclusiva en esta localidad. Probablemente esta diferencia se deba a diferencias en el tamaño muestral, pues en Chivela sólo se

obtuvieron 38 registros y en Mena Nizanda fueron 267. El número de especies está fuertemente determinado por el tamaño muestral (Gotelli y Colwell 2011). Además, en Chivela sólo existe selva baja caducifolia, mientras que en Mena Nizanda están presentes todos los tipos de vegetación estudiados. El número de especies más elevado considerando ambas localidades, se observó en la selva baja caducifolia (20), seguido de la selva mediana subperenifolia (19) y el bosque de galería (10), mientras que el ecotono mostró el número más bajo (6). A pesar de esto, destaca la presencia en este último del murciélago *Peropteryx kappleri* (registrado en Chivela), especie poco abundante y que habita principalmente en la selva tropical perennifolia (Castro-Arellano y Marcé-Santa 2005). La presencia en Oaxaca de esta especie fue documentada recientemente (Olguín-Monroy *et al.* 2008), y el registro de este estudio es el segundo para el estado.

Figura 2. Modelos asintóticos de acumulación de especies de Clench (línea punteada) y de Dependencia Lineal (línea de guiones). La línea continua representa el número acumulado aleatorizado observado de especies de mamíferos en la región de Nizanda, Oaxaca. Las predicciones de los dos modelos se han prolongado más allá de los valores correspondientes a los datos observados para ilustrar las tendencias.

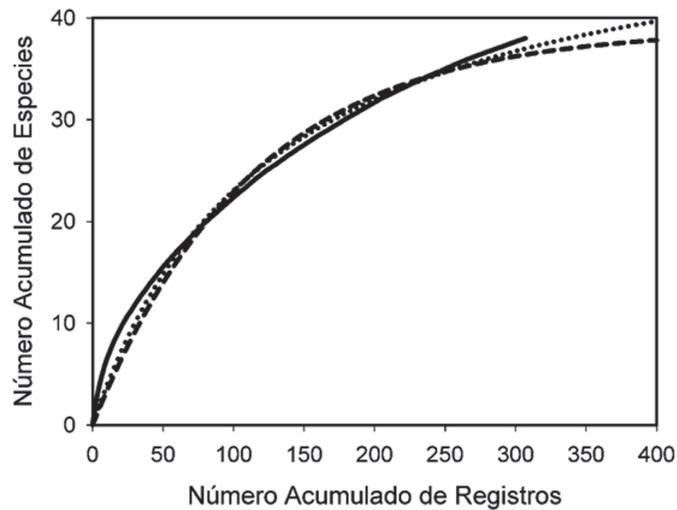


Tabla 2. Elementos de selección de modelos de acuerdo al criterio de Información de Akaike corregido (AICc = Criterio de Información de Akaike corregido, $\Delta AICc$ = diferencias entre el AICc del modelo respectivo y el más parsimonioso, Peso AICc = contribución relativa del modelo particular al AICc del conjunto total de modelos, Relación de evidencias = relación entre el Peso AICc del mejor modelo candidato y su competidor), y parámetros de los modelos asintóticos de acumulación de especies de Clench y de Dependencia Lineal (a = tasa de incremento al inicio del muestreo, b = acumulación de especies).

Parámetro	Modelo	
	Clench	Dependencia Lineal
AICc	2009.8	2012.2
$\Delta AICc$	0	2.387
Peso AICc	0.7674	0.2325
Relación de evidencias		3.29
Número de parámetros	2	2
a	0.4127	0.3463
b	0.0079	0.0088
Asíntota	52.22	38.92

Las 40 especies registradas en la zona son un número menor al encontrado en otros estudios realizados en tipos de vegetación similares en México, aunque debe considerarse que de acuerdo al modelo de acumulación de Clench, aún faltan por registrar aproximadamente 12 especies más. Lo que igualaría el número registrado en otras áreas, como en Cerro de la Tuza, en la costa de Oaxaca (Lira-Torres *et al.* 2005).

A nivel de grupo, el de mayor número de especies, fue el de las de talla media y grande con 19, pertenecientes a los órdenes Didelphimorphia (familia Didelphidae), Xenarthra, Primates, Lagomorpha, Artiodactyla y Carnivora, con un amplio predominio de este último (12 especies), mientras que en el valle de Tehuacán-Cuicatlán en la región de la Cañada, también en Oaxaca, se registraron seis especies (Briones-Salas 2000, Botello *et al.* 2006). En el caso de los quirópteros se registraron 11 especies, distribuidas en cuatro familias (Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae), mientras que en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, en el estado de Jalisco, se registraron 15 especies (Chávez y Ceballos 2001). En cuanto a los roedores, en este trabajo se registraron nueve especies, en cambio para una selva baja en la Península de Yucatán se registraron seis (Címe-Pool *et al.* 2010) y 13 para la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (López *et al.* 2009). Destaca la riqueza de especies de Nizanda porque en comparación con los otros estudios el esfuerzo de colecta es mucho menor (en éste estudio fue de cinco días por mes durante nueve meses; en la Península de Yucatán 8 días por 12 meses; y en el Istmo de Tehuantepec de 12 días durante 8 meses) además, el área estudiada es comparativamente más pequeña que la de otros estudios. Por ejemplo en todo el Istmo de Tehuantepec se han registrado 33 especies (Goodwin 1969).

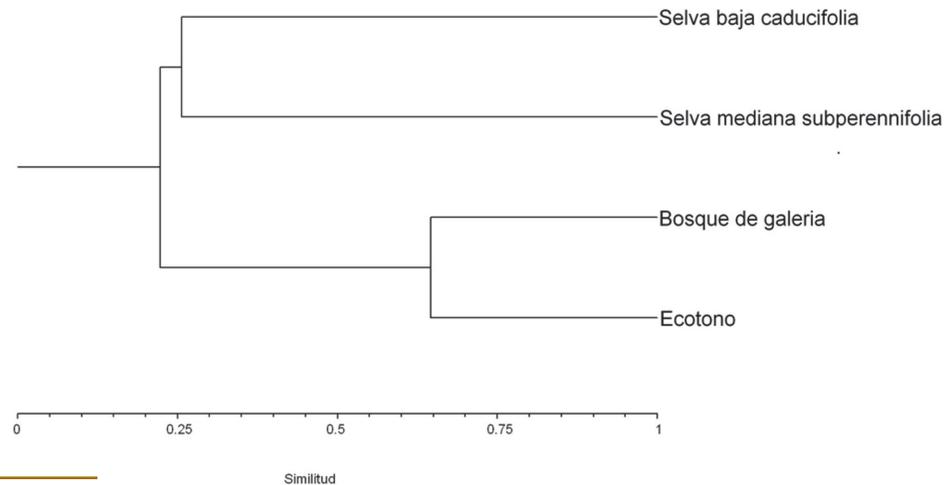
La región de Nizanda alberga al menos a diez especies consideradas por la SEMARNAT, IUCN y CITES con alguna categoría de riesgo (IUCN 2004; CITES 2009; SEMARNAT 2010). Entre las que destacan *Peropteryx kappleri*, *Leopardus wiedii* y *Eira barbara*. Aunque el murciélago *Choeroniscus godmani* no se encuentra incluida en ninguna categoría de riesgo, destaca porque en otras áreas es una especie rara y de baja abundancia (Arita 2005), pero en este estudio fue la especie más abundante (registrado en Mena Nizanda; Tabla 1).

De las 40 especies registradas, sólo *Choeroniscus godmani* estuvo presente en los tres tipos de vegetación, mientras que 30 (75%) estuvieron restringidas a un sólo tipo. Las selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia mostraron los valores más altos en número de especies (20 y 13, respectivamente) y especies exclusivas (19 y 12, respectivamente), mientras que el ecotono tuvo representadas únicamente seis especies, incluyendo en forma exclusiva al murciélago *Artibeus lituratus*. La similitud de la composición de la fauna de mamíferos entre tipos de vegetación fue baja, en promedio del 30%, y con excepción del ecotono y el bosque de galería que mostraron similitud del 64.55%. El resto de combinaciones pareadas de tipos de vegetación muestran similitudes menores al 30%, con la selvas baja caducifolia y el bosque de galería como los tipos menos similares (21.21%; Fig. 3). El promedio de similitud observado es considerablemente bajo, si se considera por ejemplo que el Istmo de Tehuantepec y la Laguna Inferior, cerca de la zona de estudio, también en estado de Oaxaca, muestran una similitud del 54% (López *et al.* 2009), a pesar de ser áreas mayores y que incluyen cada una varios tipos de vegetación.

Tabla 3. Similitud de Ochiai (por arriba de la diagonal). En la diagonal el número total de especies y exclusivas entre paréntesis y número de especies compartidas entre tres tipos de vegetación y un ecotono en la región de Nizanda, Oaxaca, México (debajo de la diagonal).

	Selva baja caducifolia	Bosque de galería	Selva mediana subperennifolia	Ecotono
Selva baja caducifolia	20 (13)	0.2121	0.2565	0.2739
Bosque de galería	3	10(3)	0.2176	0.6455
Selva mediana subperennifolia	5	3	19(12)	0.1873
Ecotono	3	5	2	6 (1)

Figura 3. Dendrograma elaborado por el método UPGMA usando el coeficiente de similitud de Ochiai para las especies de mamíferos entre tres tipos de vegetación y un ecotono de la región de Nizanda, Oaxaca (Correlación cofenética = 0.9865).



En comparación con la que puede considerarse la selva seca mejor estudiada de México, la región de Chamela, en el estado de Jalisco, con 70 especies de mamíferos terrestres. Las 40 registradas en Nizanda, podrían considerarse un número bajo. Sin embargo, esta diferencia puede ser explicada por varias razones: Chamela ha sido estudiada desde fines del siglo XIX, y con la creación de la Estación Chamela del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha sido estudiada en forma permanente por más de 30 años (Miranda 2002), presenta una mayor heterogeneidad ambiental, sí esta se mide con el número de tipos de hábitat (ocho terrestres contra seis en Nizanda: los cuatro estudiados, pastizales y zonas de cultivo en los que no se muestreo). Además del hecho de que el número de especies registradas en este estudio es una subestimación del número real, según el modelo asintótico de acumulación. Aún con estas diferencias resalta el hecho de que en Nizanda 70% de las especies estuvieron restringidas a un sólo tipo de hábitat, mientras que en Chamela lo fue el 16%, y por el contrario, sólo una especie (2.56%) estuvo presente en los tres hábitat principales, mientras que en Chamela 65% de las especies están presentes en más de tres hábitat (Miranda 2002).

Conclusiones

Aunque Nizanda presenta una riqueza de especies menor que otros sitios similares, destaca la presencia de al menos diez especies de mamíferos incluidos en alguna categoría de riesgo dentro de las normas nacionales e internacionales (IUCN y NOM-059-SEMARNAT-2010); la presencia de doce especies de carnívoros, que es el grupo de mamíferos con mayor grado de amenaza en México (Ceballos 2005). La composición

de la comunidad de murciélagos, muestra predominio de una especie nectarívora poco común *Choeroniscus godmani* (Santos-Moreno *et al.* 2010b), así como la presencia *Glyphonycteris sylvestris* considerada como especializada y restringida, y de la que el registro que se incluye en este trabajo es el segundo para Oaxaca (López *et al.* 2009). De lo anterior y considerando la acelerada transformación de los ecosistemas vegetales, es necesario tomar medidas enérgicas para minimizar las acciones antropocéntricas. Como la expansión agrícola y ganadera, y la cacería ilegal en dicha área sobre los sistemas biológicos, los cuales podrían tener como consecuencia cambios significativos en la estructura de muchos grupos de flora y fauna.

Agradecimientos

El señor R. Ríos Nava dio facilidades para la realización del proyecto, A. Sánchez Martínez colaboró en el trabajo de campo y aportó valiosas sugerencias, J. V. Andrés Reyes realizó valiosas sugerencias sobre distintos aspectos del manuscrito. El Instituto Politécnico Nacional de México proporcionó el apoyo económico para la realización del proyecto (apoyos SIP-20070826 y SIP-20080431 al primer autor).

Referencias

- ÁLVAREZ, T., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, Y J. C. LÓPEZ-VIDAL. 1994. Claves para Murciélagos Mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México.
- ARITA, H. 2005. *Choeroniscus godmani*. Pp. 212 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- BALVANERA, P., A. ISLAS, E. AGUIRRE, Y S. QUIJAS. 2000. Las selvas secas. Ciencias 57:19-24.
- BOTELLO, F., J. M. SALAZAR, P. I. RANGEL, M. LINAJE, G. MONROY, D. DUQUE, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2006. Primer registro de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77:133-135.
- 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 (Nueva serie) 82:83-103.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in Biodiversidad de Oaxaca (Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found. México.
- BURNHAM, K. P., Y D. R. ANDERSON. 2002. Model Selection and Inference – A Practical Information-Theoretic Approach. Springer-Verlag, New York.
- CASTRO-ARELLANO, I., Y E. MARCÉ-SANTA. 2005. *Peropteryx kappleri*. Pp. 167 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. México.
- CEBALLOS, G. 2005. Orden Carnívora. Pp. 348 in Los Mamíferos Silvestres de México

- (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. México.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN.** 2005. Lista sistemática de las especies. Pp. 73-95 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. México.
- CEBALLOS, G., Y A. GARCÍA.** 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forest in western México. *Conservation Biology* 9:1349–1353.
- CHÁVEZ, C., Y G. CEBALLOS.** 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27-44.
- CÍME-POOL, J. A., S. F. HERNÁNDEZ-BETANCOURT, R. C. BARRIENTOS, Y A. A. CASTRO-LUNA.** 2010. Diversidad de pequeños roedores en una selva baja caducifolia espinosa del noroeste de Yucatán, México. *Therya* 1:23-40.
- CITES.** 2009. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II y III. UNEP. Ginebra, Suiza.
- COLWELL, R. K.** 2006. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimate'S>.
- GARCÍA, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen . 4^a ed. México, Distrito Federal.
- GOTELLI, N. J., Y R. K. COLWELL.** 2011. Estimating species richness. Pp. 39-54 in *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment* (Magurran, A., y B. McGill, eds.). Oxford University Press, New York.
- GONZÁLEZ-MEDRANO, F.** 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología, México.
- GOODWIN, G. G.** 1969. Mammals from State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 141:1-269.
- HALL, R. E.** 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons, New York.
- HOWELL, S., Y S. WEBB.** 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, New York.
- IUCN (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA).** 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Suiza.
- JACKSON, D. A., K. M. SOMERS, Y H. H. HARVEY.** 1989. Similarity coefficients: measures of co-occurrence and association or simply measures of occurrence? *The American Naturalist* 133: 436-453.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., S. JIMÉNEZ MENDOZA, J. M. CANO, Y M. L. MUNGUIRA.** 2006. Comparing relative model fit of several species-accumulation functions to local Papilionoidea and Hesperioidea butterfly inventories of Mediterranean habitats. *Biodiversity and Conservation* 15:177–190.
- 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 Mastozoología* 9:6-20.
- LÓPEZ, J. A., C. LORENZO, F. BARRAGÁN, Y J. BOLAÑOS.** 2009. Mamíferos terrestres de la

- zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:491-505.
- LORENCE, D. H., Y A. GARCÍA-MENDOZA.** 1989. Oaxaca, México. PP 253-269 in floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation plus recomendation to the future (Cambell, D. G., y D. H. flammoud, eds.) New York Botanical Garden, New York.
- MAASS, J., P. BALVANERA, A. CASTILLO, G. C. DAILY, H. A. MOONEY, P. EHRLICH, M. QUESADA, A. MIRANDA, V. J. JARAMILLO, F. GARCÍA-OLIVA, A. MARTÍNEZ-YRIZAR, H. COTLER, J. LÓPEZ-BLANCO, A. PÉREZ-JIMÉNEZ, A. BÚRQUEZ, C. TINOCO, G. CEBALLOS, L. BARRAZA, R. AYALA, Y J. SARUKHÁN.** 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10:17. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art17/>
- MEDELLÍN, R. A., H. T. ARITA, Y O. SÁNCHEZ-H.** 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- MIRANDA, A.** 2002. Diversidad, historia natural, ecología y conservación de los mamíferos de Chamela. Pp. 359-377 in *Historia Natural de Chamela* (Noguera, F. A., J. H. Vera Rivera, A. N. García-Aldrete, y M. Quesada-Avendaño, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- OCHIAI, A.** 1957. Zoogeographic studies on the soleoid fishes found in Japan and its neighboring regions. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 22:526-530.
- OLGUÍN-MONROY, H. C., L. LEÓN PANIAGUA, U. MELO SAMPER-PALACIOS, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2008. Mastofauna de la región de los Chimalapas, Oaxaca, México. Pp. 165-216 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México II* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Publicaciones especiales, vol. II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- PÉREZ-GARCÍA, J., J. A. MEAVE, Y C. GALLARDO.** 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 56:19-88.
- REID, F. A.** 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, New York.
- RODRÍGUEZ, M. A., Y W. M. LEWIS, JR.** 1990. Diversity and species composition of fish communities of Orinoco floodplain lakes. *National Geographic Research* 6:319-328.
- ROHLF, F. J., Y R. R. SOKAL.** 1981. Comparing numerical taxonomic studies. *Systematic Zoology*, 30:459-490.
- ROMERO-ALMARAZ, M. L., A. AGUILAR-SETIÉN, Y C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ.** 2006. Murciélagos benéficos y vampiros. Características, importancia, rabia control y conservación. IMSS-AGT editor, S.A. México, Distrito Federal.
- SANTOS-MORENO, A., S. GARCÍA-OROZCO, Y E. E. PÉREZ-CRUZ.** 2010a. Records of bats from Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55:454-456.
- SANTOS-MORENO, A., E. RUIZ-VELÁSQUEZ, Y A. SÁNCHEZ MARTINES.** 2010b. Efecto de la intensidad del viento y de la intensidad de la luz lunar en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana*

de Biodiversidad 81:839-845.

- SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010. Protección ambiental-especies nativas de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, jueves 30 de diciembre de 2010, 2:1-78
- SOBERÓN, J., Y J. LLORENTE.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- STATSOFT.** 2001. STATISTICA (Data Analysis Software System and User's Manual). Version 6. StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma.
- TREJO, I., Y R. DIRZO.** 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Sometido: 15 de enero de 2011

Revisado: 30 de abril de 2011

Aceptado: 5 de agosto de 2011

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Lista de ejemplares colectados y depositados en Colección de Referencia de Mamíferos del Laboratorio de Ecología Animal del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional de México (ECOAN-MAM, número de catálogo entre paréntesis).

Balantiopteryx plicata. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (884 ECOAN-MAM). *Pteronotus davyi*. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (890 ECOAN-MAM). *Glyphonycteris sylvestris*. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, dos (885, 889 ECOAN-MAM). *Glossophaga soricina*. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (888 ECOAN-MAM); Paraje El Mirador. 2.2 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (891 ECOAN-MAM). *Artibeus intermedius*. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (886 ECOAN-MAM). *Artibeus jamaicensis*. Paraje Agua Tibia. 1.6 km N de Mena Nizanda, Juchitan, Oaxaca, 152 m, uno (887 ECOAN-MAM).

Tabla 1. Especies de mamíferos terrestres presentes en la región de Nizanda. Se muestra el estado de conservación de acuerdo a la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM: E = Probablemente extinta en el medio silvestre, P = Peligro de extinción, A = Amenazada, PR = Sujeta a protección especial). La Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN: EX = Extinta, CR = Críticamente en peligro, EN = En peligro, Vu = Vulnerable, NT = Cercanamente amenazado, LR = Menor riesgo, DD = Datos deficientes, NE = No evaluada). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES: I = Podrían ser extinguidas por el tráfico, II = Podrían extinguirse si no se controla el tráfico, III = Reguladas por algún socio del tratado). Registro de la especie por: A = Observación directa, B = Registro indirecto, C = Captura, D = Restos óseos, E = Registro publicado: 1 = Pérez-García *et al.* 2001, 2 = Goodwin, 1969. El tipo de vegetación en que se registró la especie: SBC = Selva baja caducifolia, BG = Bosque de galería, SMS = Selva mediana subperennifolia, Ecotono = Ecotono de bosque de galería y vegetación secundaria y el número de ejemplares registrados (N)

Categoría taxonómica	Estado de conservación			Vegetación					Registro	N
	NOM	IUCN	CITES	SBC	BG	SMS	Ecotono			
Orden Didelphimorphia Gill, 1872										
Familia Marmosidae										
Subamilia Marmosinae										
			LR			X		D		9
Familia Didelphidae Gray, 1821										
Subamilia Didelphinae Gray, 1821										
					X			A, B		1
				X				A, B		2
Orden Xenarthra Cope, 1889										
Familia Dasypodidae Gray, 1821										
Subamilia Dasypodinae Gray, 1821										
				X		X		A, D		3
Orden Primates Linneo 1758										
Familia Atelinae										
	P		II			X		E ¹		-
Orden Chiroptera Blumenbach, 1779										
Familia Emballonuridae Gervais, 1856										

continúa.... Categoría taxonómica	Estado de conservación			Vegetación					
	NOM	IUCN	CITES	SBC	BG	SMS	Ecotono	Registro	N
Subfamilia Emballonurinae Gervais, 1855									
<i>Balantiopteryx plicata</i> Peters, 1867						X		C, E ²	1
<i>Peropteryx kappleri</i> Peters, 1867*	Pr					X		A, C	3
Familia Mormoopidae Koch, 1862-63									
<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838					X			A, C	1
Familia Phyllostomidae Gray, 1825									
Subfamilia Micronycterinae									
<i>Cliphonycteris sylvestris</i>				X		X		C	2
Subfamilia Phyllostominae									
<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)		LR		X	X	X	X	A, C	77
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)				X				C	2
<i>Artibeus intermedius</i> J. A. Allen, 1897					X	X	X	C	34
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821					X		X	C	52
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)							X	C	3
<i>Carollia sowelli</i> Baker, Solary & Hoffmann, 2002					X			C	2
Familia Vespertilionidae Gray, 1821									
Subfamilia Vespertilioninae Gray, 1821									
<i>Myotis</i> sp. Kaup, 1829						X		C	1
Orden Carnivora Bowdich, 1821									
Familia Canidae G. Fischer, 1817									
<i>Canis latrans</i> Say, 1823				X	X		X	B	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)				X	X		X	A, B	14
Familia Felidae G. Fischer, 1817									
Subfamilia Felinae G. Fischer, 1817									
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	P		I			X		A	2
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)			III	X				B	2
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)				X				B	1
Familia Mustelidae G. Fischer, 1817									
Subfamilia Mustelinae									
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	P	EN	III			X		B	1
Familia Mephitidae									
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)				X				B	1
<i>Mephitis macroura</i> Linchtenstein, 1832				X				B	1
<i>Spilogale gracilis</i> Merriam, 1890				X				B	2
Familia Procyonidae Gray, 1825									
Subfamilia Procyoninae									
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)				X		X		A, B	2
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)			III		X	X		A, B	4
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)					X			A, B	2

continúa...	Estado de conservación			Vegetación						
	NOM	IUCN	CITES	SBC	BG	SMS	Ecotono	Registro	N	
Orden Artiodactyla Owen, 1841										
Familia Tayassuidae Palmer, 1897										
<i>Tayassu tajacu</i> (Linnaeus, 1758)			II	X				D, E2	-	
Orden Rodentia Bowdich, 1821										
Familia Sciuridae Hemprich, 1820										
Subfamilia Siurinae										
<i>Sciurus aureogaster</i> F., 1829				X		X		A	9	
Familia Heteromyidae Gray, 1868										
Subfamilia Heteromyinae										
<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)				X				C	5	
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)				X				C, E2	25	
Familia Muridae Illiger, 1815										
Subfamilia Sigmodontinae										
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)						X		D, E2	3	
<i>Neotoma mexicana</i> Baird, 1855						X		D	1	
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)						X		D	1	
<i>Peromyscus aztecus</i> (Saussure, 1860)				X				D	1	
<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)						X		D	1	
<i>Sigmodon hispidus</i> Say & Ord, 1825						X		D, E2	32	
Orden Lagomorpha Brandt, 1855										
Familia Leporidae G. Fischer, 1817										
Subamilia Leporinae										
1848) <i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse,		LR		X				B	1	
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)				X				B	1	

Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

Cristian Cornejo-Latorre¹, Alberto E. Rojas-Martínez, Melany Aguilar-López y Luis Gabriel Juárez-Castillo

Abstract

We give information on the seasonal abundance of herbivorous bats and their plant food resources in Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Two types of vegetation were studied: crasicaule shrub of *Isolatocereus dumortieri* and tropical deciduous forest. We identified eight species of herbivorous bats that inhabit the Barranca de Metztitlán. Three species of nectar-feeding bats (*Leptonycteris yerbabuena*, *Choeronycteris mexicana*, *Glossophaga soricina*) and one frugivore (*Sturnira ludovici*) were common in the crasicaule scrub and tropical deciduous forest. Four frugivores (*Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *A. aztecus* and *Sturnira lilium*) were associated only with tropical deciduous forest. At landscape level, we have identified 28 species of chiropterophilous plants that provide food (flowers and fruits) for bats throughout the year. Annually the greatest abundance of bats coincided with the highest chiropterophilous resources abundance. And at local level, we found a positive and significant relationship between the abundance of the pollinator's bats and the productivity of flowers from the giant cacti *Isolatocereus dumortieri*.

Key words: bats, biosphere reserve, chiropterological resources, fluctuation, Hidalgo, Metztitlán.

Resumen

Se presenta información sobre la abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y sus recursos alimenticios en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Se estudiaron dos tipos de vegetación: matorral crasicaule de la cactácea columnar *Isolatocereus dumortieri* y el bosque tropical caducifolio. Se identificaron ocho especies de murciélagos herbívoros que habitan la Barranca de Metztitlán. Tres especies

¹Laboratorio de Ecología de Poblaciones. Centro de Investigaciones Biológicas. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo km. 4.5 s/n, Ciudad Universitaria, Mineral de la Reforma, Hidalgo, CP 42184.
E-mail: crisclat_ale@yahoo.com.mx (CCL), arojasmartinez@yahoo.com.mx (AERM), melanyloag@yahoo.com.mx (MAL), juarezcas@yahoo.com.mx (LGJC)

nectarívoras (*Leptonycteris yerbabuena*, *Choeronycteris mexicana*, *Glossophaga soricina*) y una frugívora (*Sturnira ludovici*) fueron las más comunes en los matorrales crasicaules y los bosques tropicales caducifolios. Cuatro frugívoras (*Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *A. aztecus* y *Sturnira lilium*) se encontraron asociadas únicamente al bosque tropical caducifolio. A nivel paisaje, fueron identificadas 28 especies de plantas quiropterófilas que proporcionan alimento (flores y/o frutos) a los murciélagos todo el año. La mayor abundancia de murciélagos coincidió con la mayor disponibilidad de recursos quiropterófilos. A nivel local, se encontró una relación positiva y significativa entre la abundancia de murciélagos polinizadores y la productividad de flores de *I. dumortieri*.

Palabras clave: fluctuación, Hidalgo, Metztitlán, murciélagos, recursos quiropterófilos, Reserva de la Biosfera.

Introducción

Las interacciones entre los murciélagos herbívoros (*i.e.* que se alimentan de néctar, polen, frutas y/u otros tejidos florales) y las plantas que consumen son muy importantes para la regeneración, el mantenimiento, la diversificación y la estabilidad de la vegetación de diferentes ecosistemas (Heithaus 1982; Fleming y Sosa 1994; Valiente-Banuet *et al.* 1996; Stoner *et al.* 2003). La calidad, la cantidad y la diversidad de los recursos alimenticios que proporcionan las plantas a los murciélagos, afectan directamente su riqueza biológica y su abundancia a nivel regional y local (Fleming 1982). Este tipo de interacciones han sido ampliamente estudiadas y documentadas en ambientes tropicales húmedos y recientemente también en las zonas áridas y semiáridas de México (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Fleming y Valiente-Banuet 2002). En estos ambientes, los murciélagos son polinizadores específicos y dispersores legítimos de varias especies de agaves, cactáceas columnares y árboles tropicales (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Fleming y Valiente-Banuet 2002; Stoner *et al.* 2003; Rocha *et al.* 2005).

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM) es la más importante del estado de Hidalgo (con una extensión de 96 km²) y protege principalmente ecosistemas semiáridos dominados fisiológicamente y estructuralmente por cactáceas columnares (*Isolatocereus dumortieri*, *Stenocereus marginatus*, *Cephalocereus senilis*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Neobuxbaumia polylopha*) y agaves (*Agave celsi*, *A. hidalguensis*, *A. xylonacantha*, *A. striata*, *A. lechiguilla*, *A. salmiana*, entre otras; CONANP 2003; Rocha *et al.* 2005). En la RBBM se ha comprobado que los murciélagos nectarívoros interactúan de manera importante con los agaves, los cuales producen floraciones masivas que atraen a los polinizadores y tienen un efecto substancialmente positivo sobre el éxito reproductivo de estas plantas (Rocha *et al.* 2005). Sin embargo, aún se desconoce de manera general, cuales son las especies de murciélagos herbívoros que interactúan con otras plantas quiropterófilas y cuál es la relación espacio-temporal entre los murciélagos herbívoros y las plantas que les proporcionan alimento. Esta información es importante porque las variaciones espacio-temporales de los recursos alimenticios afectan a los murciélagos, tanto a nivel individual como poblacional (Fleming 2005). Un factor importante que afecta el comportamiento de forrajeo de los murciélagos dentro de un área es la estacionalidad de la zona, debido a que influye en la abundancia y distribución

de estos animales (Tschapka 2004). Por lo tanto, los cambios en la fenología floral de las plantas determinan las fluctuaciones poblacionales y pueden inducir cambios en la dieta de los murciélagos herbívoros (Fleming 1982; Tschapka 2004, 2005). Al mismo tiempo, la polinización y dispersión de semillas por murciélagos es esencial para el flujo genético dentro y entre las poblaciones de plantas, en especial para aquellas que se encuentran amenazadas como *Cephalocereus senilis* y *Agave peacocki* (SEMARNAT 2010; CONANP 2003) y es también un prerequisite para que se lleven a cabo los procesos de reforestación en las comunidades vegetales (Tschapka 2004).

El presente estudio tiene como propósito determinar la fluctuación de la abundancia de los murciélagos herbívoros de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), con relación a los recursos florales y frutales que ofrecen los matorrales crasicauales y el bosque tropical caducifolio a lo largo del año.

Material y métodos

Área de estudio

La RBBM se localiza en la región centro-este del estado de Hidalgo (19.5977, 21.4166 N y -97.9575, -99.8641 O). Tiene una variación altitudinal de 1000 a 2300 msnm y una superficie de 96,043 ha (CONANP 2003). Se trata de una zona semiárida con topografía accidentada, la cual se encuentra relacionada históricamente con el desierto Chihuahuense y representa la porción más intertropical de este sistema (Axelrod 1983). La vegetación en la reserva es diversa (matorral crasicauale, matorral submontano, bosque tropical caducifolio, bosque templado, pastizal y vegetación riparia; CONANP 2003), y los tipos de vegetación que ocupan la mayor extensión dentro de la misma son el matorral crasicauale de *Isolatocereus dumortieri* (con 41.51%) y los bosques tropicales caducifolios (con 3.4%; CONANP 2003). Estos tipos de vegetación han sido señalados como importantes para el mantenimiento de los murciélagos herbívoros en otras regiones semiáridas de México (Rojas-Martínez et al. 1999; Stoner 2002; Peñalba et al. 2006).

El matorral crasicauale en la reserva de Metztitlán se caracteriza por la dominancia fisonómica de las cactáceas gigantes: *Isolatocereus dumortieri*, *Cephalocereus senilis*, *Neobuxbaumia polylopha*, *Stenocereus marginatus* y *Myrtillocactus geometrizans*; además están presentes las especies: *Yucca filifera*, *Prosopis laevigata*, *Plumeria rubra*, *Karwinskia humboldtiana*, *Celtis pallida*, *Senna pringlei*, *Bursera schaffneri* y *Acacia subangulata*. Sobre las laderas escarpadas se pueden observar diferentes agregaciones de los agaves: *Agave celsi*, *A. filifera*, *A. gransdentata*, *A. hidalguensis*, *A. kerchovei*, *A. lechuguilla*, *A. macroacanta* y *A. xylonacantha* (CONANP 2003).

El bosque tropical caducifolio se caracteriza por presentar árboles de baja altura, con un promedio de 8 a 12 m. Los árboles suelen estar muy ramificados y tienen las copas más anchas que altas. El carácter fenológico estacional es muy acentuado en este bosque. En el estrato arbóreo se presentan las especies *Bursera morelensis*, la cual predomina en este bosque dentro de la RBBM, acompañada de *Prosopis leviagata*, en la parte baja de los cerros; también están presentes especies como *Opuntia* sp., *Myrtillocactus geometrizans*, *Isolatocereus dumortieri*, *Cephalocereus senilis*, *Colubrina ehrenbergii*, *Pseudosmodingium andrieuxii* y *Acacia subangulata* (CONANP 2003).

Trabajo de campo

Se realizaron 12 salidas cada 45 días aproximadamente, durante dos años (abril de 2003 a marzo de 2005). Se muestrearon dos tipos predominantes de vegetación; el matorral crasicaule en Jilotla, Chilaco y Almolón, y el bosque tropical caducifolio en Aguacatitla y San Pablo Tetlapayac (Fig. 1). En cada localidad se instalaron cuatro redes de niebla entre la vegetación a nivel de suelo (dos de 18 m, una de 9 m y una de 6 m de largo; equivalentes a 51 m/red), durante dos noches consecutivas y permanecieron abiertas desde las 1900 h hasta las 0600 h, y fueron revisadas al menos cada 30 minutos.

Los murciélagos capturados fueron identificados a nivel de especie (Medellín *et al.* 1997), agrupados por estación del año, localidad y por tipo de vegetación (matorral crasicaule y bosque tropical caducifolio).

La información obtenida fue analizada considerando el esfuerzo de captura y el número total de murciélagos en cada tipo de vegetación ([individuos/metros red* horas de muestreo] * 1000; Medellín 1993), expresado como la abundancia relativa de cada especie.

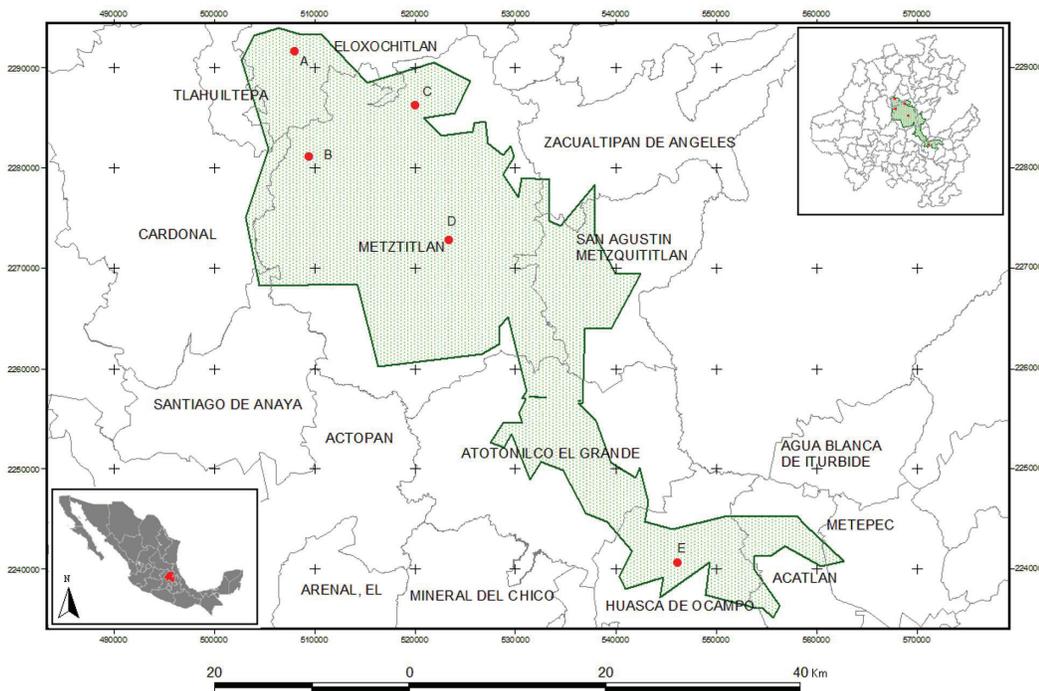


Figura 1. Ubicación de las localidades de trabajo en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Con un punto rojo se señalan las localidades de colecta. A) Almolón, B) San Pablo Tetlapayac, C) Chilaco, D) Jilotla y E) Aguacatitla.

Productividad de flores y frutos y abundancia de murciélagos

Las flores y los frutos son recursos efímeros en el espacio y en el tiempo, por lo que los murciélagos que se alimentan de ellos responden a su abundancia a nivel geográfico y estacional buscando activamente estos recursos (Fleming 1982). Si lo anterior es correcto, a nivel local la abundancia de recursos florales debe estar directamente relacionada con el número de capturas de murciélagos que se están alimentando en el lugar.

Para analizar si la abundancia de recursos a nivel regional determina el número de especies y la abundancia de murciélagos durante el año, se analizó la lista florística de la reserva (CONANP 2003; Rocha *et al.* 2005). Se determinaron las especies vegetales

que han sido citadas previamente como productoras de recursos quiropterófilos (flores polinizadas por murciélagos) o quiropterocóricos (fruta consumida por murciélagos) descritos para la alimentación de los murciélagos herbívoros (*sensu* Van der Pijl 1982; Valiente-Banuet et al. 1996; Rojas-Martínez et al. 1999; Rojas-Martínez et al. 2004) y se verificó su presencia (flores y/o frutos) en las localidades muestreadas. Adicionalmente, cada mes se registró la floración y/o fructificación observada en el campo sobre las plantas elegidas, misma que fue complementada bibliográficamente con la literatura disponible sobre la fenología floral de las especies (Gentry 1982; Rojas-Martínez et al. 2004; Rocha et al. 2005).

De acuerdo con la fenología floral, los recursos (número de especies quiropterófilas) fueron agrupados por estaciones del año (invierno, de enero a marzo; primavera, de abril a junio; verano, de julio a septiembre y otoño, de octubre a diciembre), asumiendo que el número de especies en floración, es un indicativo de la abundancia de recursos disponibles por temporada (*sensu* Rojas-Martínez et al. 1999; Rojas-Martínez et al. 2004).

Para probar la hipótesis nula de que el número de especies en floración y/o fructificación en las cuatro estaciones son homogéneos, se realizó una prueba de X^2 (número de especies reproductivas contra estación del año). El incumplimiento de la hipótesis nula indica que el número de especies en floración es diferencial y no florecen de manera homogénea a través del año; por lo tanto, las fluctuaciones en la abundancia de los murciélagos pueden explicarse por este factor.

Para determinar si la productividad de los recursos alimenticios explica la abundancia de murciélagos herbívoros a nivel local, se relacionó la abundancia de capturas con la productividad de la vegetación. Se eligió el matorral crasicaule dominado por la cactácea columnar *Isolatocereus dumortieri*, debido a que las flores y la fruta de esta planta son abundantes, se ajustan bien a las descritas para la alimentación de murciélagos (*sensu* Van der Pijl 1982; Valiente-Banuet et al. 1996) y resulta relativamente fácil contar el número de flores y frutos que están disponibles cada noche. El muestreo se realizó en las afueras de la localidad de Jilotla; allí se establecieron tres cuadrantes fijos de mil metros cuadrados cada uno (20 x 50 m), en ellos se marcaron las plantas que producen recursos quiropterófilos y se determinó el número de flores y frutos que se produjeron cada noche en el sitio. Dos noches consecutivas cada mes, se colocaron cuatro redes de niebla (51 metros/red) intercaladas entre los cuadrantes de vegetación, para relacionar la abundancia de alimento, expresado en términos de las flores y frutos que estuvieron disponibles cada noche y los murciélagos que se capturaron en el sitio en ese mismo tiempo. Con los datos obtenidos, se determinó la producción diaria de flores y frutos en los 3000 m² del matorral crasicaule de *I. dumortieri* (número de flores y frutos/ ha).

Pará analizar la relación entre la productividad de recursos alimenticios y la abundancia de los murciélagos nectarívoros, se aplicó una prueba de regresión lineal simple a los datos de captura del murciélago obtenidos en la localidad de Jilotla, con relación al número de flores y frutos producidos por *I. dumortieri* en 3,000 m² cada noche, considerando las noches como independientes entre sí, debido a que las flores de esta planta abren una sola noche y los frutos expulsan su contenido al madurar, por lo tanto los recursos disponibles cada noche son distintos. La relación positiva entre las dos variables puede significar que la abundancia de murciélagos depende directamente de

la cantidad de recursos disponibles cada noche en el matorral crasicaule de *I. dumortieri* muestreado en Jilotla. El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft 1995).

Resultados

Con un esfuerzo de captura de 10,530 horas/red en dos tipos de vegetación (bosque tropical caducifolio y matorral crasicaule) se capturaron un total de 95 murciélagos frugívoros y nectarívoros que pertenecen a cinco géneros y a ocho especies de la familia Phyllostomidae. Las especies citadas constituyen el 40% del total de las especies de murciélagos reportadas para la RBBM (CONANP 2003; Tabla 1).

Tabla 1. Especies de murciélagos herbívoros capturadas en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo y su porcentaje de captura. Los gremios alimenticios registrados fueron: nectarívoros (N) y frugívoros (F). Los tipos de vegetación donde se realizaron las capturas fueron: matorral crasicaule de *Isolatocereus dumortieri* (MCR) y bosque tropical caducifolio (BTC).

Especies capturadas	Gremio	% de captura	Tipo de vegetación
<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	N	44.21%	MCR, BTC
<i>Choeronycteris mexicana</i>	N	7.36%	MCR, BTC
<i>Glossophaga soricina</i>	N	13.68%	MCR, BTC
<i>Artibeus jamaicensis</i>	F	1.10%	BTC
<i>Artibeus lituratus</i>	F	6.30%	BTC
<i>Artibeus aztecus</i>	F	2.10%	BTC
<i>Sturnira lilium</i>	F	6.31%	BTC
<i>Sturnira ludovici</i>	F	18.94%	MCR, BTC

En el bosque tropical caducifolio se registraron las ocho especies, mientras que en el matorral crasicaule fueron cuatro las capturadas (Tabla 1). En ambos tipos de vegetación, las especies más abundantes fueron el murciélago nectarívoro *Leptonycteris yerbabuena*, considerado como amenazado (SEMARNAT 2010), el murciélago frugívoro *Sturnira ludovici* y el nectarívoro *Glossophaga soricina*, seguidas de *Choeronycteris mexicana* (nectarívora) y *S. lilium* (frugívora; Tabla 1). Los murciélagos frugívoros del género *Artibeus* (*A. lituratus*, *A. aztecus* y *A. jamaicensis*) fueron las especies con la abundancia relativa más baja (Fig. 2). La mayor abundancia relativa de los murciélagos nectarívoros y frugívoros se registró durante la primavera. En el verano e invierno la abundancia fue similar e intermedia, mientras en el otoño se registró la menor abundancia relativa de los murciélagos herbívoros (Fig. 3).

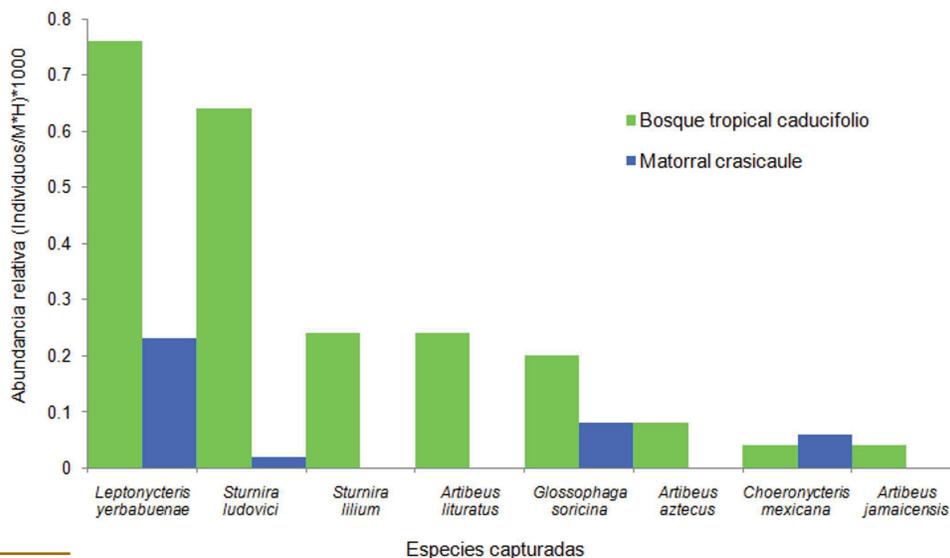
Lista y análisis fenológico de las plantas quiropterófilas presentes en la RBBM

Se registraron 28 especies de plantas quiropterófilas que forman parte de la alimentación de los murciélagos herbívoros de la RBBM (Tabla 2).

A nivel paisaje, los recursos quiropterófilos están disponibles todos los meses del año. En los matorrales crasicaules, seis especies de cactáceas columnares proporcionan recursos alimenticios durante la primavera y el verano (Tabla 2). En el bosque tropical caducifolio cuatro especies de árboles tropicales florecen durante la primavera y cinco especies se restringen a la época de otoño-invierno, además de la cactácea trepadora *Hylocereus undatus*. Las doce especies de agaves (*Agave celsii*, *A. difformis*, *A. filifera*,

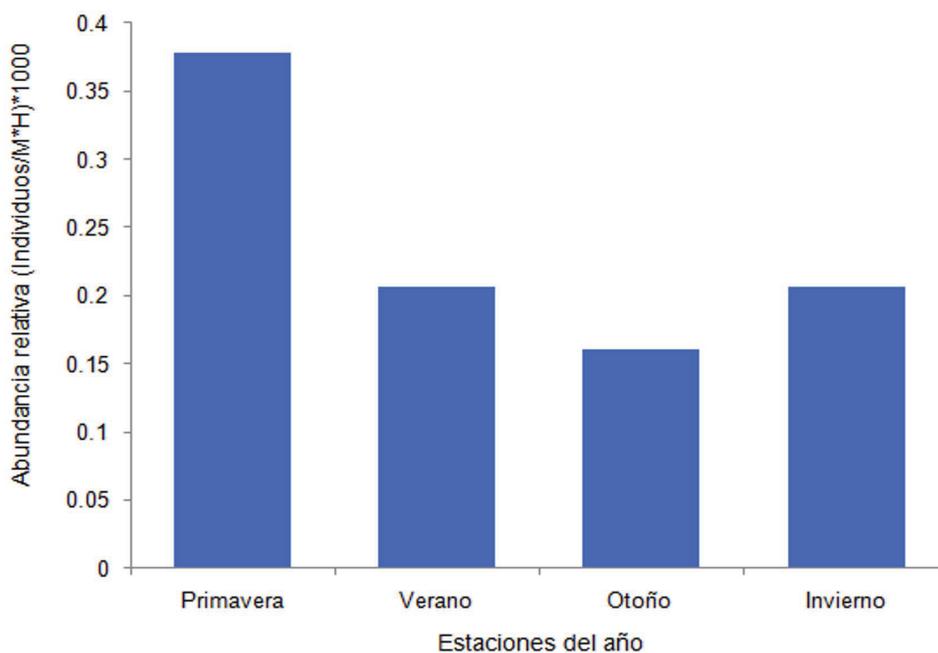
A. grandidentata, *A. hidalguensis*, *A. kerchovei*, *A. lechuguilla*, *A. macroacantha*, *A. peacockii*, *A. salmiana*, *A. striata* y *A. xylonacantha*), que se presentan en ambos tipos de vegetación, en conjunto también presentan una fenología de floración que se complementa en el tiempo.

Figura 2. Abundancia relativa de las especies de murciélagos herbívoros capturadas en el matorral crasicaule y el bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. La abundancia relativa de cada especie se expresa considerando el esfuerzo de captura y el número total de murciélagos en cada tipo de vegetación ([individuos/metros red* horas de muestreo] * 1000).



El análisis de la fenología floral de las especies quiropterófilas a nivel temporal mostró que la floración y/o fructificación provee de recursos alimenticios continuos a lo largo del año, mismos que se agrupan marcadamente en los meses de verano, primavera e invierno. En las cuatro estaciones del año se observa una marcada heterogeneidad en la disponibilidad de los recursos ($X^2 = 4.13$, $P < 0.05$, $gl = 3$).

Figura 3. Abundancia relativa del conjunto de especies de murciélagos herbívoros durante la primavera, verano, otoño e invierno en el matorral crasicaule y el bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. La abundancia relativa estacional se expresa considerando el esfuerzo de captura y el número total de murciélagos en cada tipo de vegetación ([individuos/metros red* horas de muestreo] * 1000).



Productividad quiropterófila y abundancia de murciélagos

El bosque tropical caducifolio fue más productivo durante la época de verano-otoño y en general produjo recursos todo el año, mientras que los matorrales crasicaules no ofrecieron recursos en esta época (Tabla 2).

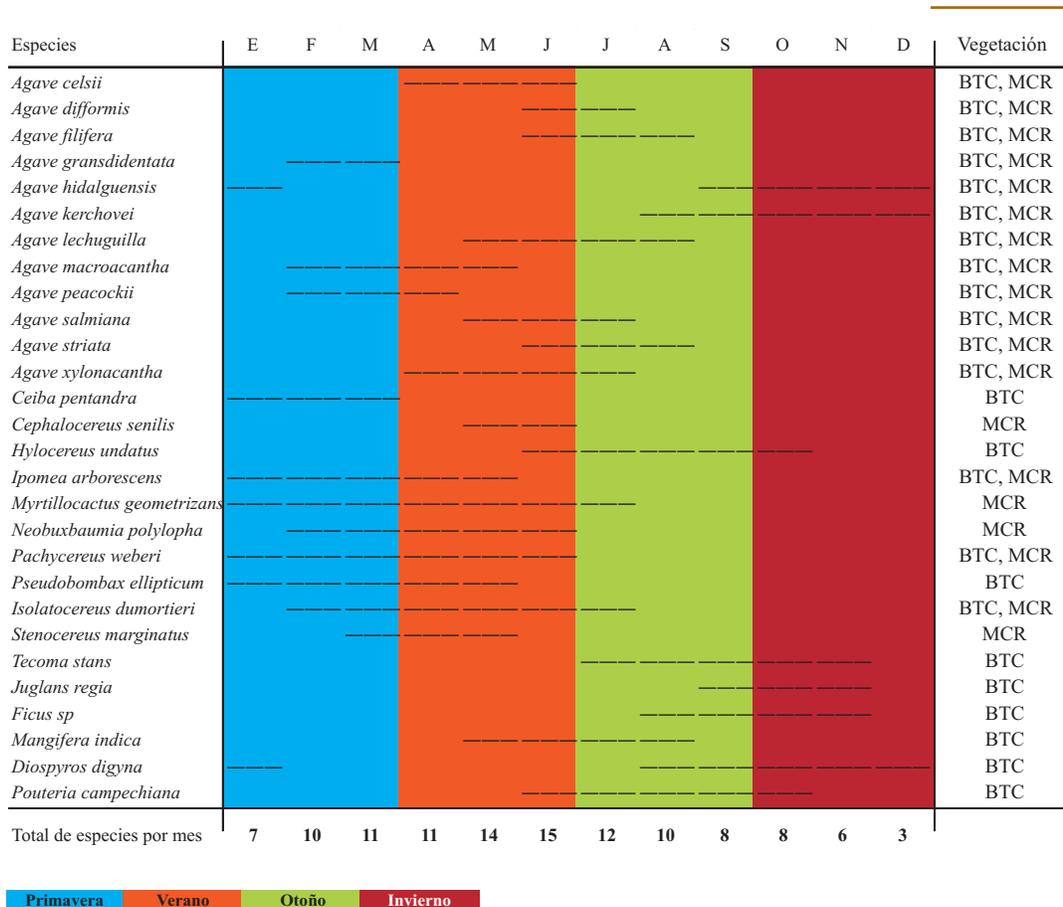
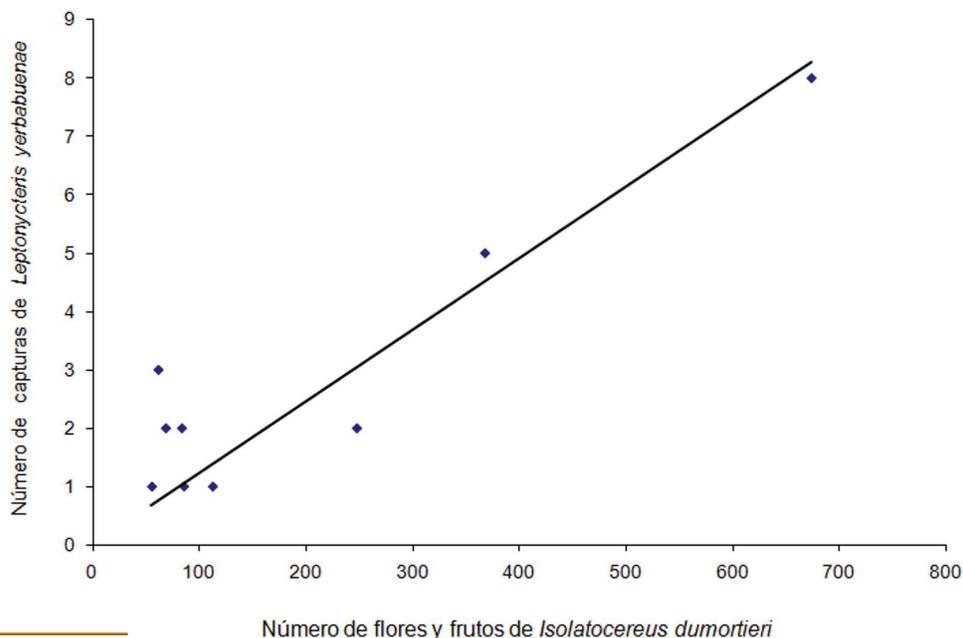


Tabla 2. Fenograma de la floración y fructificación a través del año (2004-2005) de las 28 especies de plantas quiropterófilas registradas en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. Los tipos de vegetación donde se registraron las plantas quiropterófilas fueron: matorral crasicaule (MCR) y bosque tropical caducifolio (BTC).

En la temporada de primavera-verano, la productividad diaria de flores y fruta por hectárea fue abundante en el matorral crasicaule de *Isolatocereus dumortieri*, donde existen densidades de 250 individuos reproductivos/ha, con una producción de flores estimada de 1,259 día/ha y 2,110 frutos día/ha.

En el matorral crasicaule fueron capturadas tres especies de murciélagos nectarívoros (*L. yerbabuena*, *G. soricina* y *C. mexicana*) forrajeando con el rostro cubierto de polen de *I. dumortieri*. Debido a que 86 % de los murciélagos capturados en el matorral crasicaule pertenecieron a la especie *L. yerbabuena* (25 individuos), aplicamos la regresión lineal simple sólo a los datos de captura de esta especie con relación a la productividad floral y la abundancia de frutos en el matorral crasicaule de *I. dumortieri*. La regresión lineal resultó positiva y significativa (pendiente = 0.9237, $t = 6.38$, $R^2 = 0.8324$, $F = 40.743$, $P < 0.00037$; Fig. 4). Lo anterior fue interpretado como evidencia de que los recursos quiropterófilos que proporciona *I. dumortieri* atraen a los murciélagos polinizadores de manera proporcional a su abundancia nocturna y estacional.

Figura 4. Relación entre el número de capturas de *Leptonycteris yerbabuena* y el número de flores y frutos de *Isolatocereus dumortieri* por noche, en la localidad de Jilotla de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Los valores de regresión lineal simple indican que 83% de las capturas observadas pueden explicarse por la abundancia de recursos quiropterófilos producidos cada noche.



Discusión

En la RBBM la presencia de los murciélagos herbívoros ocurre durante todo el año. Sin embargo, su abundancia y riqueza es marcadamente estacional, con la mayor abundancia relativa durante las estaciones de primavera, verano e invierno. La variación deducida del número de registros de las especies de murciélagos capturadas se ajusta al patrón estructural característico de las comunidades de murciélagos tropicales, donde pocas especies son abundantes y muchas son escasas (Heithaus *et al.* 1975; Medellín 1993; Kalko 1998; Chávez y Ceballos 2001). La mayor riqueza y abundancia de murciélagos herbívoros ocurrió en el bosque tropical caducifolio. Lo anterior puede explicarse porque en este ambiente la disponibilidad de los recursos vegetales quiropterófilos es más estable (Borchert *et al.* 2004) y se presentan de manera continua a través del año. Además, ahí se desarrollan varias especies de árboles tropicales (*Tecoma stans*, *Juglans regia*, *Ficus sp.*, *Mangifera indica*, *Diospyros digyna* y *Pouteria campechiana*) que proporcionan alimento a los murciélagos frugívoros. En contraste, en el matorral crasicaule la producción de recursos florales y frutales es marcadamente estacional, presentándose sólo durante la temporada de primavera y verano. Sin embargo, los recursos alimenticios ofertados en este ambiente (flores y frutos) son muy abundantes y atraen principalmente a los murciélagos nectarívoros (*Leptonycteris yerbabuena*, *Glossophaga soricina* y *Choeronycteris mexicana*), aunque los frutos de los cactus columnares también pueden ser consumidos por el murciélago frugívoro *Sturnira ludovici*. El patrón observado coincide con lo reportado en otros ambientes con características similares, como el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, donde en general se observa que las selvas bajas caducifolias presentan una mayor riqueza y abundancia de murciélagos nectarívoros y frugívoros a través del año, con relación a los matorrales crasicaules (Rojas-Martínez *et al.* 2004).

La variación temporal de la abundancia de los murciélagos herbívoros es una

consecuencia directa de la disponibilidad de los recursos alimenticios, aunque otros factores como la estacionalidad climática deben tomarse en cuenta. Las respuestas mayormente documentadas en la literatura incluyen; la migración, el uso estacional del ambiente y el cambio en la dieta (Bonaccorso 1979; Dinnerstein 1986; Ceballos *et al.* 1997). En este caso, a nivel paisaje la variación observada en las abundancias relativas de los murciélagos de la RBBM, coincidió con los cambios en la disponibilidad de los recursos alimenticios. Los murciélagos son más abundantes durante la primavera, el verano y el invierno, lo cual coincide con el mayor número de especies vegetales que proporcionan los recursos; mientras que durante el otoño los murciélagos herbívoros registraron la abundancia relativa más baja y las plantas quiropterófilas en floración disminuyeron. Debido a lo anterior, se puede suponer que los murciélagos cambian de hábitat; del bosque tropical caducifolio y el matorral crasicaule de la reserva, a lugares desconocidos, con mayor abundancia de recursos para sus necesidades de alimentación y reproducción, como ha sido observado en otras regiones (Fleming 1982). Algunos estudios en la selva subtropical de Manantlán, Jalisco-Colima (Iñiguez-Dávalos 1993), en las selva bajas caducifolias de Chamela-Cuixmala, Jalisco (Stoner 2002) y en los matorrales crasicaules y selvas bajas caducifolias del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca (Rojas-Martínez *et al.* 2004) documentan una variación estacional en la abundancia de murciélagos frugívoros y nectarívoros, con máximos de abundancia relativa que coinciden con la mayor disponibilidad de recursos en cada región.

La mayoría de las plantas registradas fueron agaves (43%), lo cual representa el 40% del total de las especies del subgénero *Agave* registradas para el estado de Hidalgo (Villavicencio *et al.* 1998). Las doce especies de agaves analizadas muestran una complementariedad fenológica, que resulta del desfaseamiento de sus floraciones y permite que ofrezcan recursos a los murciélagos polinizadores durante todo el año (Rocha *et al.* 2005); por otra parte, se conoce que los polinizadores más importantes de los agaves en la región son los murciélagos nectarívoros *L. yerbabuena*, *C. mexicana* y *G. soricina* (Rocha *et al.* 2005). Las floraciones de los agaves son un recurso alimenticio fundamental porque producen grandes cantidades de néctar y polen durante la temporada de reproducción de los murciélagos nectarívoros (Álvarez y González-Quintero 1970). Por otra parte, las especies de cactus columnares proporcionan néctar, polen y fruta de consistencia suave, especialmente a los murciélagos glosófagos que son consumidores activos de estos frutos (Valiente-Banuet *et al.* 1996), pero también pueden ser consumidos por otras especies de murciélagos frugívoros, como *S. ludovici* y probablemente de los del género *Artibeus*. Además, para varias cactáceas la dispersión de sus semillas podría depender en gran medida de estos murciélagos (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Godínez-Álvarez y Valiente-Banuet 2000). En la RBBM, las cactáceas columnares podrían ser polinizadas principalmente por los murciélagos nectarívoros *L. yerbabuena*, *C. mexicana* y *G. soricina*, como ocurre en otros ambientes semiáridos de América (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Fleming y Valiente-Banuet 2002; Stoner *et al.* 2003) y sus frutos consumidos por los murciélagos *L. yerbabuena*, *C. mexicana*, *G. soricina*, *S. ludovici*, *S. lilium* y ocasionalmente por algunas especies del género *Artibeus* (Arizmendi *et al.* 2002).

A nivel local, la producción de los recursos alimenticios producidos por la cactácea columnar *I. dumortieri* fue alta. Esta cactácea presentó densidades de 250 individuos

reproductivos/ha, con una producción diaria de 1259 flores/ha y de 2110 frutos/ha, cantidades muy superiores a la producción que se ha estimado en la región norte de la distribución de los murciélagos nectarívoros, en el desierto Sonorense (0.11 l/ha/día de néctar; Horner *et al.* 1998). Lo anterior, fue interpretado como evidencia de que la vegetación del matorral crasicaule de *I. dumortieri* tiene una alta capacidad de carga para sostener a los murciélagos nectarívoros que la habitan estacionalmente.

Adicionalmente, la regresión lineal simple resultó significativa (pendiente = 0.9237, $t = 6.38$, $R^2 = 0.8324$, $F = 40.743$, $P < 0.00037$), lo cual sugiere que la abundancia estacional de *L. yerbabuena* en los matorrales crasicaules, puede estar determinada por la cantidad de recursos (flores y frutos) ofrecidos por la cactácea *Isolatocereus dumortieri* durante su periodo de floración. Esta situación es similar a lo observado en otros ambientes con la presencia de floraciones abundantes de cactus columnares (*Neobuxbaumia tetetzo*; Rojas-Martínez *et al.* 1999). En estos ambientes *L. yerbabuena* se alimenta de recursos con floración explosiva, realizando movimientos hacia sitios donde la concentración del alimento por unidad de área es alto (Horner *et al.* 1998; Rojas-Martínez *et al.* 2004). Lo anterior es una prueba de la estrecha relación y de la dependencia de este murciélago y seguramente de las otras especies herbívoras, con relación a los recursos alimenticios vegetales, que son capaces de regular la abundancia de las poblaciones de murciélagos a nivel local y que probablemente influyen en otros aspectos de su dinámica poblacional, tales como la reproducción, fisiología y patrones de forrajeo (Heithaus 1982; Valiente-Banuet *et al.* 1996; Horner *et al.* 1998).

Los murciélagos que se alimentan de flores y frutos han sido señalados ampliamente por que sus hábitos alimenticios tienen un considerable impacto en la estructura de la vegetación que habitan. Polinizan de manera efectiva a las flores que visitan y dispersan amplia y efectivamente las semillas de los frutos que consumen (Heithaus 1982). Aunque no existen trabajos que tengan como propósito medir el impacto del forrajeo de los murciélagos sobre la estructura de la vegetación, es evidente que sin ellos la estructura cambiaría. Por ejemplo, desaparecerían plantas que son polinizadas exclusivamente por estos animales y la dispersión de otras entraría en crisis.

Dos especies de murciélagos nectarívoros que habitan en la reserva han sido incluidas dentro de las especies consideradas en peligro en los Estados Unidos de América y amenazadas en México (*L. yerbabuena* y *C. mexicana*; USFWS 1986; SEMARNAT 2010). Además dos especies de plantas endémicas y amenazadas son polinizadas y/o dispersadas por los murciélagos herbívoros que habitan en la Barranca de Metztitlán (*Agave peacockii* y *Cephalocereus senilis*). Por lo tanto, es importante promover medidas de conservación integrales basadas en un enfoque a nivel del ecosistema que permita la conservación de grandes grupos de especies mutualistas (*i.e.* agaves, cactáceas columnares y murciélagos herbívoros) más que la conservación de ciertas especies en particular (Valiente-Banuet 2002). En adición a lo anterior, los planes de manejo de las reservas no consideran la preservación de las interacciones mutualistas que se establecen entre los animales y las plantas, mismas que en la mayoría de los casos son desconocidas e involucran a especies de plantas y animales consideradas bajo algún grado de amenaza de conservación.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó con la infraestructura del Laboratorio de Ecología de Poblaciones (Sección Mamíferos) del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con el financiamiento de los proyectos; “Apoyos Complementarios a Proyectos de Investigación Científica”. CONACYT-52728 Q y “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo”, FOMIX-HGO-2008-01-95828 (segunda fase). Agradecemos a: J. A. Soriano Sánchez, O. García Vera, S. D. Hernández Flores, V. Escorcia Maldonado y J. Cruz Hernández, por su ayuda en campo. Al personal de la Barranca de Metztitlán por su apoyo, particularmente a M. E. Mendiola González y a M. Sánchez. Al Sr. A. López Morales y a su esposa G. Pérez Salazar, por su amistad y atenciones brindadas. Finalmente, agradecemos a dos revisores anónimos por sus valiosas sugerencias y comentarios para mejorar este trabajo.

Referencias

- ÁLVAREZ, T., y L. GONZÁLEZ-QUINTERO.** 1970. Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 18:137-165.
- ARIZMENDI, C., A. VALIENTE-BANUET, y A. ROJAS-MARTÍNEZ.** 2002. Columnar cacti and the diets of nectar feeding bats. Pp. 264-282 in *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology, and conservation* (Fleming, H., y A. Valiente-Banuet, eds.). The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- AXELROD, D. I.** 1983. Paleobotanical history of the western deserts. Pp. 113-129 in *Origin and evolution of deserts* (Wells, S. G., y D. R. Haragan, eds.). The University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo Mexico.
- BONACCORSO, F. J.** 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State, Museum Biological Sciences* 24:359-408.
- BORCHERT, R., S. A. MEYER, R. FELGER, y L. PORTER-BOLLAND.** 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecology and Biogeography* 13:409-425.
- CEBALLOS, G., T. H. FLEMING, C. CHÁVEZ, y J. NASSAR.** 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, Mexico. *Journal of Mammalogy* 78:1220-1230.
- CHÁVEZ, C., y G. CEBALLOS.** 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el Oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27-44.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).** 2003. Programa de manejo de la reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, México. Dirección General de Manejo para la Conservación. México, Distrito Federal.
- DINNERSTEIN, E.** 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican forest. *Biotropica* 18:307-318.
- FLEMING, T. H.** 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. Pp. 287-325 in *Ecology of bats* (Kunz, T. H. ed.). Plenum Press, New York.
- FLEMING, T. H.** 2005. The relationship between species richness of vertebrate mutualists

and their food plants in tropical and subtropical communities differs among hemispheres. *Oikos* 111: 556-562.

- FLEMING, T. H., y A. VALIENTE-BANUET (EDS.).** 2002. Columnar cacti and their mutualists. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- FLEMING, T. H., y V. J. SOSA.** 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75:845-851.
- GENTRY, H. S.** 1982. Agaves of Continental North America. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H., y A. VALIENTE-BANUET.** 2000. Fruit-feeding behavior of the *Leptonycteris curasoae* and *Choeronycteris mexicana* in flight cage experiments: consequences for dispersal of columnar cactus seeds. *Biotropica* 32:552-556.
- HEITHAUS, R. E.** 1982. Coevolution between bats and plants. Pp. 327-367 in *Ecology of bats* (Kunz, T. H. ed.). Plenum Press, New York.
- HEITHAUS, R. E., T. H. FLEMING, y P. A. OPLER.** 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56:841-854.
- HORNER, M. A., T. H. FLEMING, y C. T. SAHLEY.** 1998. Foraging behaviour and energetics of a nectar-feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Zoology* 244:575-586.
- IÑIGUEZ-DÁVALOS, L. I.** 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán. Pp. 355-370 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- KALKO, E. K.** 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101:281-297.
- MEDELLÍN, R.** 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-350 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- MEDELLÍN, R., H. ARITA, y O. SÁNCHEZ.** 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicación especial 2. México, Distrito Federal.
- PEÑALBA, C., F. MOLINA-FREANER, y L. LARIOS-RODRÍGUEZ.** 2006. Resource availability, population dynamics and diet of néctar-feeding bat *Leptonycteris curasoae* in Guaymas, Sonora, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15:3017-3034.
- ROCHA, M., A. VALERA, y L. E. EGUIARTE.** 2005. Reproductive ecology of five sympatric *Agave Littaea* (Agavaceae) species in central Mexico. *American Journal of Botany* 92:1330-1341.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., A. ALCÁNTARA-EGUREN, A. VALIENTE-BANUET, y C. ARIZMENDI.** 2004. Estacionalidad de los recursos florales y distribución del murciélago nectarívoro *Leptonycteris curasoae*, en Norteamérica. Pp. 219-234 in *Homenaje a la trayectoria mastozoológica de José Ramírez Pulido* (Castro-Campillo, A., y J. Ortega, eds.). UAM-I. México, Distrito Federal.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., A. VALIENTE-BANUET, C. ARIZMENDI, A. ALCÁNTARA-EGUREN, y H. ARITA.** 1999. Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in

- North America: does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography* 26:1065-1077.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma oficial mexicana. NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. 30 de diciembre de 2010, Segunda edición. 2:1.78.
- STATSOFT, INC.** 1995. *Statistica for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, Oklahoma.
- STONER, K. E.** 2002. Murciélagos nectarívoros y frugívoros del bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Pp. 379-395 in *Historia natural de Chamela* (Noguera, F. A., J. H. Vega-Rivera., A.N. García-Aldrete, y M. Quesada-Avedaño, eds.). Instituto de Biología. UNAM. México.
- STONER, K. E., K. A. O.-SALAZAR, R. C. R.-FERNÁNDEZ, Y M. QUESADA.** 2003. Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in Jalisco, Mexico: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 12:357-393.
- TSCHAPKA, M.** 2004. Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of neotropical flower-visiting bats. *Journal of Zoology* 263:7-21.
- TSCHAPKA, M.** 2005. Reproduction of the bat *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the Costa Rican rain forest during frugivorous and nectarivorous periods. *Biotropica* 37: 409-415.
- USFWS (US FISH AND WILDLIFE SERVICE).** 1986. Endangered and threatened wildlife and plant. Department of Interior United States. Washington, District of Columbia.
- VALIENTE-BANUET, A.** 2002. Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:99-104.
- VALIENTE-BANUET, A., 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.
- VAN DER PIJL, L.** 1982. Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag. Berlin, Alemania.
- VILLAVICENCIO, M. A., B. E. PÉREZ-ESCANDÓN, Y A. RAMÍREZ-AGUIRRE.** 1998. Lista florística de Estado de Hidalgo: recopilación bibliográfica. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. 147 pp.

Sometido: 20 de abril de 2011
Revisado: 24 de mayo de 2011
Aceptado: 14 de julio de 2011
Editor asociado: Consuelo Lorenzo
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual

Rodrigo García-Morales¹ y Elías José Gordillo-Chávez²

Abstract

The diversity of bats in the state of San Luis Potosi is poorly known, with the aim of contributing to the knowledge of this group. We gather information from different sources by searching on national and international databases. The San Luis Potosi bat assembly consists of 52 species, 6 families and 30 genera. Only three species are listed in NOM-059-SEMARNAT 2010. It is possible that the knowledge of bats in this state will increase, if inventories are conducted in the highlands and middle zone regions, which are the least sampled; this together with the use of alternative capture techniques, such as ultrasonic detectors and sampling in shelters, could generate a better view of the total bat richness in San Luis Potosi.

Key words: *bat assemblages, community, inventory, San Luis Potosi*

Resumen

La diversidad de murciélagos en el estado de San Luis Potosí es poco conocida. Con el objetivo de contribuir al conocimiento de este grupo, recopilamos información bibliográfica de diferentes fuentes mediante una búsqueda en bases de datos nacionales e internacionales. El ensamble de murciélagos en San Luis Potosí, está conformado por 52 especies, 6 familias y 30 géneros. Sólo tres especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010. Es posible que el conocimiento que se tiene acerca de los murciélagos se incremente, si se realizan inventarios en las regiones del altiplano y zona media. Las cuales han sido poco muestreadas, esto junto con el empleo de otras técnicas de captura como son los detectores ultrasónicos permitirán generar un mejor panorama de la riqueza total de murciélagos en el Estado.

Palabras clave: *comunidades, ensamble de murciélagos, inventarios, San Luis Potosí.*

Introducción

México es considerado a nivel mundial como el tercer país con una alta biodiversidad de fauna y flora, comparte esta característica con Brasil, Indonesia, Madagascar y Venezuela (Groombridge y Jenkins 2002). En cuanto a fauna ocupa el primer lugar en anfibios y

¹ Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5 Col. Carboneras. Teléfono: 01 (771) 71 72 000, ext. 6665. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. E-mail: r.garciamorales83@gmail.com

² División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 Col. Bosques de Saloya Teléfono: 01 (99) 93 58 15 00, ext. 6432. Código Postal 86040. Centro, Tabasco, México.

reptiles, el undécimo en aves y el quinto en mamíferos (Groombridge y Jenkins 2002, Mittermeier *et al.* 1997). Dentro de los mamíferos, destacan los murciélagos como el segundo grupo más diverso, después de los roedores, ocupando el quinto lugar a nivel mundial (Simmons 2005). En México la riqueza de murciélagos registrada es de 138 especies, que representan la cuarta parte de los mamíferos del país (Medellín *et al.* 2008). A pesar de ser un grupo bastante conocido, existen lugares donde se desconoce la riqueza específica de este grupo, como es el caso del estado de San Luis Potosí, donde los murciélagos figuran como uno de los grupos menos estudiados (Martínez de la Vega 1999). El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la quiróptero-fauna del estado de San Luis Potosí, mediante la actualización del inventario de las especies de murciélagos registradas, con la finalidad de sentar las bases que permitan la investigación y conservación de los quirópteros en el estado.

Material y métodos

Área de estudio

El estado de San Luis Potosí se ubica en la zona central de México, cuenta con una extensión territorial de 60,983 km² que representa el 3.1% de la superficie total del país. Se localiza dentro de los 21° 10', 24° 29' de latitud norte y -102° 18', -98° 20' de longitud oeste. Está conformado por 58 municipios, los cuales se agrupan dentro de cuatro regiones: la región del altiplano, la media, el centro y la huasteca. En la región del altiplano, centro y media, se presenta un clima seco con precipitaciones menores a 750 mm anuales. En la región huasteca predominan los climas cálidos y húmedos con precipitaciones mayores a 1,000 mm (INEGI 2002). La temperatura es variada a lo largo del territorio, en la zona huasteca alcanzan los 26 °C y en el altiplano llega a los 14 °C como promedio anual. La hidrología está caracterizada por una amplia cantidad de ríos y afluentes principalmente en la cuenca del Panuco y en la cuenca de El Salado y del Lerma-Santiago, en la región media y centro existen manantiales y arroyos intermitentes (INEGI 2002).

En el estado confluyen dos zona biogeográficas; la neártica y la neotropical que dan origen a diversos tipos de vegetación, misma que se clasifican en tres ecosistemas: 1) templado-frío, que incluyen los bosques de pino, pino-encino, encinares; 2) tropical, con selvas, bosque mesófilo, vegetación secundaria y vegetación hidrófila, y 3) árido y semiárido, que incluye matorrales, mezquital, pastizal y chaparral (Flores *et al.* 2009).

La obtención de los registros bibliográficos del estudio de murciélagos en San Luis Potosí, se realizó mediante una búsqueda en el Google Académico, bases de datos como Web of Science y la base de datos de los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá (López-Wilchis 2003). Para la búsqueda en internet se incluyeron palabras claves como murciélagos, San Luis Potosí e inventarios. Estas palabras fueron escritas en español y en inglés. Los estudios que encontramos fueron los siguientes: Dalquest (1953), Koopman (1956), Jones y Álvarez (1964), Davis (1965), Villa (1966), Spenrath y LaVal (1970), Pine *et al.* (1972), LaVal (1973), Hall (1980), Davis (1984), Wilson *et al.* (1985), Wilson (1991), Polaco *et al.* (1992), Muñiz-Martínez y Polaco (1996), Villa y Cervantes (2003) y García-Morales (2010).

Con la información obtenida se elaboró una base de datos que consistió en los siguientes campos: 1) especie registrada, 2) número de registros (consideremos como un registro

la presencia de una especie por los diferentes autores en una localidad determinada sin considerar el número de individuos que estos reportan), 3) tipo de vegetación donde se llevó a cabo el registro de la especie, 4) gremio trófico y 5) municipio de captura.

De manera general la nomenclatura taxonómica de las especies se basó en la propuesta de Ramírez-Pulido *et al.* (2005), con esta clasificación se actualizaron las sinónimas de los registros más antiguos. En el caso de algunas especies se consideraron las siguientes propuestas taxonómicas. La especie *Rhogeessa alleni*, se incluye en el género *Baeodon* de acuerdo con Hooper y Van Den Bussche (2003). Se utiliza el nombre genérico de *Parastrellus* para *Pipistrellus hesperus* (Hooper *et al.* 2006). Reconocemos como géneros separados a *Dermanura* y *Artibeus* como lo propone Owen (1987) debido a la controversia que existe con respecto a considerar al primero como un subgénero de *Artibeus* o un género hermano (Baker *et al.* 2000, 2003). En el caso de la especie *Artibeus intermedius*, incorporamos la propuesta de Simmons (2005) de incluirla dentro de *A. lituratus*. La afinidad biogeográfica de cada especie se asignó con base en Ceballos y Navarro (1991). Los datos sobre las categorías de riesgo en las que se encuentran las especies a nivel nacional están basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados

Se revisaron 16 fuentes bibliográficas, de los cuales se obtuvo un total de 284 registros que agrupan 6 familias, 30 géneros y 52 especies de murciélagos para el estado de San Luis Potosí (Tabla 1). Las familias mejor representadas son Vespertilionidae y Phyllostomidae con 24 y 17 especies respectivamente, mientras que las menos representadas son la familia Emballonuridae y Natalidae con una sola especie. El género *Myotis* es el mejor representado con 9 especies.

Tabla 1. Lista anotada de las especies de murciélagos registradas en el estado de San Luis Potosí.

Familia	Especie	Gremio trófico	Tipo de vegetación	Afinidad biogeográfica	Fuente
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i> Peters, 1867	IA	NE	NT	2
Molossidae	<i>Molossus aztecus</i> de Saussure, 1860	IA	NE	C	1
	<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	IA	NE	C	1
	<i>Molossus rufus</i> E. Geoffroy St.-Hilaire, 1805	IA	NE	C	1,5,9
	<i>Nyctinomops aurispinosa</i> (Peale, 1848)	IA	SM	C	3
	<i>Tadarida brasiliensis</i> (L. Geoffroy Saint-Hilaire, 1824)	IA	NE	C	1
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864)	IA	NE	C	1,5
	<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838	IA	NE	C	1,9
	<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	IA	SB, SM	C	1,9,16
	<i>Pteronotus personatus</i> (Wagner, 1843)	IA	SM	C	3
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i> Gray, 1838	IA	SM, VS	NT	5,16
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	N	BP, CT	C	6
	<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	F	SM, VS	C	1,2,5,9,15
	<i>Artibeus lituratus</i> Olfers, 1818	F	CT, SB, SM, VS	C	1,4,9,11,16
	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	F	NE	C	1
	<i>Carollia sowellii</i> Baker, Solary y Hoffmann, 2002	F	SM, VS	C	7,9,16
	<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	N	NE	C	1,11

continúa...

Familia	Especie	Gremio trófico	Tipo de vegetación	Afinidad biogeográfica	Fuente
	<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)	F	NE	C	1,9,11
	<i>Dermanura tolteca</i> (de Saussure, 1860)	F	SB, SM, VS	C	1,3,9,16
	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1810)	H	BP, CT, SB, SM, VS	C	1,2,5,11,16
	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	H	CT, SB	C	1,2,5,11,16,
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	N	SB, SM, VS	C	1,9,5,16
	<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	N	NE	C	1,11
	<i>Leptonycteris yerbabuena</i> Martínez y Villa, 1940	N	VS	C	11,15,16
	<i>Macrotus waterhousii</i> Gray, 1843	O	NE	C	9
	<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	IS	SB, SM, VS	C	1,5,9,16
	<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy St. Hilaire, 1810)	F	CT, SB, SM, VS	C	1,11,16
	<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	F	SB, SM, VS	C	1,5,9,16
Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i> (Le Conte, 1856)	IS	SM	C	3,11,15
	<i>Baeodon alleni</i> (Thomas, 1892)	IA	NE	C	13
	<i>Corynorhinus mexicanus</i> G. M. Allen, 1916	IS	NE	C	1,11,14
	<i>Corynorhinus townsendii</i> (Cooper, 1837)	IS	NE	C	5,11
	<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	IA	NE	C	1
	<i>Eptesicus furinalis</i> (D' Orbigny, 1847)	IA	NE	C	4
	<i>Eptesicus fuscus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	IA	NE	C	1
	<i>Idionycteris phyllotis</i> (G. M. Allen, 1916)	IS	NE	C	5
	<i>Lasiurus borealis</i> (Muller, 1776)	IA	NE	C	1,9
	<i>Lasiurus cinereus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	IA	NE	C	1
	<i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1856)	IA	NE	C	1
	<i>Myotis californicus</i> (Audubon & Bachman, 1842)	IA	NE	C	1,9
	<i>Myotis ciliolabrum</i> (Merriam, 1886)	IA	NE	C	13
	<i>Myotis elegans</i> Hall, 1962	IA	NE	C	8
	<i>Myotis fortidens</i> Miller and Allen, 1928	IA	NE	C	12
	<i>Myotis keaysi</i> J. A. Allen, 1914	IA	CT, SB, SM	C	9,11,16
	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	IA	SM	C	1,3
	<i>Myotis thysanodes</i> Miller, 1897	IA	NE	C	1,9
	<i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	IA	NE	C	9,11
	<i>Myotis yumanensis</i> (H. Allen, 1864)	IA	NE	C	1,9
	<i>Nycticeus humeralis</i> (Rafinesque, 1818)	IA	BP	C	1,9
	<i>Parastrellus hesperus</i> (H. Allen, 1864)	IA	NE	C	1,9
	<i>Pipistrellus subflavus</i> (F. Cuvier, 1832)	IA	NE	C	1,3
	<i>Rhogeessa tumida</i> H. Allen, 1866	IA	SB, VS	C	1,9,16

Frugívoro (F), hematófago (H), insectívoro aéreo (IA), insectívoro de sustrato (IS), Nectarívoro (N), y Omnívoro (O).

Bosque templado (BT), cultivo (CT), selva baja (SB), selva mediana (SM) =, y vegetación secundaria (VS).

No especificado (NE). Neotropical (NT), Neártica (NA) y Compartida (C). Fuente: 1 = Dalquest (1953), 2 = Koopman (1956), 3 = Jones y Álvarez (1964), 4 = Davis (1965), 5 = Villa (1966), 6 = Spenrath y LaVal (1970), 7 = Pine *et al.* (1972), 8 = LaVal (1973), 9 = Hall (1980), 10 = Davis (1984), 11 = Wilson *et al.* (1985), 12 = Wilson (1991), 13 = Polaco *et al.* (1992), 14 = Muñoz-Martínez y Polaco (1996), 15 = Cervantes y Villa (2003) y 16 = García-Morales (2010).

El 85% de las especies registradas presentan menos de 10 registros y sólo el 5% cuentan con más de 21 registros (Fig. 1). La zona Huasteca registra el mayor número de especies, en la cual figuran los municipios El Naranjo y Ciudad Valles, con 22 y 17 especies respectivamente, mientras que los municipios con menos registros de especies pertenecen a la región del altiplano potosino y centro (Fig. 2).

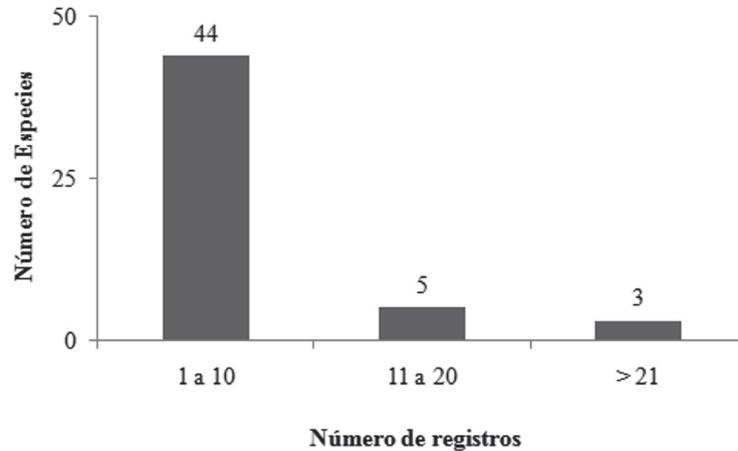


Figura 1. Riqueza de especies de murciélagos de acuerdo al número de registros obtenidos.

Las especies registradas se agrupan en seis gremios alimenticios, en donde los insectívoros aéreos registran la mayor riqueza y los omnívoros la menor, con una sola especies registrada (Fig. 3). Por tipo de vegetación, el mayor número de registros de capturas se reportan en la selva mediana con 17 especies, seguida de la vegetación secundaria, 13 y selva baja 12. Los bosques templados presentan la menor riqueza en comparación con los demás hábitats (Fig. 4).

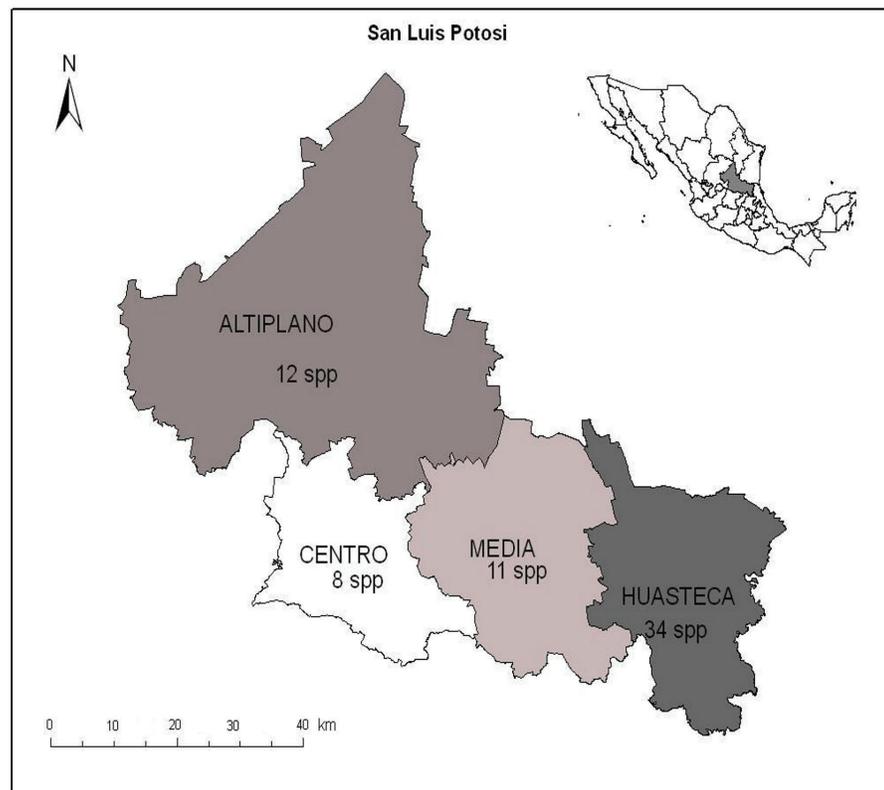


Figura 2. Regiones donde se han registrados las especies de murciélagos en San Luis Potosí.

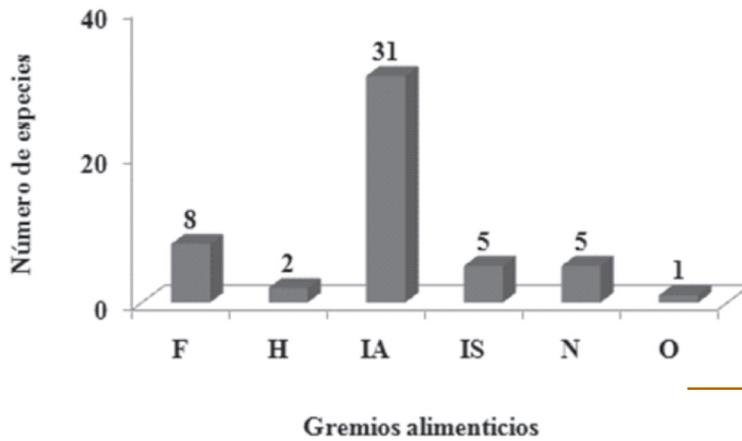


Figura 3. Número de especies por gremio alimenticio. Frugívoro (F), hematófago (H), insectívoro aéreo (IA), insectívoro de sustrato (IS), Nectarívoro (N), y Omnívoro (O).

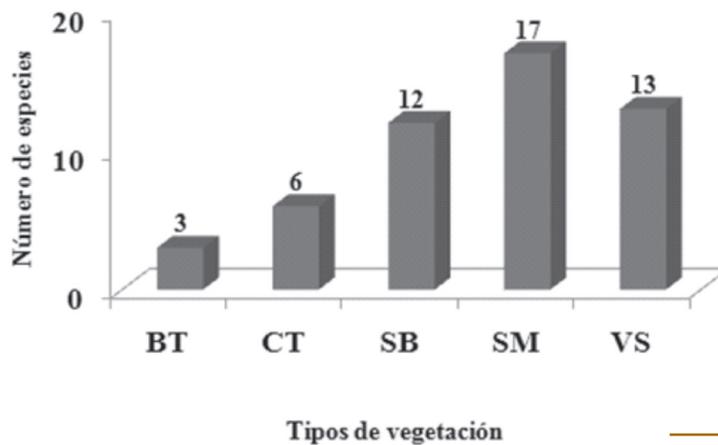


Figura 4. Número de especies por tipo de vegetación. Bosque templado (BT), cultivo (CT), selva baja (SB), selva mediana (SM) =, y vegetación secundaria (VS).

De acuerdo con la afinidad biogeográfica de los murciélagos, en el estado de San Luis Potosí el 95% de las especies registradas (45) se distribuyen en ambas bioregiones (neártica y neotropical), el 5 % son de afinidad neotropical y no se registró alguna especie de afinidad completamente neártica. El murciélago *Corynorhinus mexicanus* es la única especie endémica de México presente en el estado. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 sólo se han registrado tres especies con criterio de protección: *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena* todas ellas en la categoría de amenazada (A).

Discusión

El presente trabajo es el primero en compilar la información sobre las especies registradas y brindar un inventario actualizado de la quiróptero fauna en San Luis Potosí. El conocimiento sobre los murciélagos en el estado se limita a listados y capturas aisladas. Hasta el momento de las fuentes consultadas, los estudios más completos fueron realizados por Dalquest (1953) y García Morales (2010). Las selvas tropicales figuran como las de mayor riqueza por ser las más estudiadas, sin embargo, en aquellos ecosistemas ubicados en las zonas áridas y semiáridas, así como los bosques templados, el conocimiento sobre los murciélagos es escaso o nulo. Es por ello importante que los futuros estudios se contemplen estos tipos de vegetación, para caracterizar de mejor manera la diversidad de murciélagos en San Luis Potosí.

Las 52 especies de murciélagos registradas hasta el momento representan el 38 % de la riqueza a nivel nacional, lo cual lo ubica como uno de los estados con una alta diversidad de murciélagos. Sin embargo, es importante considerar que el único estudio reciente es el de García-Morales (2010), mientras que los estudios restantes datan de más de 20 años de haberse realizados. La falta de estudios continuos y sistematizados en estaciones fijas de muestreo, no permiten conocer si la composición de murciélagos en el estado de San Luis Potosí ha sufrido cambios a lo largo del tiempo. Por ello conforme aumenten los trabajos de campo se incrementaran las posibilidades de coleccionar especies no registradas hasta ahora y confirmar la presencia de las especies que sólo tienen un registro en el estado, como es el caso de *Balantiopteryx plicata*, *Molossus aztecus*, *M. molossus*, *Nyctinomops aurispinosa*, *Macrotus waterhousii*, *Idionycteris phyllotis*, *Myotis elegans*, *Parastrellus subflavus* y *Baeodon alleni*. Esta situación demuestra la necesidad de estudios que reflejen la diversidad y estado de conservación actual de los murciélagos en San Luis Potosí.

Cambios taxonómicos y su efecto en la riqueza de especies de murciélagos

Los cambios taxonómicos afectan la cantidad de taxa que se encuentran representados en una zona geográfica (Godínez *et al.* 2011). El efecto de los cambios taxonómicos pueden ser de dos tipos: los taxonómicos que repercuten en la cantidad de taxa, con la adición o sinonimia de especies y los nomenclatoriales que a pesar que hacen alguna modificación taxonómica, no afectan la cantidad de taxa. En el caso de los murciélagos de San Luis Potosí la sinonimia de *Artibeus intermedius*, la cual había sido registrada por Davis (1984) y García-Morales (2010) provocó una disminución en la riqueza de especies presentes. En el caso del registro de *L. borealis* lo aceptamos como sinónimo de *L. blossevillii* debido a que sólo se pueden distinguir entre ambas especies mediante técnicas moleculares (Baker *et al.* 1988). Sin embargo en estudios futuros se debe considerar como *L. blossevillii* debido a que la especie *L. borealis* no se distribuye en el estado (Villa y Cervantes 2003). Al igual que *L. borealis* los cambios taxonómicos en *Pipistrellus hesperus* y *Rhogeessa alleni* y las especies del género *Dermanura* no tuvieron un efecto sobre la riqueza de especies. Sin embargo, incrementan la variación taxonómica a nivel de género de los murciélagos al incluir *Parastrellus*, *Baeodon* y *Dermanura* al listado general. En la actualidad, los estudios morfológicos, genéticos y filogenéticos permiten obtener y generar nuevos cambios taxonómicos, por lo que el listado de especies será variable en el tiempo, para ajustarlo a las nuevas propuestas.

Agradecimientos

K. Monzalvo por su apoyo en la búsqueda y recopilación de la información bibliográfica, J. P. Gallo, J. C. López Vidal, S. T. Álvarez-Castañeda y un revisor anónimo por las observaciones y valiosos comentarios que ayudaron en gran medida a mejorar la calidad de este trabajo.

Referencias

BAKER, R. J., J. C. PATTON, H. H. GENOWAYS, Y J. W. BICKHAM. 1988. Genic studies of *Lasiurus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Occasional Paper Museum Texas Tech

University, 117:1-15.

- BAKER, R. J., C. A. PORTER, J. C. PATTON, Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2000. Systematics of bats of the family Phyllostomidae based on RAG2 DNA sequences. Occasional Papers The Museum, Texas Tech University, 202:1-16.
- BAKER, R. J., S. R. HOOFER, C. A. PORTER, Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2003. Diversification among New World leaf-nosed bats: an evolutionary hypothesis and classification inferred from digenomic congruence of DNA sequence. Occasional Papers The Museum, Texas Tech University, 230:1-29.
- CEBALLOS, G., Y D. L. NAVARRO.** 1991. Diversity and conservation of Mexican Mammals. Pp. 167-198 in Latin American Mammalogy, History, Biodiversity, and Conservation. (Mares, M. A., and D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.
- DALQUEST, W.** 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosí. Louisiana State University press, Studies in Biological Sciences Series, 1:1-229
- DAVIS, W. B.** 1965. Review of the *Eptesicus brasiliensis* complex in middle America with the description of a new subspecies from Costa Rica. Journal of Mammalogy 46:229-240.
- DAVIS, W. B.** 1984. Review of the large fruit-eating bats of the "*Artibeus lituratus*" complex (Chiroptera: Phyllostomidae) in Middle America. Occasional Paper Museum Texas Tech University. 93:1-16.
- FLORES RIVAS, J. D., R. MIRELES-SÁNCHEZ, J. A. FLORES-CANO., B. M. GONZALES-SILVA, Y L. CHAPA-VARGAS.** 2009. Programa estratégico forestal del estado de San Luis Potosí, Vol. 1. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos-Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., San Luis Potosí, México.
- GARCÍA-MORALES, R.** 2010. Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros y su importancia en la regeneración de la vegetación en la región de la Huasteca Potosina. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, México.
- GODINEZ, E. G., N. GONZÁLEZ-RUIZ, Y J. R. RAMÍREZ-PULIDO.** 2011 Actualización de la lista de los mamíferos de Jalisco, México: implicaciones de los cambios taxonómicos. THERYA 2:7-35
- GROOMBRIDGE, B., Y M. D. JENKINS.** 2002. World atlas of Biodiversity: Earth's living resources in the 21st Century. University of California Press, Berkeley, California.
- HALL, E. R.** 1980. The mammals of North America. Volume 1. Second edition. John Wiley and Sons, New York, New York.
- HOOFER, S. R., Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2003. Molecular phylogenetics of the Chiroptera family Vespertilionidae. Acta Chiropterologica 5:1-63.
- HOOFER, S. R., R. A. VAN DEN BUSSCHE, Y I. HORACEK.** 2006. Generic status of the American pipistrelles (Vespertilionidae) with description of a new genus. Journal of Mammalogy 87:981-992.
- INEGI.** 2002. Síntesis de Información Geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- JONES, J. K., Y T. ÁLVAREZ.** 1964. Additional Records of Mammals from the Mexican State of San Luis Potosí. Journal of Mammalogy 45:302-303.
- KOOPMAN, K. F.** 1956. Bats from San Luis Potosí with a new record for *Balantiopteryx*

- plicata* Journal of Mammalogy 37:547-548.
- LAVAL, R. K.** 1973. A revision of the Neotropical bats of the genus *Myotis*. Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles 15:1-54
- LÓPEZ-WILCHIS, R.** 2003. Base de datos de los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. <http://investigación.izt.uam.mx/mamíferos>
- MARTÍNEZ DE LA VEGA, G.** 1999. Bibliografía zoológica comentada del Estado de San Luis Potosí, México. Acta Científica Potosina 14:40-158.
- MEDELLÍN, R., H. T. ARITA, Y O. SÁNCHEZ.** 2008. Identificación de los murciélagos de México, Clave de campo. 2da edición, Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México 78p.
- MITTERMEIER, R. A., P. ROBLES, Y G. GOETTSCH DE M.** 1997. Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. Agrupación Sierra Madre S.C. y CEMEX, México.
- MUÑIZ-MARTÍNEZ, R., Y O. J. POLACO.** 1996. Nuevos registros de simpatria de dos especies del género *Corynorhinus* (Chiroptera:Vespertilionidae) en México. Vertebrata Mexicana, 1:13-16.
- OWEN, R. D.** 1987. Phylogenetic analyses of the bat Subfamily Stenodermatinae (Mammalia: Chiroptera). Special Publications the Museum, Texas Tech University, 26:1-65.
- PINE, R. H., D. C. CARTER, Y R. K. CAVAL.** 1972. The bats of the genus *Carollia*. Technological Monograph., Texas Agricultural and Mechanical University., Texas Agricultural Experiment Station, 8:1-125.
- POLACO, O. J., J. ARROYO-CABRALES, Y J. K. JONES, JR.** 1992. Noteworthy records of some bats from México. Texas Journal of Science 44:331-338.
- 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: 21-85.
- SEMARNAT.** 2010. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-059-ECOL-2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.
- SIMMONS, N. B.** 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529 in Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference (Wilson, D. E., y D. M. Reeder, eds.). 3ed. John Hopkins. University Press. Baltimore, Maryland.
- SPENRATH C. A., Y R. K. LAVAL.** 1970. Records of bats from Queretaro and San Luis Potosi, Mexico. Journal of Mammalogy 51:395-396.
- VILLA, B. R.** 1966. Los murciélagos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- VILLA, B. R., Y F. A. CERVANTES.** 2003. Los Mamíferos de México. Iberoamericana/Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- WILSON, D. E., R. A. MEDELLÍN., D.V. LANNING, Y H. T. ARITA.** 1985. Los murciélagos del noreste de México, con una lista de especies. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 8:1-26

WILSON, D. E. 1991. Mammals of the Tres Marias Islands. Pp. 214-250 in Contributions to Mammalogy in honor of Karl F. Koopman (Griffiths, T. A., y D. Klingener, eds.). Bulletin of the American Museum of Natural History. 206:1-432.

Sometido: 10 de mayo de 2011

Revisado: 22 de junio de 2011

Aceptado: 29 de julio de 2011

Editor asociado: Juan Pablo Gallo Reynoso

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

In Memoriam

Joaquín Bello
Pasión por la Vida



Por Sonia Gallina Tessaro y Mircea Hidalgo Mihart

Un alegre ser humano, un biólogo apasionado por descubrir todo acerca de la ecología de mamíferos se nos ha adelantado. A la edad de 42 años, después de combatir una larga enfermedad renal, Joaquín Bello Gutiérrez, entrañable hijo y amigo, falleció en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 20 de mayo del 2011.

Mantener la entereza y un buen estado de ánimo en momentos difíciles pareciera increíble de lograr para alguien que atraviesa una desgastante enfermedad. Sin embargo, esta gran persona nos demostró que aun en situaciones dolorosas, podemos reír y hacer reír a quienes están a nuestro alrededor.

Todos los que tuvimos la fortuna de compartir nuestras vidas con él, nos debemos considerar muy honrados, ya que siempre tuvo para compartir con nosotros una sonrisa y alguna broma que levantara el ánimo. Conservar una actitud positiva y de colaboración era la forma de vivir de este destacado mastozoólogo.

Desde sus inicios, Joaquín se consideró a sí mismo un biólogo de campo, a pesar de que en sus últimos años la enfermedad mermó sus capacidades para salir. Siempre transmitió la pasión por la naturaleza a quienes lo acompañaban, mismo sentimiento que profesaba por el fútbol. Como buen jarocho, sostenía la frase: "Tiburón Rojo del Veracruz en las buenas y en las malas". Conocedor del buen tequila y con capacidades extraordinarias para contar chistes subidos de color, lograba que hasta el más serio de sus amigos soltase una carcajada. Fue hasta el último de sus días una persona íntegra, que lo dio todo por su familia, a quienes adoraba y que lo amaban inmensamente.

Nacido en 1968 en Tlapacoyan, Veracruz, Joaquín Bello Gutiérrez hizo sus estudios superiores en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Desde sus inicios

como científico, se interesó en el estudio de los venados, con los que llevaría a cabo su tesis de licenciatura y a los que dedicó una parte importante de su trabajo profesional. Obtuvo su doctorado en el año de 2001 en el Instituto de Ecología, A.C., en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Donde destacó como un brillante y dedicado estudiante, realizando importantes contribuciones a la biología y ecología del venado cola blanca en el norte de México.

En el año de 2003, Joaquín ingresó como profesor-investigador a la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACBiol-UJAT), en Villahermosa. Fue ahí donde desarrolló plenamente su potencial, que lo llevó a convertirse en un mastozoólogo reconocido a nivel nacional e internacional. Como líder del Cuerpo Académico de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre Neotropical de la DACBiol-UJAT puesto que mantuvo hasta su fallecimiento, Joaquín hizo numerosas aportaciones. Llevó a cabo múltiples proyectos con mamíferos del sureste, aplicando enfoques variados desde el manejo hasta la conservación. Fue investigador responsable de proyectos relacionados con el control de fauna silvestre en el estado, fauna silvestre urbana de Villahermosa y mamíferos del Parque Estatal Sierra de Tabasco. Todo lo anterior, sin dejar atrás a los venados que lo ayudaron a forjarse como biólogo, pues siguió realizando estudios de estos animales en diversos aspectos dentro del proyecto “Estatus poblacional de venados y pecaríes en Tabasco”.



Titular de la asignatura de Manejo de Fauna Silvestre, en la carrera de Biología de la DACBiol-UJAT. Joaquín fue conocido como un profesor estricto dentro del aula, pero un amigo con quien pasar un agradable rato y que apoyaba a los estudiantes fuera de ésta. Muchos de los que alguna vez fueron sus alumnos recuerdan que Joaquín Bello

influyó en una parte importante de su preparación al transmitirles una gran pasión por los mamíferos, la que lo llevó a formar nuevas generaciones de mastozoólogos.

Fue mentor de una gran cantidad de estudiantes; dirigió 13 tesis de licenciatura y una de posgrado en su corta vida profesional. Sin embargo, a causa de su pronta partida muchos trabajos quedaron sin concluirse bajo su tutela. Joaquín mantuvo siempre una actitud propositiva y deseos de colaboración; se convirtió en miembro y organizador de redes de colaboración académica y científica relacionadas con la fauna que estudiaba. Fue fundador y entusiasta presidente de la Red de Fauna Silvestre del Sureste de México (que agrupa a especialistas de universidades y centros de investigación del Sureste), así como miembro activo del Deer Specialist Group de la IUCN y la red de Ciencia Complejidad y Sociedad del CONACYT.

Publicó numerosos artículos en revistas indexadas, al igual que participó en múltiples trabajos en Simposios y Congresos Nacionales e Internacionales. Debido a sus logros académicos, Joaquín formó parte del Sistema Nacional de Investigadores y del Sistema Estatal de Investigadores del Estado de Tabasco. Desde su ingreso a la DACBiol-UJAT, contó con el reconocimiento del Perfil Deseable dentro del programa federal SEP-PROMEP. Su pasión por la vida académica era tal, que aún en sus últimos momentos seguía pensando en los artículos que quedaban pendientes.

Los que estuvimos a su lado en vida estamos seguros que siempre lo recordaremos por su alegría, entusiasmo y deseos de superación. Nos enseñó, entre muchas otras cosas, el valor para enfrentar situaciones terribles siempre con una sonrisa y buen estado de ánimo.

Descansa en paz, nuestro muy querido Joaquín, siempre te extrañaremos.

